

Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas

YOLANDA FERNÁNDEZ-SANTOS

Universidad de León, yfers@unileon.es

ALMUDENA MARTÍNEZ-CAMPILLO

Universidad de León, amarc@unileon.es

JOSÉ MIGUEL FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ

Universidad de León, jose-miguel.fernandez@unileon.es

Resumen: La presión a la que están siendo sometidas las universidades públicas españolas para utilizar sus recursos de un modo más eficiente, junto con la exigencia por parte de la Administración Pública de que sean cada vez más responsables de sus actividades, están contribuyendo en gran medida a aumentar el interés académico por medir la gestión de dichas instituciones. En concreto, la necesidad de evaluar su eficiencia se ha visto incrementada a partir de la introducción de la LOU, donde el logro de la competitividad y la excelencia en las distintas actividades desarrolladas por las universidades españolas debe ir en paralelo con el alcance de un nivel de eficiencia aceptable. En este contexto, resulta crucial conocer tanto los niveles de eficiencia alcanzados por estas entidades como los factores que determinan dichos valores, siendo éste el propósito principal del presente trabajo.

Para alcanzar dicho objetivo se realiza un análisis en dos etapas sobre un total de 156 observaciones, correspondientes a las universidades públicas españolas presenciales existentes en los cursos académicos 2002/03, 2004/05, 2006/07 y 2008/09 -los únicos con

información disponible tras las implantación de la LOU-. En la primera etapa, se evalúa el nivel de eficiencia técnica de las instituciones, utilizando el Análisis Windows basado la metodología no paramétrica Análisis Envolvente de Datos (DEA). Por su parte, en la segunda etapa, se analizan los determinantes de la eficiencia a través de un análisis de Regresión Truncada, considerando una serie de factores que hacen referencia tanto a las características internas de las universidades como a las condiciones socioeconómicas del entorno donde éstas desarrollan su actividad.

Nuestros hallazgos, por tanto, aportan información relevante para que tanto responsables políticos como gestores universitarios puedan adoptar medidas dirigidas al logro de un uso más eficiente de los recursos disponibles en las universidades públicas españolas.

Palabras clave: eficiencia, análisis envolvente de datos (DEA), análisis windows, determinantes, regresión truncada, universidades públicas españolas

Área temática: Producción educativa y eficiencia. Eficiencia y productividad

Clasificación JEL: C61, D24, I23

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la gestión llevada a cabo por las Instituciones de Educación Superior (IES) españolas está cada vez más demandada por la sociedad con el fin de utilizarla como medida de control y para saber dónde han sido empleados los recursos aportados y si éstos han sido usados de forma eficiente. Todo ello está contribuyendo a aumentar el interés académico por medir la gestión de dichas instituciones. En concreto, la medida de la eficiencia se ha visto incrementada a partir de la introducción de la LOU, donde el logro de la competitividad y la excelencia en las distintas actividades desarrolladas por las universidades españolas debe ir en paralelo con el alcance de un nivel de eficiencia aceptable. Además, dicha evaluación fomenta la competencia entre las universidades, no sólo entre aquéllas que pertenecen a un mismo país, sino también con otras del resto del mundo, contribuyendo así a mejorar la calidad del servicio prestado, lo que finalmente repercutirá en un mayor rendimiento económico y social del Sistema Universitario.

En los años 90, Johnes y Taylor (1990) definen una batería de indicadores con el objetivo de evaluar la gestión de las universidades, pero la heterogeneidad de los indicadores y la gran cantidad de información que proporcionan los mismos dificulta la posibilidad de obtener un valor único para valorar la eficiencia global de la cada entidad. En este sentido, la metodología no paramétrica Data Envelopment Analysis (DEA) permite obtener un indicador de eficiencia relativa para cada institución considerada en el estudio, facilitando la comparación entre todas ellas.

En este trabajo se persiguen, principalmente, dos objetivos: Primero, evaluar la gestión de las Universidades Públicas españolas presenciales desde el curso 2002/03 al 2008/2009 a través de los valores de eficiencia técnica relativa logrados por cada entidad y, segundo, determinar los factores ambientales que explican los niveles de eficiencia/ineficiencia alcanzados por las mismas.

Para lograr estos objetivos se aplica el análisis DEA en dos etapas desarrollado por Simar y Wilson (2007). En la primera, se utiliza la metodología no paramétrica DEA a través del Análisis Windows, junto con la técnica bootstrap, para determinar los indicadores de eficiencia técnica corregidos de las IESP y, en la segunda, se aplica un modelo de regresión truncada bootstrap con el fin de identificar los factores explicativos que influyen en dichos niveles de eficiencia.

Este estudio contribuye a enriquecer la literatura sobre Economía de la Educación existente hasta el momento por varias razones: primero, porque permite progresar en el conocimiento del análisis de eficiencia en el Sistema Universitario Público español a nivel institucional, añadiendo nueva evidencia empírica a la escasa investigación existente hasta la fecha. Segundo, porque proporciona información a las IESP sobre las variables ambientales causantes de la eficiencia/ineficiencia técnica, lo que permitirá a los gestores públicos promover o beneficiarse de aquéllos factores que lleven a un uso más eficiente de los recursos universitarios. Tercero, la incorporación de la inferencia estadística a través de la técnica de remuestreo bootstrap permite obtener conclusiones significativas y, por tanto, más robustas para facilitar la toma de decisiones por los gestores públicos.

El resto del trabajo se estructura como sigue. El apartado 2 presenta una revisión de los antecedentes empíricos. El apartado 3 recoge la metodología utilizada en el estudio. El apartado 4 define la muestra y las variables. En el apartado 5 se exponen los principales resultados. Finalmente, el apartado 6 recoge las conclusiones.

REVISIÓN DE LOS ANTECEDENTES EMPÍRICOS

Primera etapa: Eficiencia técnica en las IESP

En los últimos años, estudiosos de la Economía de la Educación han considerado relevante evaluar la eficiencia en las IESP, especialmente por la necesidad de rendir cuentas a la sociedad sobre el empleo de los recursos públicos, así como de mejorar a nivel institucional en un entorno altamente competitivo a nivel internacional. En este sentido son numerosos los trabajos realizados en este tema, especialmente fuera de nuestras fronteras.

