



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## **Análisis de la eficiencia económica de la industria oleícola española**

Fernando Vidal<sup>a</sup>, Inmaculada Marqués<sup>a</sup>, Francisco Javier Ribal<sup>a</sup> & Jesús Tadeo Pastor<sup>b</sup>

---

**RESUMEN:** El trabajo aborda una aproximación al análisis de la eficiencia económica de la industria oleícola española y los factores que pueden influir en ella. El análisis se ha realizado aplicando la metodología no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA). La muestra está compuesta por un total de 429 empresas oleícolas que aparecen en la base de datos SABI en el año 2021. Los inputs utilizados han sido: Gastos en Personal, Aprovisionamientos e Inmovilizado, mientras que como output único se ha considerado las Ventas. El posterior recurso a pruebas estadísticas no paramétricas muestra diferencias significativas únicamente por tamaño empresarial.

---

### **Economic efficiency analysis of the Spanish olive industry**

---

**ABSTRACT:** The work addresses an economic efficiency analysis of the Spanish olive industry and the factors that can influence it. The analysis has been carried out applying the non-parametric methodology of Data Envelopment Analysis (DEA). The sample is made of a total of 429 olive oil companies that appear in the SABI database in 2021. The inputs used have been: Staff costs, Supplies and Fixed Assets, while Sales have been considered as the only output. The later non-parametric statistical tests has shown significant differences only by company size.

---

**PALABRAS CLAVE / KEYWORDS:** aceite de oliva, Análisis envolvente de datos, eficiencia, industria oleícola, tamaño empresarial / olive oil, Data Envelopment Analysis, efficiency, olive oil industry, company size.

---

**Clasificación JEL / JEL Classification:** Q12, C23.

---

**DOI:** <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.07>

---

---

<sup>a</sup> Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Universitat Politècnica de València. E-mail: [fvidal@upv.es](mailto:fvidal@upv.es); [imarques@esp.upv.es](mailto:imarques@esp.upv.es); [frarisan@upv.es](mailto:frarisan@upv.es)

<sup>b</sup> Centro de Investigación Operativa. Universidad Miguel Hernández de Elche. E-mail: [jesustadeopastor@gmail.com](mailto:jesustadeopastor@gmail.com)

*Agradecimientos:* Artículo basado en una comunicación científica presentada en el XIV Congreso de Economía Agroalimentaria de la Asociación Española de Economía Agraria, celebrado en Zaragoza los días 6, 7 y 8 de septiembre de 2023.

*Citar como:* Vidal, F., Marqués, I., Ribal, F.J. & Pastor, J.T. (2025). “Análisis de la eficiencia económica de la industria oleícola española”. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 25(1), 163-177. <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.07>

*Dirigir correspondencia a:* Fernando Vidal.

Recibido en febrero de 2024. Aceptado en septiembre de 2024.

## 1. Introducción y objetivos

España es líder mundial en superficie de olivar, con más de 2,75 millones de hectáreas (de las cuales el 93 % pertenece a olivar de almazara). Destaca Andalucía, con casi las dos terceras partes de la superficie nacional, y en particular la provincia de Jaén con la cuarta parte de las hectáreas españolas de olivar. A gran distancia encontramos a Castilla-La Mancha y Extremadura. En la última década, la superficie dedicada a olivar de almazara ha crecido un 5 %, mientras que la de aceituna de mesa ha decrecido cerca de un 7 %.

La producción, a tenor de lo comentado en el párrafo anterior, se concentra básicamente en Andalucía, con el 80 % del total nacional, y en el caso de la provincia de Jaén ésta supone el 37 % del total nacional. Los más de 8,3 millones de toneladas de aceituna producidas en la última campaña de la que disponemos datos, suponen un incremento de casi el seis por ciento en la última década (MAPA, 2024a).

El comercio exterior de aceite de oliva hace de España el primer exportador mundial, suponiendo las exportaciones las dos terceras partes del volumen total comercializado. En cuanto a las figuras de calidad diferenciada, en España existen 30 Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de aceite de oliva virgen, de las cuales el 40 % son andaluzas, y dos Indicaciones Geográficas Protegidas (MAPA, 2024b).

Y un elemento destacable, especialmente en estos dos últimos años, es el incremento considerable que ha experimentado el precio del aceite de oliva. En efecto, si atendemos al índice de precios percibidos por los agricultores en octubre de 2023, estos se han incrementado para el aceite de oliva en un 79 % respecto al año anterior (MAPA, 2024c).

