

## **XI Encuentro de Economía Aplicada**

### **Eficiencia Medioambiental y Forma Jurídica en el Sector Oleícola.**

**RAFAELA DIOS-PALOMARES**

e-mail: [rdios@uco.es](mailto:rdios@uco.es)

Departamento de Estadística

Universidad de Córdoba

Tfno 957218479

**ANGEL PRIETO GUIJARRO**

e-mail: [alpiste@usal.es](mailto:alpiste@usal.es)

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología

CSIC. Salamanca

Tfno 923219606

**JOSÉ MIGUEL MARTÍNEZ-PAZ**

e-mail: [jmpaz@um.es](mailto:jmpaz@um.es)

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Murcia

## RESUMEN

Este trabajo recoge los resultados obtenidos en una investigación sobre la eficiencia técnica y medioambiental del sector productor de aceite de oliva en la región andaluza, con especial atención al comportamiento gestor que realizan las industrias almazaras según sean o no empresas cooperativas. La hipótesis de comportamiento la planteamos debido a que las empresas cooperativas pueden estar sometidas a diversos condicionantes; tales como la limitación en la transmisión de las participaciones, el hecho de ser común la propiedad, y el problema de la delegación de autoridad, lo que puede originar inversiones poco rentables y aumento en los costes.

Se estudia el nivel de eficiencia técnica y medioambiental, utilizando la metodología de análisis envolvente de datos (DEA) con funciones distancia no radiales, incorporando tres outputs: un índice de calidad y el volumen de producción de aceite, considerados como deseables y un output medioambiental del proceso productivo, construido este último en forma de índice agregado, como Proxy del impacto para cada empresa. El modelo, maximiza los outputs deseables y minimiza el output no deseable, dados los inputs de trabajo y capital (inmovilizado y circulante).

Para incorporar la diferencia supuesta en productividad debida a la forma jurídica, ese incorpora al modelo una variable de entorno categórica que recoge esta característica. El análisis de la eficiencia productiva se realiza combinando la metodología desarrollada por Dios et al (2006), sobre la medida de eficiencia con variables de entorno con las funciones de distancia no radiales, Prieto et al (2004), lo que permite incorporar simultáneamente la minimización del output no deseado con el efecto entorno en el índice de eficiencia de cada empresa.

Encontramos que el efecto del entorno es significativo. No obstante los niveles de eficiencia son altos; si bien serían posibles reajustes productivos en el uso de inputs junto con la disminución del impacto ambiental.

*Palabras clave:* Impacto ambiental; cooperativa, DEA, eficiencia técnica, funciones distancia, aceite de oliva.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Este trabajo recoge los resultados obtenidos en una investigación sobre la eficiencia técnica y medioambiental del sector productor de aceite de oliva en la región andaluza, con especial atención al comportamiento gestor que realizan las industrias almazaras según sean o no empresas cooperativas.

Dadas las circunstancias que rodean al sector objeto de estudio, se puede afirmar que interesa que dicho sector se mueva tanto hacia un aumento de la producción eficiente desde el punto de vista técnico, como a la apertura de mercados que le permitan vender el producto a precios cada vez más competitivos. Para conseguir esta competitividad, sin embargo, es imprescindible ofrecer un producto con escasos competidores y de inmejorable calidad.

Por todo ello, consideramos de interés para el sector de las industrias almazaras de Andalucía la realización de un análisis que permita obtener información referente a su nivel actual en el uso eficiente de los recursos empleados, procurando un máximo en el nivel de calidad de su producción y en el estado de cumplimiento de la normativa establecida por la Administración referente a esto último y al respeto medioambiental.

Todas estas razones nos han llevado a plantear una amplia investigación sobre las industrias almazaras de Andalucía, para lo cual hemos contado con soporte económico por parte de la Fundación Centro de Estudios Andaluces de Andalucía y de la Universidad de Córdoba a través de su Programa Propio de Investigación. Se trata de un trabajo donde se realiza un análisis de eficiencia globalizado teniendo en cuenta todos los factores implicados en el proceso.

El análisis de eficiencia en producción es aplicado con mucha frecuencia en trabajos de investigación económica, tanto en el ámbito de la eficiencia técnica a través de función frontera de producción, como de la eficiencia asignativa y económica tomando como base la frontera de costes o la de beneficios. Las dos metodologías más empleadas en la actualidad en la estimación de la eficiencia mediante función frontera son, la programación matemática mediante Análisis Envolvente de Datos o DEA (Seiford y Thrall, 1990) y la que se denomina frontera econométrica (Battese y Coelli, 1995). Ambos métodos permiten estimar el nivel de eficiencia

medio de la muestra así como el índice de eficiencia de cada empresa. Un buen tratado sobre los aspectos más relevantes de esta materia se encuentra en el trabajo coordinado por Álvarez (2001), así como en los realizados por Kumbhakar y Lovell (2000).