A *nivel internacional*, las investigaciones realizadas sobre la medida de la eficiencia en las Universidades de un país concreto han sido bastante prolíficas. Tal es el caso de Estados Unidos (Ahn, Charnes, y Cooper, 1988; Breu y Raab, 1994; Colbert et al., 2000; Sav, 2012), Canadá (McMillan y Datta, 1998), Australia (Avkiran, 2001; Abbot y Doucouliagos, 2003; Carrington, Coelli y Rao, 2005; Lee, 2011), Alemania (Warning, 2004; Kempkes y Pohl, 2010), Reino Unido (Athanasopoulos y Shale, 1997; Flegg et al., 2004; Johnes, 2006 y 2008; Thanassoulis et al., 2011), Italia (Agasisti y Salerno, 2007; Agasisti y Dal Bianco, 2006 y 2009) y China (NG y Li, 2009; Johnes y Yu, 2008). Por último, Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) realizan un análisis de eficiencia *cross-country* en universidades de siete países europeos entre los años 2001 y 2005.

Sin embargo, en el *ámbito nacional*, el análisis de la eficiencia universitaria a nivel institucional ha sido más escaso, destacando los trabajos de Duch (2006) y Parellada y Duch (2006), que analizan las 47 universidades públicas presenciales con datos del curso académico 2002/03; Hernangómez et al. (2007), que comparan la eficiencia de las cuatro universidades públicas de Castilla y León entre sí, así como con el resto de universidades españolas en el curso 2002/03; Duch-Brown y Vilalta (2010), que se centran en 46 universidades públicas en el curso 2004/05; Vázquez Rojas (2009 y 2010), que determinan la eficiencia de la IES públicas españolas en los cursos 2004/05 y 2006/07; Gómez-Sancho y Mancebón (2012), que estudian la eficiencia de 47 universidades públicas en el año 2000; Fernández-Santos et al. (2013), que evalúan la eficiencia de 39 universidades públicas españolas en los periodos 2002/03 a 2008/09; y, finalmente, Agasisti y Pérez-Esparrells (2010), que realizan un análisis *cross-country* donde comparan la eficiencia de 60 universidades italianas y 47 españolas en el curso 2004/05.

Segunda etapa: Determinantes de la eficiencia

Algunos de los trabajos mencionados previamente no sólo se han limitado a analizar el nivel de eficiencia alcanzado por las IES, sino que también han tratado de identificar los factores ambientales que influyen en los niveles de eficiencia a través de diferentes modelos.

A *nivel internacional* podemos destacar, entre otros, los siguientes trabajos: Warning (2004) estudia 73 universidades alemanas en el año 1998, revelando que la existencia de la “titulación de Medicina” en la universidad y la “localización de ésta en el Oeste del país” incrementa la eficiencia significativamente. Por otro lado, el “número de habitantes” de la ciudad donde está ubicada la universidad y la “edad” de la institución no muestran efectos estadísticamente significativos en los niveles de eficiencia. Del mismo modo, Kemples y Pohl (2010) analizan 72 universidades públicas alemanas durante el periodo 1998-2003, llegando a la conclusión de que aquéllas universidades localizadas en regiones económicamente más prósperas, es decir, con mayor “PIB per cápita regional”, se benefician de los efectos positivos que conlleva esa situación. Sin embargo, la presencia de la “titulación de medicina” produce efectos negativos estadísticamente significativos en la eficiencia técnica, al contrario de lo que concluía Warning (2004). Finalmente, Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) realizan el análisis DEA en dos etapas desarrollado por Simar y Wilson (2007), cuyos resultados indican que el “número de facultades”, la presencia de la “titulación de medicina” y el “porcentaje de mujeres sobre el total personal académico” afectan positivamente y significativamente a la eficiencia de las instituciones, mientras que la “edad de la institución” y el “porcentaje de ingresos corrientes sobre el total de ingresos” presentan una influencia negativa estadísticamente significativa sobre los niveles de eficiencia. Por otro lado, el coeficiente que hace referencia a “PIB de cada país” donde están localizadas las universidades no es estadísticamente significativo.

Dentro de los trabajos desarrollados en el *ámbito nacional* se pueden citar, entre otros, los siguientes: Duch-Brown y Vilalta (2010), que identifican que tan sólo la calidad de los estudiantes, medido a través de la variable “umbral de notas de entrada en el primer año”, puede explicar la mayor eficiencia de las universidades, mientras que no existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de eficiencia de aquéllas y la “edad”, el “grado de especialización”, el “tamaño”, el “PIB regional” o el “número de becarios”. Por su parte, García-Aracil y Palomares-Montero (2008) realizan un análisis de eficiencia 43 universidades públicas españolas en el periodo 2002-2004, concluyendo que las universidades situadas en las regiones más ricas, es decir, con mayor “PIB per capita regional”, no siempre son más eficientes que aquéllas localizadas en las regiones más pobres. Finalmente, Vázquez Rojas (2010) no encuentra una relación significativa entre la eficiencia técnica y que las universidades sean “únicas” en su Comunidad Autónoma.

METODOLOGÍA

El procedimiento DEA en dos etapas para identificar los determinantes de la eficiencia ha sido utilizado previamente por diferentes autores en el contexto de la Educación Superior. En la segunda etapa, mientras algunos de ellos utilizan modelos de regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), otros recurren a la regresión censurada Tobit, a partir de las estimaciones de eficiencia obtenidas con el DEA en la primera etapa. Cabe destacar, a este respecto, los trabajos de Agasisti y Salerno, (2007), Duch-Brown y Vilalta (2010) y Kempkes y Pohl (2010), entre otros. Sin embargo, estos modelos han sido criticados por Simar y Wilson (2007), al señalar que podrían surgir problemas de correlación entre las variables ambientales

(segunda etapa) y las variables inputs y outputs (primera etapa), pudiendo invalidar los resultados de la inferencia estadística.