El análisis de la eficiencia en el sector agroalimentario español empleando modelos no paramétricos, en particular el *Data Envelopment Analysis* (DEA), ha sido objeto de múltiples trabajos. En el caso del sector oleícola, señalar por su novedad en la aplicación de esta metodología en nuestro país, la Tesis Doctoral del profesor Millán (1986) y el trabajo de Damas & Romero (1997). En este último se analiza la eficiencia de 114 almazaras de la provincia de Jaén en el período 1975-1993, a partir de sus cuentas anuales, constatando un sobredimensionamiento de estas y permitiendo su caracterización en cuatro grupos: arriesgadas, políticas, conservadoras y consolidadas. La consideración de la Política Agraria Común en este tipo de análisis de eficiencia tiene un ejemplo de gran interés en el trabajo de Amores (2006), donde la metodología DEA se aplica a una muestra de 3000 explotaciones olivareras de Andalucía, constatando una mayor eficiencia en aquellas provincias con más presencia de olivar moderno, así como un efecto de escala importante.

Debemos señalar, por su continuidad en el tiempo y su amplitud, los trabajos de las profesoras Dios-Palomares y Mozas junto a sus equipos en la Universidad de Córdoba y de Jaén respectivamente. En el primero de los grupos, y centrándonos en

las medidas no paramétricas, señalar, entre otros, Dios-Palomares *et al.* (2006), en el que se analiza la eficiencia de 102 almazaras de Andalucía en la campaña 2001-2002 considerando variables de entorno (entre ellas ambientales), así como Dios-Palomares & Martínez-Paz (2011), cuyo objeto de estudio es la determinación de la eficiencia de 88 almazaras en Andalucía en la campaña 2005-2006, y donde se lleva a cabo una extensión del modelo DEA incorporando atributos en la tecnología, en particular un índice de calidad y otro ambiental.

En el caso del segundo grupo, destacan trabajos sobre el olivar ecológico y la forma societaria en cuanto al uso y eficiencia de los “social media”. Así, en Medina *et al.* (2015) se analiza la eficiencia de 89 empresas productoras de aceite de oliva ecológico con página web en la campaña 2012-2013, apreciando una relación positiva entre la eficiencia y la adopción de una actitud proactiva ante el negocio digital y la presencia en mercados exteriores, aunque no se constata una relación directa entre dicha eficiencia y el uso de redes sociales o una mayor calidad de la página web. En Fernández *et al.* (2016) la muestra es mayor que en el caso anterior, un total de 147 operadores oleícolas ecológicos andaluces en el año 2015, separando las empresas en función de su forma societaria, siendo las cooperativas y las SAT más eficientes en el uso de las plataformas virtuales, aunque su uso de la web es principalmente transaccional relegando su carácter relacional. Por último, Bernal *et al.* (2018) analizan la eficiencia de 109 empresas productoras de aceite de oliva ecológico con página web en el período 2008-2013, considerando distintos factores que puedan influir en ella, indicando en los resultados que no existe relación entre la eficiencia económica y el hecho de apostar por una página web, independientemente de la calidad de esta.

Otro campo de análisis es el relativo a la eficiencia de las figuras de calidad diferenciada en el sector del aceite de oliva, tanto las DOP como las Indicaciones Geográficas Protegidas. Montegut *et al.* (2002) analizan para cuatro campañas (1995-1999), la eficiencia de 23 cooperativas pertenecientes a la DO Garrigues (Lleida), no encontrando diferencias significativas en los resultados de las cooperativas que pertenecen a una de segundo grado (Agroles), ni tampoco en cuanto al tamaño de estas. Las DOP de aceite de oliva virgen españolas, como unidades de decisión, son analizadas en diversos trabajos en la última década. En Vidal *et al.* (2014) se analiza la eficiencia de 17 DOPs en el trienio 2008-2010, constatando una tendencia decreciente de los índices de eficiencia, así como una mayor eficiencia en aquellas DOPs más orientadas a los mercados internacionales. Adicionalmente se observa que la mayor parte de las unidades operan bajo Rendimientos a Escala Constantes (CRS) o en un entorno de rendimientos decrecientes. En el trabajo de Aparicio *et al.* (2016) se analizan 15 DOPs en el período 2008-2013, apreciando una mejora en la eficiencia técnica bajo CRS, y constatando un impacto negativo de la crisis financiera de 2008 en la productividad, mejorando ésta a partir de 2012. Por último, Pastor *et al.* (2018) durante el bienio 2012-2013 analizan tanto la eficiencia (incluida la de escala) como la productividad de 22 DOPs, constatando un moderado progreso en la productividad, fundamentalmente debido a un positivo comportamiento del cambio en eficiencia.