Por este motivo, en este trabajo se aplica el método DEA en dos etapas con doble bootstrap desarrollado por Simar y Wilson (2007). Mientras en la primera etapa se determinan los valores de la eficiencia corregidos por el sesgo, usando un procedimiento homogéneo bootstrap (Simar y Wilson, 2000), en la segunda etapa se estudian los factores ambientales que pudieran influir en los niveles de eficiencia a través de una regresión truncada bootstrap.

Primera etapa: Estimación de la eficiencia DEA

Una de las metodologías más popularmente usadas en la literatura científica para medir la eficiencia de las Unidades de Decisión (*Decision Making Units – DMUs*) homogéneas¹ es el Análisis Envolvente de Datos (DEA).

El modelo DEA es una técnica de programación lineal determinista y no paramétrica que facilita la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción eficiente a partir de las DMUs que presenten las mejores prácticas, de forma que se pueda medir la ineficiencia del resto de las unidades como distancia a la frontera. El hecho de que una DMU forme parte de la frontera no significa que haya obtenido su eficiencia máxima, pero sí indica que las restantes unidades pueden mejorar su nivel de desempeño, situándose a la altura de las que están en el nivel frontera.

El modelo convencional DEA presenta una serie de ventajas frente a otras técnicas paramétricas como el Análisis de Frontera Estocástico. Entre estas ventajas se pueden citar: i) no es necesario el establecimiento de una forma funcional específica de la frontera de producción; ii) permite utilizar múltiples inputs y outputs para calcular el valor de la eficiencia; iii) no requiere, a priori, información sobre preferencias, precios, prioridades o tecnología; iv) proporciona un indicador sintético individual de eficiencia relativa de las unidades productivas evaluadas; v) suministra información detallada de cada DMUs sobre valores de mejora en los inputs y outputs; y, vi) facilita el análisis de benchmarking, es decir, dibuja una frontera de producción con las mejores prácticas que sirven de referencia a la entidades ineficientes. Por otro lado, dentro de las limitaciones que presenta hay que destacar, entre otras, a) la sensibilidad de los resultados a la existencia de muestras pequeñas y a la presencia de observaciones atípicas; y, b) su carácter determinista hace que los valores de la eficiencia no recojan el error aleatorio y los errores de medida.

Al igual que Berbegal y Solé (2012), consideramos que la metodología DEA es apropiada para medir la eficiencia en las universidades dada la existencia de múltiples outputs y que los precios son normalmente desconocidos o vienen impuestos por Administraciones Públicas superiores.

La evaluación de la eficiencia en las IES a través de la metodología DEA se hace con una orientación output², dado que los gestores de las mismas tienen mayor control sobre los

¹ Uno de los principales requisitos de este modelo es que todas las DMUs sean lo más homogéneas posible, es decir, que consuman los mismos inputs y produzcan los mismos outputs.

outputs que sobre los inputs, al venir estos últimos determinados generalmente por niveles superiores de la Administración. Además, los factores de trabajo y capital tienden a ser fijos, lo que lleva a estas organizaciones a tratar de maximizar los outputs, dados los recursos disponibles que tienen.

Banker, Charnes y Cooper (1984) desarrollan el Modelo DEA-BCC bajo los supuestos de rendimientos de escala variables (REV). En este sentido, consideramos que las IESP operan bajo REV dado la existencia de factores como restricciones en el mercado, regulaciones normativas o limitaciones financieras que no les permiten operar en una escala óptima (Coelli et al., 2005).

La formulación matemática del modelo DEA-BCC output orientado es el siguiente:

$$\text{Max } \theta_k \quad (1)$$

sujeto a:

$$\theta_k y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

Donde n representa el número de DMUs; i y r son el número de inputs y outputs, respectivamente; y_{rj} es la cantidad de output r producido por la DMU j ; x_{ij} es la cantidad de inputs i consumido por la DMU j ; λ_j es el vector de pesos o intensidades ($n \times 1$) y representa el peso de la DMU $_i$ en la construcción de la unidad de referencia respecto de la DMU $_k$, que puede ser obtenida por la combinación lineal del resto de DMUs. θ_k es el valor de eficiencia de Farrell (1957) alcanzado por la DMU k , de tal forma que si $\theta_k = 1$ indica que la unidad es técnicamente eficiente, mientras que si $\theta_k > 1$ se considera ineficiente. Este problema de programación lineal debe ser resuelto tantas veces como DMUs haya en el análisis.

En la aplicación práctica de este estudio se utiliza el "Análisis Windows" propuesto por Charnes et al. (1995), dado que el estudio empírico se realiza sobre datos de panel, permitiendo comparar cada DMU con ella misma en diferentes periodos de tiempo a fin de mostrar la tendencia y estabilidad de los resultados de eficiencia. En definitiva, el objetivo es construir una única frontera eficiente donde cada observación se trata como una unidad independiente y diferente en cada periodo.

Además, dado que las limitaciones que presenta el modelo convencional DEA generan estimaciones de eficiencia sesgadas, limitando su utilidad para la toma de decisiones por los gestores públicos, se ha decidido seguir la rutina desarrollada por Simar y Wilson (2000), que combina el modelo DEA convencional (en nuestro caso, a través de un Análisis Windows) con la

² El modelo DEA puede presentar dos orientaciones diferentes. La orientación inputs que pretende minimizar el nivel de inputs para una producción (outputs) concreta y determinada, y la orientación outputs que persigue maximizar el nivel de outputs a partir de un nivel de inputs fijos y conocidos.

técnica de remuestreo bootstrap (Efron and Tibshirani, 1993), con el objetivo de introducir inferencia estadística en los valores de eficiencia y obtener intervalos de confianza.

Segunda etapa: Regresión Truncada bootstrap

La idea básica del análisis de segunda etapa se apoya en que los niveles de eficiencia de las DMUs analizadas dependen de factores ambientales básicamente no controlables por éstas. Para ello, se aplica la regresión truncada bootstrap del Algoritmo II desarrollado por Simar y Wilson (2007) con el fin de determinar el carácter explicativo que tienen ciertas variables exógenas (internas o externas a las entidades) sobre dichos niveles de eficiencia.