El objetivo del trabajo es, por un lado, analizar la eficiencia de un conjunto de empresas oleícolas españolas, y por otro, ver si estos resultados se comportan de manera diferente en función de una serie de factores, en particular: el tamaño empresarial, la forma societaria y la Comunidad Autónoma donde aparece registrada la empresa. En la determinación de los índices de eficiencia se aplicará una medida de eficiencia direccional, más en concreto la *proportional directional distance function* (PDDF; Briec, 1997). Además, y con el fin de analizar si existe un comportamiento diferenciado de las unidades analizadas en función de los tres factores antes señalados, se recurrirá a pruebas estadísticas no paramétricas, en particular la Prueba de Kruskal-Wallis, así como al test de Dunn.

Para esta aplicación práctica se han elegido las empresas oleícolas españolas que aparecen en la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos). En esta base de datos aparecen inicialmente un total de 1.250 empresas dedicadas a la fabricación del aceite de oliva en nuestro país (epígrafe CNAE 2009: 1043). Desafortunadamente no todas las empresas presentan la información necesaria para el análisis, por lo que, tras un proceso de homogenización de ésta, el número de empresas (unidades para el estudio) en el año 2021 se reduce a 429.

En la muestra predominan las Sociedades Limitadas (SL; 82,75 %), seguidas por las Sociedades Anónimas (SA; 12,82 %) y en menor medida las Cooperativas (4,43 %). La presencia de empresas andaluzas es mayoritaria (51,3 %), seguidas por las de Castilla-La Mancha (12,3 %), Cataluña (7,9 %), Aragón (6,3 %), Comunidad Valenciana (5,8 %) y Extremadura (5,3 %). En cuanto al tamaño empresarial, casi el sesenta por ciento son microempresas, el 26,6 % son pequeñas empresas, mientras que el 10 % y el 3,5 % son medianas y grandes empresas respectivamente.

El trabajo se estructura como sigue: en el apartado 1 se presenta una panorámica del sector y de la revisión bibliográfica sobre la materia, así como de los objetivos del trabajo; en el apartado 2 se describe la metodología usada para lograr dichos objetivos; en el apartado 3 se muestran los principales resultados; y por último, el apartado 4 finaliza con la discusión y conclusiones.

## 2. Metodología

El *Data Envelopment Analysis* o Análisis Envolvente de Datos (DEA) es una metodología no paramétrica basada en la programación matemática que permite el análisis de eficiencia de una muestra de unidades homogéneas que consumen el mismo tipo de inputs para producir el mismo tipo de productos. A diferencia de los modelos paramétricos, no precisa de una definición matemática formal de la frontera de producción.

Múltiples son los potenciales modelos disponibles cuando recurrimos a esta metodología, diferenciándose en el cálculo de las distancias a la frontera de la

tecnología estimada. Comenzando por los modelos radiales, los archiconocidos CCR (Charnes *et al.*, 1978) y BCC (Banker *et al.*, 1984); el primero de ellos bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala (CRS) y el segundo bajo rendimientos a escala variables (VRS). Estas medidas radiales permiten la estimación del grado de eficiencia técnica de la unidad evaluada manteniendo constante la combinación de outputs e inputs, atendiendo siempre a la orientación seleccionada en el análisis. Estos modelos radiales, tanto en su orientación output (CCR-O y BCC-O) como input (CCR-I y BCC-I), son los más empleados en las aplicaciones que analizan la eficiencia de la industria oleícola española. En efecto, el modelo CCR-O es el empleado por Damas & Romero (1997), el CCR-I por Montegut *et al.* (2002), el BCC-O por Medina *et al.* (2015), los modelos CCR-O y BCC-O son empleados en el trabajo de Fernández *et al.* (2016) y en los de Bernal *et al.* (2017; 2018), y, finalmente, los modelos CCR y BCC para ambas orientaciones los encontramos en Amores (2006). En los trabajos de Dios-Palomares *et al.* (2006) y Dios-Palomares & Martínez-Paz (2011) se emplea una extensión de los modelos radiales bajo retornos a escala no-crecientes y una orientación input, presentando como novedad el incluir variables de entorno y un programa con tres etapas.

Posteriormente, Charnes *et al.* (1982; 1983) proponen unos modelos multiplicativos recurriendo al logaritmo de los valores originales. No obstante, el avance más importante fue la propuesta de los llamados modelos aditivos (Charnes *et al.*, 1985) donde se considera la eficiencia técnica no radial y por primera vez se modifican conjuntamente outputs e inputs. Por su parte, Lovell & Pastor (1995) fueron los primeros que estudiaron la invarianza a las unidades de medida de inputs y outputs, mientras que en Cooper *et al.* (1999; 2011) se refinan los modelos anteriores dando lugar a las medidas RAM (*Range Adjusted Measure*) y BAM (*Bounded Adjusted Measure*), la primera proporciona una medida de eficiencia entre 0 y 1 bajo CRS, mientras la segunda permite introducir cotas en los valores de inputs y outputs asumiendo siempre VRS. Los modelos aditivos han sido empleados en nuestro país y en el sector oleícola por Aparicio *et al.* (2016) y Bernal *et al.* (2017), mientras que Vidal *et al.* (2014) recurre al modelo BAM. En el caso de Pastor *et al.* (2018), los autores proponen una extensión de los modelos BAM a la familia de las funciones distancia direccionales (DDF), creando una nueva subfamilia que denominan “*partially-bounded CRS-DDF models*”.

Las funciones direccionales destacan por su flexibilidad y en el caso de contar con vectores directores no nulos tanto para inputs como para outputs, se pueden relacionar fácilmente con la “Profit function” (Chambers *et al.*, 1996; 1998). Su flexibilidad queda patente en que cualquier otra medida de eficiencia conocida se puede reformular a través de una función distancia direccional. Briec (1997), por su parte, introduce la función distancia proporcional donde se ponderan de manera comparable los inputs con los outputs. En particular, la función distancia proporcional ha permitido por vez primera la formulación de un índice Malquist que evalúa la productividad total de los factores –de los outputs respecto de los inputs, o viceversa– (Pastor *et al.*, 2020).

Tras revisar la bibliografía sobre la materia, se han seleccionado las variables empleadas en el análisis. Se ha optado por un único output, en este caso la cifra de Ventas de la empresa (euros). Como inputs se han considerado, por un lado, las inversiones a largo plazo de la empresa, en este caso el Inmovilizado (euros) y por otro, los principales gastos de esta, es decir, los Gastos de Personal (euros) y el coste de las compras (Aprovisionamientos, euros). Algunos estadísticos descriptivos de estas variables se muestran en el Cuadro 1.

**CUADRO 1**  
**Variables analizadas. En euros**

	<i>Inputs</i>			<i>Output</i>
	<b>Inmovilizado</b>	<b>Gastos de personal</b>	<b>Aprovisionamientos</b>	<b>Ventas</b>
Media	641.500	43.500	27.500	57.000
Desviación típica	813.879,91	36.062,45	33.234,02	22.627,42
Rango (x 1.000)	[3; 457.751]	[6; 23.005]	[4; 73.7762]	[21; 782.274]

Fuente: Elaboración propia.

La medida de eficiencia empleada es la PDDF (Briec, 1997). Esta medida, al reducir proporcionalmente los inputs y aumentar proporcionalmente los outputs, es evidentemente no orientada, y tiene la virtud de proyectar la mayoría de las empresas sobre la frontera eficiente con VRS. Este tipo de frontera presenta una gran ventaja: la proyección de cada empresa es otra empresa de tamaño similar. Como es bien sabido, cualquier DDF requiere para cada empresa tan solo la resolución del siguiente programa lineal:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\lambda} \beta \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{i=1}^I \lambda_i x_{im} \leq x_{om} - \beta x_{om}, \quad m=1, \dots, M \\
 & \sum_{i=1}^I \lambda_i y_{in}^s \geq y_{on} + \beta y_{on}, \quad n=1, \dots, N \\
 & \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1 \\
 & \lambda_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, I \\
 & \beta \geq 0, \quad (\beta \leq 1)
 \end{aligned} \tag{1}$$

En este modelo  $\beta^*$ , el valor óptimo de la función objetivo es el índice de eficiencia asociado a la empresa  $y_o$  que se está evaluando, donde  $x_o$  es el vector de los  $M$  inputs e  $y_o$  el vector de los  $N$  outputs. El número total de empresas analizadas es  $I$ . Por último  $\lambda_i$  es el peso asignado a cada una de las empresas de la muestra. El sumatorio de los lambdas igual a uno garantiza que el modelo es VRS.