En este sentido, la especificación del modelo de regresión truncada bootstrap será la siguiente:

$$\hat{\theta}_i = \beta z_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Donde $\hat{\theta}_i$ es la variable latente o dependiente representada por el valor de la eficiencia corregida bootstrap de la DMU_i obtenida en la primera etapa; z_i es el vector de las variables explicativas independientes; β es el vector de parámetros desconocido a estimar en la segunda etapa que determina la relación existente entre las variables independientes y la variable latente; ε_i es el término error independiente y normal distribuido $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ truncado a la derecha en $(1 - \hat{\beta} z_i)$.

MUESTRA Y VARIABLES

Definición de la muestra

La población objeto de estudio para este trabajo está compuesta por las 47 universidades públicas de carácter presencial existentes en España en los cursos académicos 2002/03, 2004/05, 2006/07 y 2008/09, que son los últimos para los que existe información disponible a nivel institucional.

No obstante, la exigencia de utilizar un panel de datos completo para la aplicación del Análisis Windows supone eliminar ocho universidades del estudio empírico por ausencia de información en alguna de las variables en el periodo de estudio. Finalmente, la muestra definitiva está formada por 39 universidades públicas presenciales por curso académico, que representan un 83% de la población de universidades consideradas.

Especificación de las variables inputs y outputs

La selección de las variables, inputs y outputs, necesarias para medir los niveles de eficiencia, se realiza teniendo en cuenta las variables más frecuentemente utilizadas por la comunidad académica, abarcando las actividades principales desarrolladas por las universidades -docencia e investigación-. Concretamente, se ha seguido el trabajo de Parteka y Wolszczak-Derlacz (2013), quienes establecen como inputs el número de profesores, el número total de estudiantes matriculados y el importe de los ingresos universitarios, y como outputs, el número total de alumnos graduados y el número de publicaciones de calidad. Además, se han

añadido las ayudas en I+D con el fin de que la selección de outputs sea comparable con la realizada por García-Aracil y Palomares-Montero (2008).

Las variables inputs se definen como sigue:

- PETC (Profesor Equivalente a Tiempo Completo): Número total de profesorado docente e investigador equivalente a tiempo completo por año fiscal. El personal académico desarrolla tareas tanto de docencia como de investigación, no existiendo una explícita dedicación a cada una de las tareas.
- EST (Total de estudiantes matriculados): Número de estudiantes matriculados por curso académico en primero y segundo ciclo, grados y enseñanzas de postgrado, ya sean cursos de doctorado o másteres oficiales.
- IT (Ingreso Total): Importe de los ingresos totales, en miles de euros, procedentes de los recursos presupuestarios liquidados por año fiscal.

En cuanto a las variables outputs se especifican como sigue:

- AG (Total de estudiantes graduados): Número total de estudiantes graduados por curso académico en enseñanzas oficiales (diplomaturas, licenciaturas y grados), así como en másteres oficiales.
- ART (Artículos publicados): Número de artículos científicos publicados e indexados en la Web of Science del ISI editada por Thomson Reuters por año fiscal. El recuento del número de artículos se hace de tal forma que si un trabajo está realizado por varios autores de distintas universidades se considera como una publicación en cada una de las instituciones implicadas.
- AYID (Ayudas en I+D): Importe total, miles de euros, de los derechos reconocidos en I+D por año fiscal. Esta variable incluyen tanto la investigación básica –importes procedentes de “Ayudas a la Investigación” y “Proyectos de Investigación”- como de la investigación aplicada -importes procedentes de contratos y convenios formalizados con terceros para la prestación de servicios de investigación, consultoría y asesoramiento-.

La fuente de información para medir estas variables procede de la página web de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (Hernández Armenteros, 2004, 2006, 2008, 2010), excepto en el caso de artículos publicados, cuya fuente es de la Web of Science del ISI editada por Thomson Reuters³.

Especificación de las variables ambientales

La selección de las variables ambientales que pueden influir en la eficiencia alcanzada por las universidades se ha realizado teniendo en cuenta la literatura científica existente sobre el tema. Principalmente, se ha seguido el trabajo de Duch-Brown y Vilalta (2010), dividiendo el conjunto de factores explicativos en dos grupos: factores internos, característicos de las

³ <http://apps.webofknowledge.com/> (consulta el 5 de octubre de 2014).

instituciones, y factores externos, que hacen referencia a las condiciones socioeconómicas de la región y de los estudiantes.

a) Factores internos

Los siguientes variables identifican las características internas de las universidades adquiridas a lo largo de su trayectoria y que, por tanto, no pueden ser cambiadas en un corto periodo de tiempo. Estos factores hacen que cada universidad sea única, pudiendo influir en su nivel de eficiencia:

- $ntit_{i,t}$: número de titulaciones que tiene cada universidad. Hemos considerado utilizar esta variable como una medida *proxy* de la interdisciplinariedad de la enseñanza en las universidades. El trabajo de Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) utiliza el “*número de facultades por universidad*”, pero dada la no disponibilidad de esta información y considerando que en muchas ocasiones en cada facultad se imparten varios estudios, se ha optado por utilizar el número de titulaciones como variable explicativa.
- $edad_{i,t}$: años de antigüedad de la universidad i . Al igual que Duch-Brown y Vilalta (2010), se ha considerado el valor 100 para aquellas universidades que se fundaron con anterioridad al año 1918, ya que, según estos autores, cuando la edad sobrepasa ciertos límites, la variación del efecto sobre el nivel de eficiencia es casi imperceptible.
- $medyvet_{i,t}$: variable dicotómica que presenta valor 1 cuando la universidad dispone de la titulación de Medicina y/o Veterinaria dentro de su oferta de enseñanzas universitarias y 0, en el caso contrario.
- $polit_{i,t}$: variable dicotómica que presenta el valor 1 si es una universidad politécnica o 0, en el caso contrario.

b) Factores externos

Por un lado, se consideran las siguientes variables socioeconómicas relativas a la región donde está ubicada la universidad:

- $PIBPCreg_{n,t}$: Producto Interior Bruto per cápita en el periodo t de la Comunidad Autónoma n a la que pertenece la universidad i . La selección de esta variable se debe a que, de media, más del 84% de los estudiantes proceden de la misma región, reflejando esta variable las condiciones socioeconómicas de los estudiantes.
- $unic_{n,t}$: variable dicotómica que adquiere el valor 1 si la universidad es única en su respectiva CC.AA. y 0, en el caso contrario. Esta variable puede tener influencia en la eficiencia de las universidades, puesto que la exclusividad de la institución en la región puede beneficiarse por la obtención de mayores beneficios financieros procedentes de los gobiernos regionales.
- $DPreg_{n,t}$: densidad de población de la CC.AA. a la que pertenece la universidad i en el año t .