3. Resultados

Los resultados muestran un total de 40 empresas plenamente eficientes según el modelo empleado (Cuadro 2). Esto supone algo más del nueve por ciento de la muestra. Un segundo grupo de empresas, entorno al dieciocho por ciento del total, tiene una ineficiencia reducida (con valores menores a 0,1). Por el contrario, el grupo de empresas con peores resultados, unos índices de ineficiencia superiores a 0,5, apenas suponen el seis por ciento del total. La ineficiencia media de las empresas analizadas es de 0,24.

CUADRO 2  
Índices de ineficiencia

	Unidades ineficientes (388)			Unidades eficientes
	Ineficiencia < 0,1	Ineficiencia [0,1: 0,49]	Ineficiencia > 0,5	
Número de empresas	77 (17,9 %)	285 (66,4 %)	27 (6,3 %)	40 (9,3 %)
Media	0,056	0,262	0,651	0
Desviación típica	0,069	0,280	0,211	0

Fuente: Elaboración propia.

Un segundo paso sería tratar de analizar si las empresas analizadas se comportan, en cuanto a sus índices de eficiencia, de manera diferenciada en función de diferentes factores. Es decir, tratar de ver si elementos como el tamaño empresarial, la forma societaria elegida por la empresa o su localización geográfica, pudieran explicar diferencias en sus indicadores de eficiencia. Pero no debemos perder de vista que no se cumplen los supuestos de normalidad de la muestra, por lo que emplearemos pruebas estadísticas no paramétricas, en particular la Prueba de Kruskal-Wallis (Kassambara, 2023). En caso de que se rechace la hipótesis nula, lo que supondría que no hay diferencias debido al factor, se empleará un test posthoc, el test de Dunn, para determinar qué grupos dentro de cada factor presentan diferencias estadísticamente significativas.



Analizaremos, en primer lugar, si existen diferencias significativas entre los índices de ineficiencia en función del tamaño empresarial. Para ello, adoptaremos la habitual división establecida en el Anexo I del Reglamento (UE) n.º 651/2014 de la Comisión (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2023), distinguiendo entre: Microempresa, Pequeña, Mediana y Gran empresa. Como puede comprobarse en el Cuadro 3, existen diferencias significativas entre grupos, siendo las empresas medianas y pequeñas las más ineficientes en cuanto a los valores medios de sus índices. Por su parte, las empresas grandes, aquellas con mayores valores para las variables analizadas, son las que menores valores de ineficiencia presentan, con más de la mitad de estas empresas siendo plenamente eficientes. No obstante, las microempresas, las de menor tamaño de la muestra y las más numerosas, aunque presentan índices de ineficiencia algo superiores a las grandes, mejoran claramente al resto.

CUADRO 3  
Índices de ineficiencia por tamaño empresarial

Tamaño empresarial*	Número	Unidades Eficientes (%/total grupo)	Media (Rango)	Desviación Típica
Microempresa	257	21 (8,2 %)	0,174 [0; 0,544]	0,130
Pequeña	114	8 (7,0 %)	0,293 [0; 0,737]	0,152
Mediana	43	3 (6,9 %)	0,334 [0; 0,800]	0,208
Grande	15	8 (53,3 %)	0,145 [0; 0,607]	0,215

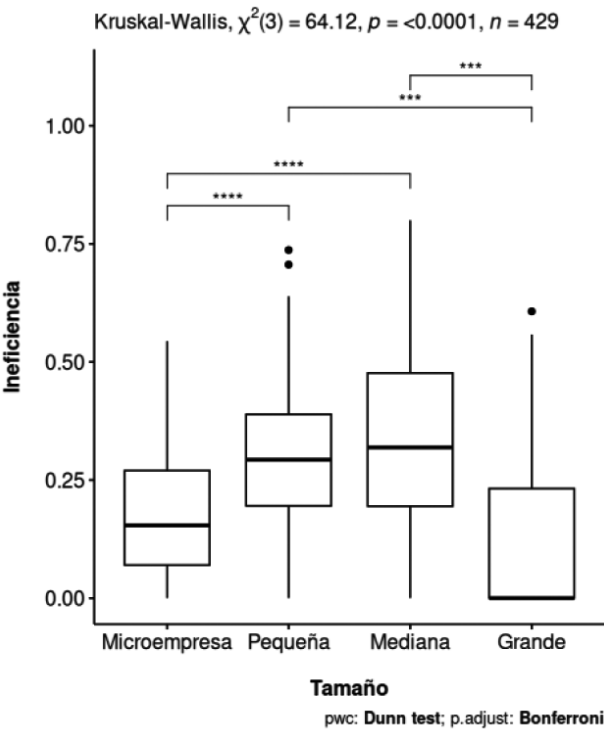
\* Significación asintótica < 0,001.