Además, dada la imposibilidad de medir las características económicas de cada estudiante por la no disposición de datos, se opta por utilizar la variable *proxy* “número de estudiantes con

beca del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD)”, a fin de tener una idea general de su situación en cada universidad:

- $bec_{i,t}$: número de estudiantes con ayudas concedidas por el MECD.

Por último, se considera la variable dummy “Tiempo” para reflejar las características de cada curso académico como posible factor influyente en la eficiencia universitaria.

En la Tabla 1 se resumen los principales estadísticos descriptivos de las variables inputs, outputs y ambientales consideradas en el estudio.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los inputs, outputs y variables ambientales

	Mín.	Máx.	Media	Desv.Típ.
Variables inputs				
PETC (Profesor Equivalente a Tiempo Completo)	370	5346	1674	1131,40
IT (Ingreso Total en miles de euros)	30614	494628	153585	105423,00
EST (nº de estudiantes)	5862	87460	24807	17459,61
Variables outputs				
AG (Alumnos Graduados)	512	13810	3415	2355,98
AYID (Ayudas en I+D en miles de euros)	755	69042	18594	15374,29
ART (Artículos publicados)	43	2924	519	497,50
Variables Ambientales				
a) Factores internos				
ntit (Nº de titulaciones)	11	113	52	23,82
edad (Antigüedad)	4	100	43	36,29
medyvet (Titulaciones de Medicina y/o Veterinaria)	0	1	1	0,49
polit (Univ. Politécnica)	0	1	0	0,27
b) Factores externos				
unic (Univ. única en CC.AA.)	0	1	0	0,42
In_PIBPCreg (PIB per cápita regional)	9	10	10	0,23
DPreg (Densidad de población regional)	22	784	186	199,86
In_bec (Nº de becarios)	6	9	8	0,76

N = 156 observaciones.

Cursos académicos 2002/03, 2004/05, 2006/07 y 2008/09.

Fuente: Elaboración propia.

Se ha calculado el coeficiente de correlación de Pearson en las variables ambientales a fin de determinar la posible correlación entre ellas. Los resultados no revelan índices significativos ni superiores a 0,80 ni inferiores a -0,80, por lo que según Kennedy (2008) estas variables no presentan problemas de multicolinealidad y, por tanto, no introducen sesgo en los parámetros.

RESULTADOS

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, se utiliza la distancia output orientada de Shephard (1953), considerada como la inversa de la eficiencia de Farrell (1957).

Primera etapa: Análisis de eficiencia

La Tabla 2 recoge los estadísticos descriptivos (mínimo, máximo, media y desviación típica), tanto de la eficiencia original como de la corregida, para los cursos académicos y para el periodo global, así como el número de entidades eficientes para la eficiencia original. Al igual que Simar y Wilson (2007), las estimaciones de eficiencia corregida se obtienen utilizando 100 repeticiones.

Tabla 2. Resúmenes estadísticos de las estimaciones de la Eficiencia Técnica

	Curso académico				Periodo Global (2002/03 a 2008/09)
	2002/03	2004/05	2006/07	2008/09	
<i>Eficiencia original</i>					
Min.	0,6340	0,5643	0,5945	0,4423	0,4423
Máx.	1	1	1	1	1
Media	0,8957	0,8225	0,8504	0,9304	0,8747
Desv.Típ.	0,1097	0,1109	0,1239	0,1032	0,1186
Nº de dmus eficientes	11	3	7	16	36
<i>Eficiencia corregida</i>					
Min.	0,5967	0,5458	0,5784	0,4296	0,4296
Máx.	0,9573	0,9297	0,9416	0,9493	0,9573
Media	0,8394	0,7778	0,7994	0,8649	0,8204
Desv.Típ.	0,0959	0,0994	0,1058	0,0872	0,1022

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicado el Análisis Windows basado en la metodología DEA con una amplitud de ventana igual a cuatro, los resultados demuestran que los valores de la eficiencia corregida son siempre inferiores que aquéllos de la eficiencia original, dado que estos últimos no tienen en cuenta el ruido muestral. Por tanto, el análisis basado en el modelo DEA convencional puede llevar a conclusiones erróneas al ignorar los sesgos en estos valores (Simar y Wilson, 2000).

En cuanto a las estimaciones de eficiencia original obtenidos a partir del modelo convencional DEA, los resultados desprenden valores bastante similares a los alcanzados en estudios previos (como, por ejemplo, Duch (2006) para el curso 2002/03, Agasisti y Pérez Esparrells (2010) para el 2004/05 y Fernández-Santos et al. (2013) para los cuatro cursos académicos), a pesar de las diferencias en la especificación de los inputs y/o outputs.

Si nos centramos en los valores de eficiencia corregida del periodo global, se puede apreciar que las universidades, de media, presentan un nivel de ineficiencia del 82,04%, lo que significa

que, a partir de los mismos niveles de inputs, estas entidades podrían aumentar potencialmente sus outputs en un 17,96% para alcanzar el nivel de eficiencia máxima relativa. Por otra parte, el menor valor de la desviación típica en los valores de eficiencia corregida demuestra una mayor concentración de las IESP frente a las estimaciones de eficiencia convencional.