Fuente: Elaboración propia.

El test de Dunn, con la corrección de Bonferroni (Dinno, 2015), muestra las diferencias entre las medias de los grupos. Las pequeñas y medianas empresas muestran diferencias significativas con microempresas y empresas grandes. En el caso de estas dos últimas no se puede afirmar la existencia de diferencias significativas entre las ineficiencias medias (Gráfico 1).

A continuación, se analizará la influencia del tipo societario elegido, distinguiendo entre Cooperativas, SA y SL (Cuadro 4). En este caso, no se aprecian diferencias significativas en cuanto al valor de los índices de ineficiencia en función de la forma societaria, empleando de nuevo la prueba de Kruskal-Wallis. Por grupos, es en el caso de las SA donde mayor porcentaje de empresas eficientes encontramos.

GRÁFICO 1  
 Índice de ineficiencia por tamaño de empresa



Fuente: elaboración propia.

CUADRO 4  
 Índices de ineficiencia por tipología empresarial

Forma societaria	Número	Unidades Eficientes (%/total grupo)	Media (Rango)	Desviación Típica
Sociedad limitada	355	30 (8,4 %)	0,213 [0; 0,784]	0,156
Sociedad anónima	55	8 (14,5 %)	0,267 [0; 0,800]	0,191
Cooperativa	19	3 (6,9 %)	0,334 [0; 0,800]	0,208

Fuente: elaboración propia.

Por último, si atendemos a la componente geográfica, en particular a la Comunidad Autónoma en la que aparece registrada la empresa correspondiente, no encontramos diferencias significativas entre ellas; en efecto, la variabilidad del índice de ineficiencia es bastante elevada. Aragón y la Comunidad Valenciana presentan un mayor porcentaje de empresas eficientes, aunque los valores medios de ineficiencia son más bajos en Aragón y Cataluña, mientras que en Madrid (sin ninguna unidad eficiente) y Andalucía los índices de ineficiencia alcanzan los mayores valores medios de la muestra (Cuadro 5).

**CUADRO 5**  
**Índices de ineficiencia por comunidad autónoma**

Comunidad autónoma*	Número	Unidades Eficientes (%/total grupo)	Media (Rango)	Desviación Típica
Andalucía	223	22 (9,8 %)	0,242 [0; 0,800]	0,170
Castilla-La Mancha	53	5 (9,4 %)	0,235 [0; 0,539]	0,159
Cataluña	34	3 (8,8 %)	0,158 [0; 0,477]	0,140
Aragón	27	4 (14,8 %)	0,157 [0; 0,420]	0,127
Comunidad Valenciana	25	3 (12 %)	0,173 [0; 0,468]	0,132
Extremadura	23	1 (4,3 %)	0,214 [0; 0,639]	0,174
Comunidad de Madrid	17	0	0,275 [0; 0,572]	0,151
Región de Murcia	14	1 (7,7 %)	0,165 [0; 0,412]	0,115

\* CC.AA. con más de 10 empresas en la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Conclusiones

En el análisis se ha recurrido como medida de eficiencia a la PDDF bajo VRS, una medida no orientada que ha facilitado la proyección sobre la frontera de las unidades analizadas. El número de empresas eficientes alcanza casi al diez por ciento de la muestra. Este resultado está en línea con los registrados por Amores (2006) en los modelos con rendimientos variables, Dios-Palomares *et al.* (2006), Aparicio *et al.* (2016) y Bernal *et al.* (2017; 2018). Sin embargo, son menores a los obtenidos por Medina *et al.* (2015), Vidal *et al.* (2014), Fernández *et al.* (2016) o Pastor *et al.* (2018), con el 35 %, 29 %, 36 % y 18 % de empresas plenamente eficientes, respectivamente. Muy lejos del 55,7 % de empresas eficientes referido por Dios-Palomares *et al.* (2006).

En cuanto a la eficiencia media registrada por las empresas oleícolas analizadas en este trabajo, ésta alcanza el 0,74, similar al de Vidal *et al.* (2014), aunque por encima de gran parte de los trabajos anteriores en nuestro país. En efecto, la eficiencia técnica media en Dios-Palomares *et al.* (2006) es de 0,57, de 0,55 y 0,59 en Bernal *et al.* (2017; 2018), de 0,61 en Medina *et al.* (2015) y de 0,65 en Fernández *et al.* (2016). Sólo es superada por el 0,96 de eficiencia media obtenida en Montegut *et al.* (2002) y el 0,84 de Dios-Palomares & Martínez-Paz (2011).