Finalmente, el análisis temporal revela que los cursos 2002/03 y 2008/09 presentan un valor superior de eficiencia técnica que la media global del periodo considerado. Sin embargo, en los cursos intermedios, la eficiencia media de las universidades decae debido posiblemente a que el proceso de adaptación de las universidades al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) tras la implantación de la LOU en 2001 incrementó la necesidad de una mayor cantidad de recursos para acometer las reformas llevadas a cabo en esos años. No obstante, y a pesar de que los niveles de eficiencia son aceptables, tan sólo un 23,08% de las universidades públicas (36 de 156 DMUs) presentan eficiencia técnica original y un 0%, eficiencia corregida.

Segunda etapa: Análisis de regresión truncada

Seguidamente, se pasa a analizar la incidencia de las variables ambientales sobre la gestión llevada a cabo por las universidades presenciales públicas españolas, medida a través de los niveles de eficiencia técnica corregida. Para ello, se aplica una regresión truncada bootstrap con 2000 repeticiones del mismo modo que en Simar y Wilson (2007).

La especificación empírica global del modelo de regresión truncada (Modelo 1) es la siguiente:

$$\hat{\theta}_i = \beta_0 + \beta_1 ntit_{i,t} + \beta_2 edad_{i,t} + \beta_3 medyvet_{i,t} + \beta_4 polit_{i,t} + \beta_5 unic_{i,n} + \beta_6 \ln(bec)_{i,t} + \beta_7 \ln(PIBPCreg)_{n,t} + \beta_8 DPre g_{n,t} + \beta_9 tiempo + \varepsilon_i \quad (3)$$

Donde $\hat{\theta}_i$ representa el valor de la eficiencia técnica corregida alcanzado por la universidad i en el periodo t . $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_8$ son los parámetros a determinar y ε_i es el término error. El resto de los parámetros son las variables ambientales consideradas en el estudio que podrían influir en los niveles de eficiencia.

Dada la división realizada de las variables ambientales en dos grupos -factores internos y externos-, se ha procedido a realizar tres modelos de regresión. El *Modelo 1* recoge todas las variables explicativas; el *Modelo 2* alude sólo a las variables internas de las entidades; y el *Modelo 3* abarca sólo a las variables externas del entorno.

La Tabla 3 presenta los resultados de las estimaciones de la regresión truncada bootstrap para los tres modelos especificados anteriormente, donde se muestran los coeficientes de los factores explicativos con o sin impacto estadísticamente significativo en los niveles de eficiencia de las universidades, así como el valor del error estándar bootstrap.

Respecto a los *factores internos*, los resultados estimados demuestran que el número de titulaciones (*ntit*) de cada universidad, como variable *proxy* de la interdisciplinariedad de las IES, no tiene ningún efecto estadísticamente significativo sobre la eficiencia, al contrario de lo que ocurre en el trabajo de Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011), que a mayor número de facultades, mejor eficiencia presentan las universidades. Además, la existencia de las

titulaciones de Medicina y/o Veterinaria (*medyvet*) dentro de la oferta universitaria tampoco ejerce ningún impacto sobre la eficiencia. En trabajos anteriores al respecto, existen discrepancias. Mientras que Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) y Warning (2004) revelan un impacto positivo estadísticamente significativo sobre la eficiencia técnica derivado de la existencia de Facultad de Medicina en las IESs europeas y alemanas, respectivamente, Kemples y Pohl (2010) indica un impacto negativo en la eficiencia de las universidades alemanas. Del mismo modo, la presencia de una única Universidad pública en la CC.AA. (*unic*) tampoco afecta a la eficiencia. Estos resultados son coherentes con los obtenidos por Vázquez Rojas (2010) al no encontrar evidencia de una posible asociación entre los distintos tipos de eficiencia de las universidades públicas españolas y el hecho de que sean únicas en sus CC.AA.

Tabla 3. Resultados de la regresión Truncada

	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.
Constante	-0,1595	1,3030	0,8301***	0,0413	-2,5669**	1,1031
ntit	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007		
edad	0,0014**	0,0007	0,0012**	0,0005		
medyvet	-0,0327	0,0333	-0,0464	0,0391		
polit	-0,0841**	0,0399	-0,0964**	0,0436		
unic	0,0016	0,0399			0,0237	0,0320
ln_bec	-0,0394	0,0339			0,0383**	0,0182
ln_PIBPCreg	0,1345	0,1178			0,3283***	0,1074
DPreg	-0,0002*	0,0001			-0,0003***	0,0001
t08/09	-0,0035	0,0510	0,0291	0,0434	-0,0496	0,0558
t06/07	-0,1057***	0,0400	-0,0761*	0,0372	-0,1374***	0,0421
t04/05	-0,0961***	0,0325	-0,0811*	0,0345	-0,1150***	0,0355
/sigma	0,1105***	0,0112	0,1186***	0,0129	0,1165***	0,0128
Log likelihood	136,55592		129,47228		131,23675	
Wald χ^2	55,74***		43,50***		39,91***	

*** Nivel de significación $\alpha=0,01$; ** Nivel de significación $\alpha=0,05$; * Nivel de significación $\alpha=0,1$.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las variables internas que ejercen un impacto positivo estadísticamente significativo sobre la eficiencia, sólo resulta la antigüedad de las entidades (*edad*), lo que significa que la experiencia adquirida a través de los años conlleva mejores niveles de eficiencia y, en consecuencia, las instituciones más jóvenes son las más ineficientes. Este resultado, por tanto, es contrario al obtenido por Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011). Sin embargo, en los trabajos de Duch-Brown y Vilalta (2010) y Warning (2004) no se establece ninguna asociación entre la eficiencia y la edad de las universidades. Respecto a los factores internos con un efecto negativo significativo, se encuentran la especialización docente en universidades politécnicas (*polit*), al contrario de lo que ocurre en el trabajo de Gómez-Sancho

y Mancebón (2012), en el que las universidades técnicas presentan valores medios de eficiencia técnica más altos.