El segundo de los objetivos del trabajo era tratar de relacionar, al igual que hacen la mayor parte de los trabajos mencionados con anterioridad, los índices de ineficiencia con una serie de factores. En relación con el tamaño empresarial, las empresas grandes se han significado como unas de las más eficientes, en línea con lo obtenido por Amores (2006), donde las explotaciones de mayor tamaño (más de 100 hectáreas) son las más eficientes, y Bernal *et al.* (2017). Por su parte, Montegut *et al.* (2002) y Dios-Palomares *et al.* (2006) no pudieron establecer la existencia de diferencia por tamaño empresarial, mientras que Damas & Romero (1997) constataron que las almazaras de mayor tamaño, debido a un sobredimensionamiento de estas, tenían una peor evolución de sus índices de eficiencia. A tenor de los resultados obtenidos, se podría recomendar a las empresas del sector una doble vía de mejora de la eficiencia, bien, aumentar su tamaño, en aras de mejorar su eficiencia de escala, u optar por empresas más pequeñas pero muy ligadas a una especialización productiva y a unos mercados específicos.

En el caso de la localización, las empresas registradas en Cataluña y Aragón presentan los menores niveles de ineficiencia, si bien no existen diferencias estadísticamente significativas entre las empresas de las diferentes CCAA. Tampoco se han constatado diferencias significativas en cuanto a la eficiencia empresarial atendiendo a la forma societaria (SL, SA o Cooperativa). En cuanto a este último factor, los resultados de los trabajos revisados son opuestos, una mayor eficiencia de las cooperativas frente a su contraparte capitalista en Fernández *et al.* (2016), mientras que Dios-Palomares & Martínez-Paz (2011) constatan una menor eficiencia técnica en las cooperativas frente al resto.

En cuanto a las limitaciones de este trabajo estarían el hecho de contar con un único año en el análisis, lo que nos impide tener una imagen de la evolución de la eficiencia de este tipo de empresas. También, el hecho de no poder contar con los precios percibidos por estas nos impide la posibilidad de obtener la eficiencia asignativa. Obviamente, el hecho de operar únicamente bajo VRS nos imposibilita determinar la eficiencia de escala.

Como desarrollos futuros estarían el contar con datos de varios años sucesivos lo que nos permitirá obtener la productividad total de los factores a lo largo del período de tiempo considerado recurriendo a un índice Malmquist, cosa que no era posible antes del trabajo de Pastor *et al.* (2020). Por otro lado, sería de gran interés en el análisis de los factores que puedan explicar el diferente comportamiento de los índices de eficiencia, el considerar la pertenencia a una DOP o una IGP de las empresas analizadas.

## Referencias

- Amores, A.F. (2006). *Estudio de la eficiencia del olivar andaluz mediante técnicas de análisis envolvente aplicadas a la nueva Política Agraria Comunitaria*. Málaga: Analistas Económicos de Andalucía.
- Aparicio, J., Monge, J.F., Ortiz, L. & Pastor, J.T. (2016). "Changes in productivity in the virgin olive oil sector: An application to Protected Designations of Origin in Spain". *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(3), e0104. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016143-9433>
- Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Bernal, E., Mozas, A., Fernández, D. & Medina, M.J. (2017). "Determining factors for economic efficiency in the organic olive oil sector". *Sustainability*, 9(5), 784. <https://doi.org/10.3390/su9050784>
- Bernal, E., Mozas, A., Medina, M.J. & Fernández, D. (2018). "Evaluation of corporate websites and their influence on the performance of olive oil companies". *Sustainability*, 10(4), 1274. <https://doi.org/10.3390/su10041274>
- Briec, W. (1997). "A graph-type extension of Farrell technical measure". *Journal of Productivity Analysis*, 8, 95-110. <https://doi.org/10.1023/A:1007728515733>
- Chambers, R.G., Chung, Y. & Färe, R. (1996). "Benefit and distance functions". *Journal of Economic Theory*, 70(2), 407-419. <https://doi.org/10.1006/jeth.1996.0096>