En relación a los *factores externos*, la densidad de población regional (*DPR_{reg}*) podría influir positivamente en la eficiencia, puesto que aquéllas CC.AA. más pobladas tienen más población en edad para cursar estudios universitarios, además de que la gran mayoría de los estudiantes proceden de la misma CC.AA. Sin embargo, nuestros resultados muestran lo contrario, es decir, la alta *DPR_{reg}* perjudica ligeramente los niveles de eficiencia, tal vez debido a la existencia de mayores posibilidades de empleo en estas regiones, sin el requerimiento de estudios universitarios. Por su parte, el Producto Interior Bruto per cápita regional (*PIBPC_{reg}*) y el número de becarios (*bec*) sólo afectan positivamente a la eficiencia en el Modelo 3. De esta forma, se podría afirmar que aquéllas CC.AA. más prósperas, es decir, con mayor PIB per cápita, favorecen la mejora de la eficiencia de las universidades, al beneficiarse éstas de los efectos positivos que conlleva esa situación económica. Este resultado es acorde con lo publicado por Kemples y Pohl (2010). Sin embargo, Duch-Brown y Vilalta (2010) no establecen relación alguna entre ambas variables. Del mismo modo, en el caso del número de estudiantes con ayudas concedidas por el MECD, los resultados indican que, a pesar de que las universidades con mayor número de becarios MECD tienen menos recursos para desarrollar sus actividades de docencia e investigación, los estudiantes alcanzan mejores resultados y, en consecuencia, el número de alumnos egresados es superior. Esto no es acorde con lo establecido en Duch-Brown y Vilalta (2010), al no existir ninguna asociación entre el número de becarios y la eficiencia.

En cuanto a las variables temporales consideradas, el proceso de adaptación del Sistema Universitario español al Espacio Europeo de Educación Superior a partir la aprobación de la LOU en 2001, con cambios en la organización curricular, así como la limitación de recursos para cumplir con sus objetivos, llevan a que en los cursos 2004/05 y 2006/07 tengan un efecto negativo estadísticamente significativo sobre la eficiencia de las universidades públicas españolas.

CONCLUSIONES

El presente trabajo trata de avanzar en el conocimiento del desempeño de las Instituciones de Educación Superior españolas. Concretamente, se pretende evaluar la eficiencia de las universidades públicas presenciales españolas y valorar la influencia que tienen determinados factores sobre la mejora de su gestión. Para ello, se aplica el análisis DEA en dos etapas desarrollado por Simar y Wilson (2007). En la primera etapa, se utiliza la metodología DEA para evaluar la eficiencia técnica de las 39 universidades públicas presenciales españolas en el periodo 2002/03 a 2008/09. En la segunda etapa, se explora el impacto de ciertas variables ambientales en los niveles de eficiencia, aplicando el modelo de regresión truncada.

A la vista de los resultados, y en relación con el primer objetivo, se puede concluir que los niveles medios de eficiencia técnica alcanzados por la IESP en el periodo global analizado son aceptables (82,04%), siendo el curso 2008/09 el que mejores valores de eficiencia presenta con 86,49%, debido a la normalización de la situación una vez concluido el proceso de

adaptación de las universidades al EEES. En este caso, la mayor parte de la ineficiencia técnica se deriva de una mala gestión de los recursos disponibles llevada a cabo por las universidades.

Respecto al segundo objetivo, nuestros hallazgos revelan, por un lado, que la variable edad presenta efectos positivos sobre la eficiencia, beneficiándose ésta del grado de experiencia en la gestión de estas instituciones adquirida a través de los años y los privilegios que reporta su reputación conocida tanto en el ámbito nacional como internacional, mientras que la especialización en universidades politécnicas y la densidad de población regional afectan negativamente a la eficiencia. Por otro lado y sólo cuando se consideran los factores externos en el estudio, tanto un mayor PIB per cápita regional como un elevado número de becarios contribuyen a mejorar significativamente el nivel de eficiencia universitaria. En este sentido, las CCAA más prósperas económicamente podrían generar efectos positivos en el entorno, contribuyendo a que las IESP tengan mejores infraestructuras (laboratorios, bibliotecas, etc.), al obtener mayor cantidad de recursos tanto de las Administraciones Públicas como de las empresas.

En cuanto a las variables temporales, se puede concluir que el proceso de adaptación a una nueva situación como es el caso del Sistema Universitario Español al EEES, que conlleva una reestructuración de la organización curricular y la necesidad de mayores recursos, ha perjudicado a la eficiencia en los cursos 2004/05 y 2006/07, para finalmente normalizarse en el curso 2008/09.

Por último, señalar que todos estos resultados podrían tener claras implicaciones políticas, pudiendo ser utilizados como guías para los gestores de las IESP con el fin de adoptar medidas orientadas al logro de metas concretas en relación con las variables que presentan influencia positiva o negativa en la eficiencia de las universidades.

REFERENCIAS

- Abbott, M. y Doucouliagos, C. (2003). "The efficiency of Australian universities: A data envelopment analysis", *Economics of Education Review*, 22(1):89-97.
- Agasisti, T. y Dal Bianco, A. (2006). "Data Envelopment Analysis to the Italian University System: theoretical issues and policy implications", *International Journal of Business Performance Management*, 8: 344-367.
- Agasisti, T. y Dal Bianco, A. (2009). "Reforming the university sector: effects on teaching efficiency – evidence from Italy", *Higher Education*, 57: 477-498.
- Agasisti, T. y Pérez-Esparrells, C. (2010). "Comparing efficiency in a cross-country perspective: the case of Italian and Spanish universities", *Higher Education*, 59: 85-103.
- Agasisti, T. y Salerno, C. (2007). "Assessing the Cost Efficiency of Italian Universities", *Education Economics*, 15(4): 455-471.
- Ahn, T., Charnes, A. y Cooper, W.W. (1988). "Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning", *Socio-Economic Planning Science*, 22: 259-269.
- Athanassopoulos, A. D. y Shale, E. (1997). "Assessing the comparative efficiency of Higher Education Institutions in the UK by means of Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, 5: 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.
- Banker, R. D.; Charnes, A. y Cooper, W. W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA", *Management Science*, 30: 1078-1092.
- Berbegal Mirabent, J. y Solé Parellada, F. (2012). "What are we measuring when evaluating universities' efficiency?", *Regional and Sectoral Economics Studies*, 12 (3): 31-46.
- Breu, T. y Raab, R. (1994). "Efficiency and perceived quality of the nation's 'top 25' national universities: an application of Data Envelopment Analysis to Higher Education", *Socio-Economic Planning Sciences*, 28: 33-45.
- Carrington, R., Coelli, T. y Rao, D. P. (2005). "The performance of Australian universities: conceptual issues and preliminary results", *Economic Papers*, 24: 145-163.
- Charnes, A.; Clark, T.; Cooper W. W. y Golany, B. (1985). "A developmental study of Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of maintenance units in U. S. Air Forces". In R. Thompson & R. M. Thrall (Eds.), *Annals of Operational Research*, 95-112.
- Coelli, T.J., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J., Battese, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, second ed. Springer, USA.
- Colbert, A.; Reuven R. Levary, R.R. y Shaner, M.C. (2000). "Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA", *European Journal of Operational Research*, 125: 656-669.
- Duch, N. (2006). "La eficiencia de las Universidades Españolas", *Informe CyD 2006*. Universidad de Barcelona, IEB y Fundación Conocimiento y Desarrollo, 310-325.
- Duch-Brown, N. y Vilalta, M. (2010). "Can better governance increase university efficiency?", *Document de treball de l'IEB 2010/52*.
- Efron, B. y Tibshirani, R.J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. New York, Chapman and Hall.
- Farrell, M. J. (1957). "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120, Part III: 253-290.
- Fernández-Santos, Y., Martínez-Campillo, A. y Fernández-Fernández, J. M. (2013). "Evaluación de la eficiencia y el cambio de productividad en el Sistema Universitario Público español tras la implantación de la LOU", *Hacienda Pública Española*, 205: 71-98.
- Flegg, A., Allen, D., Field, K. y Thurlow, T. (2004). "The efficiency of British universities: a multi-period Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, 12: 231-249.
- García-Aracil, A. y Palomares-Montero, D. (2008). "Methodological problems to measure university efficiency in relation with its geographic localization", *International Association, of Technology, Education and Development (IATED)*. INTED Proceedings.
- Gómez-Sancho, J.M. y Mancebón M.J. (2012). "La evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas: en busca de una evaluación neutral entre Áreas de conocimiento", *Presupuesto y Gasto Público*, 67: 43-70.
- Hernández Armenteros, J. (Coord.) (2004, 2006, 2008, 2010). *La Universidad Española en Cifras. Madrid: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE)*. Recuperado de: <http://www.crue.org>
- Hernangómez, J., Borge, L.M., Urueña, B., Martín, N., de Benito, J.J., Ramos, L.O., Revuelta, M.A. (2007). "Las universidades de Castilla y León ante el reto del Espacio Europeo de Educación Superior. Un análisis de su competitividad y eficiencia", *Revista de investigación económica y social de Castilla y León*, 10: 1-155. Recuperado de: <http://www.cescyl.es/pdf/revistas/revpre07.pdf>
- Johnes, J. (2006). "Data Envelopment Analysis and its application to the measurement of efficiency in Higher Education", *Economics of Education Review*, 25: 273-288.

- Johnes, J. (2008). "Efficiency and productivity change in the English education sector from 1996/97 to 2004/05", *The Manchester School*, 76: 653-674.
- Johnes, J. y Taylor, J. (1990). *Performance Indicators in Higher Education*, Open University Press and the Society for Research into Higher Education, Milton Keynes.
- Johnes, J. y Yu, L. (2008). "Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis", *China Economic Review*, 19: 679-696
- Kempkes, G. y Pohl, C. (2010). "The efficiency of German universities: some evidence from nonparametric and parametric methods", *Applied Economics*, 42: 2063-2079.
- Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts.
- Lee, B.L. (2011). "Efficiency of Australian universities: a reappraisal using a bootstrap truncated regression approach", *Economic Analysis & Policy*, 4: 195-203.
- Mcmillan, M.L. y Datta, D. (1998). "The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A DEA Perspective", *Canadian Public Policy - Analyse de Politiques*, XXIV(4): 485-511.
- NG, Y.C. y Li, S.K. (2000). "Measuring the Research Performance of Chinese Higher Education Institutions: An Application of Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, 8(2): 139-156.
- Parellada, M., Duch, N. (2006). *Descentralización Autónoma y Sistema Universitario. Mediterráneo Económico*. Fundacion Cajamar, 10: 405-426.
- Parteka, A. y Wolszczak-Derlacz, J. (2013). "Dynamics of Productivity in Higher Education: Cross-European Evidence based on Bootstrapped Malmquist Indices", *Journal of Productivity Analysis*, 40: 67-82.
- Sav, G.T. (2012). "Productivity, efficiency, and managerial performance regress and gains in United States universities: a Data Envelopment Analysis", *Advances in Management & Applied Economics*, 2: 13-32.
- Shephard, R. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2000). "A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models", *Journal of Applied Statistics*, 27(6): 779-802.
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2007). "Estimation and inference in two stage, semi-parametric models of productive efficiency", *Journal of Econometrics*, 136: 31-64.
- Thanassoulis, E.; Kortelainen, G.J.; Johnes, G. y Johnes, J. (2011). "Cost and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis", *Journal of Operational Research Society*, 62: 1282-1297.
- Vázquez Rojas, A. M. (2009). "Eficiencia de las Universidades Públicas Presenciales en España, mediante el Análisis Envolvente de Datos (2006-2007)", *Investigaciones de Economía de la Educación*, 4: 357-365.
- Vázquez Rojas, A. M. (2010). "Estudio sobre la eficiencia técnica de las universidades públicas presenciales españolas", *Investigaciones de Economía de la Educación*, 5: 689-702.
- Warning, S. (2004). "Performance Differences in German Higher Education: Empirical Analysis of Strategic Groups", *Review of Industrial Organization*, 24: 393-408.
- Wolszczak-Derlacz, J. y Parteka, A. (2011). "Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multicountry approach", *Scientometrics*, 89: 887-917.
- Worthington, A.C. y Lee, B.L. (2008). "Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998-2003", *Economics of Education Review*, 27: 285-298.