- Chambers, R.G., Chung, Y. & Färe, R. (1998). "Profit, directional distance functions, and Nerlovian efficiency". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 98, 351-364. <https://doi.org/10.1023/A:1022637501082>
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Charnes, A., Cooper, W.W., Seiford, L. & Stutz, J. (1982). "A multiplicative model for efficiency analysis". *Socio-Economic Planning Sciences*, 16(5), 223-224. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(82\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0038-0121(82)90029-5)
- Charnes, A., Cooper, W.W., Seiford, L. & Stutz, J. (1983). "Invariant multiplicative efficiency and piecewise Cobb-Douglas envelopments". *Operations Research Letters*, 2(3), 101-103. [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(83\)90014-7](https://doi.org/10.1016/0167-6377(83)90014-7)
- Charnes, A., Cooper, W.W., Golany, B., Seiford, L. & Stutz, J. (1985). "Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions". *Journal of Econometrics*, 30(1-2), 91-107. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90133-2](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90133-2)
- Cooper, W.W., Park, K.S. & Pastor J.T. (1999). "RAM: A Range Adjusted Measure of inefficiency for use with additive models, and relations to other models and measures in DEA". *Journal of Productivity Analysis*, 11, 5-42. <https://doi.org/10.1023/A:1007701304281>
- Cooper, W.W., Pastor, J.T., Borras, F., Aparicio, J. & Pastor, D. (2011). "BAM: a bounded adjusted measure of efficiency for use with bounded additive models". *Journal of Productivity Analysis*, 35, 85-94. <https://doi.org/10.1007/s11123-010-0190-2>
- Damas, E. & Romero, C. (1997). "Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993". *Economía Agraria*, 180(2), 279-304. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_reca/r180\\_09.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_reca/r180_09.pdf)
- Dinno, A. (2015). "Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test". *The Stata Journal*, 15(1), 292-300. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>
- Dios-Palomares, de Haro-Jiménez, T.R., & Martínez-Paz, J. (2006). *Eficiencia técnica en el sector oleícola. Un nuevo método con factores ambientales*. Obtenido de: Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia. <https://www.centrodeestudiosandaluces.es/publicaciones/eficiencia-tecnica-en-el-sector-oleicola-un-nuevo-metodo-con-factores-ambientales>

- Dios-Palomares, R. & Martínez-Paz J.M. (2011). "Technical, quality and environmental efficiency of the olive oil industry". *Food Policy*, 36(4), 526-534. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.04.001>
- Fernández, D., Mozas, A., Bernal, E. & Medina, M.J. (2016). "Uso y eficiencia de la social media. Un análisis desde la economía social". *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 88, 5-27. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.88.8974>
- Kassambara, A. (2023). *rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests. R package version 0.7.2*. Obtenido de: <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>
- Lovell, C.A.K. & Pastor, J.T. (1995). "Units invariant and translation invariant DEA models". *Operations Research Letters*, 18, 147-151. [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0167-6377(95)00044-5)
- MAPA. (2024a). *Producciones Agrícolas. Aceite de Oliva*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/aceite.aspx>
- MAPA. (2024b). *Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/>
- MAPA. (2024c). *Índices y Precios Percibidos Agrarios*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/economia/precios-percibidos-pagados-salarios/precios-percibidos-por-los-agricultores-y-ganaderos/default.aspx>
- Medina, M.J., Bernal, E., Mozas, A., Moral, E. & Fernández, D. (2015). "Efficiency of organic farming companies that operate in an online environment". *Custos e @gronegocio on line*, 11(4), 264-289. <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero4v11/12%20farming%20english.pdf>
- Millán, J. (1986). *Eficiencia, dimensión y crecimiento de las cooperativas olivareras de Jaén*. Obtenido de: Universidad de Córdoba. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=107293>
- Montegut, Y., Sabaté, P. & Clop, M.M. (2002). "Análisis de la eficiencia del asociacionismo cooperativo en la DO Garrigues, Lleida". *Investigación Agraria. Serie Producción y Protección Vegetales*, 17(3), 441-456. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=283652>

- 
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2023). *Portal IPYME*. Obtenido de: Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. <https://ipyme.org/es-es/queespyme/Paginas/concepto.aspx>
- Pastor, J.T., Aparicio, J., Alcaraz, J., Borrás, F. & Vidal, F. (2018). “Bounded directional distance function models”. *Central European Journal of Operational Research*, 26, 985-1004. <https://doi.org/10.1007/s10100-018-0562-7>
- Pastor, J.T., Lovell, C.A.K. & Aparicio, J. (2020). “Defining a new graph inefficiency measure for the proportional distance function and introducing a new Malmquist Productivity Index”. *European Journal of Operational Research*, 281(1), 222-230. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.021>
- Vidal, F., Pastor, J.T., Aparicio, J. & Pastor, D. (2014). “Las Denominaciones de Origen de aceite de oliva virgen en España. Un análisis de su eficiencia técnica”. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 110(2), 208-222. <https://doi.org/10.12706/itea.2014.013>