En relación con las aplicaciones al sector alimentario, cabe mencionar la realizada a las industrias agroalimentarias de Aragón por Feijoo y Pérez (1994), el trabajo de Vidal y Campo (2000) sobre las Cooperativas de Comercialización Hortofrutícola de la Comunidad Valenciana y el análisis efectuado por Dios-Palomares y Martínez (2002) al sector de empresas distribuidoras de alimentación (MERCAS) en el ámbito de datos de panel.

En el sector del olivar se han efectuado análisis de eficiencia cuyos resultados se recogen en Dios-Palomares y Calatrava (1998). En cuanto al análisis de eficiencia de industrias almazaras, el pionero fue el de Millán (1986).

En relación a la presente línea de investigación los trabajos realizados con anterioridad a la fecha recogen análisis de eficiencia desde distintos puntos de vista. Así, en (Dios et al, 2005 a) la investigación consistió en el estudio estructural del sector así como el diseño y estimación de los índices de calidad y respeto medioambiental.

En el ámbito del estudio de la eficiencia técnica se planteó en primer lugar el análisis mediante métodos no paramétricos (DEA), considerando como único output la producción de aceite, y tres input que recogen el trabajo, el capital fijo y el circulante, aunque incluyendo también otros factores que comentamos a continuación.

Recientemente se vienen desarrollando métodos de estimación de eficiencia que tienen en cuenta la presencia de factores externos al proceso de producción, los llamados “*factores de ambiente*” o *de entorno*<sup>1</sup>, y que son incontrolables por parte de los responsables de las unidades de gestión de las muestras estudiadas. Estos factores responden al hecho de que existen circunstancias particulares para las distintas submuestras, lo que provoca que la frontera no sea común a todas las unidades. La realización de un análisis sin tener esto en cuenta da lugar a que

---

<sup>1</sup> Aunque la denominación más generalizada en la literatura para este tipo de factores es la de “*variables ambientales*”, se optó por el término *variables de entorno* por no provocar confusión alguna con las de carácter medioambiental.

empresas que no llegan a la frontera por imperativos de su entorno son calificadas como ineficientes.

Uno de los enfoques que se ha llevado a cabo para la inclusión en el análisis de eficiencia de variables de entorno es el que se denomina “*de programas*” y fue inicialmente planteado por Charnes, *et al.* (1981), con el fin de estudiar posibles diferencias inducidas por la aplicación de un *programa de actuación* en un subgrupo concreto de colegios públicos. Este método estima fronteras separadas para los distintos subsectores y posteriormente proyecta sobre la frontera para eliminar la ineficiencia intraprograma. Una segunda frontera a partir de los datos corregidos para toda la muestra, da lugar a estimaciones de distancias que únicamente se deben al efecto del programa; estas últimas distancias permiten la evaluación de dicho programa. Por tanto, el objetivo de este método es la valoración del efecto de la *variable de entorno* considerada.

En nuestro caso, tras estudiar las productividades y en base al conocimiento de la industria oleícola, se implementó un nuevo método para el análisis considerando dos variables de entorno categóricas, que son: la forma jurídica (empresa cooperativa o capitalista) y el tamaño (Dios-Palomares *et al.*, 2005 b). Así, se propuso un método de tres etapas para variables de entorno categóricas que, bajo las mismas hipótesis que el antes descrito de Charnes *et al.* (1981), permite además estimar la eficiencia de cada empresa una vez corregido el efecto debido a la variable de entorno. En este trabajo quedó patente una menor productividad para las empresas cooperativas con relación a las otras, y la idoneidad de tener en cuenta esta circunstancia a la hora de analizar la eficiencia del sector.

Posteriormente se planteó un análisis globalizado, multi-output multi-input, y aplicando distintas metodologías como son DEA (Dios-Palomares *et al.*, 2005 c), y modelos econométricos de función distancia donde además se comparan distintas distancias y orientaciones (Dios-Palomares y Martínez, 2006). Sin embargo, en este último enfoque, y con motivo de aplicar las distancias radiales implícitas en los modelos DEA más utilizados (Charnes *et al.*, 1978 –CCR- y Banker *et al.*, 1984 –BCC-), al efecto medioambiental se le dieron tratamiento de output

deseable y para ello se especificó como una medida del respeto por el medioambiente que tienen las empresas almazaras.

En el presente trabajo, sin embargo, consideramos más idóneo establecer una medida de impacto medioambiental, a la que le daremos carácter de output no deseable, viéndonos en ese caso obligados a aplicar la metodología que oportunamente nos lleva a aplicar distancias no radiales. Concretamente especificaremos el modelo de eficiencia medioambiental de modo que nos acercaremos a la frontera mediante distancias hiperbólicas que permitan aumentar los output buenos a la vez que se disminuye el output no deseable.

Aunque se han realizado trabajos incorporando el impacto medioambiental al modelo como un input, en nuestro caso consideramos más idóneo hacerlo como output. Para ello nos basamos en que el tratamiento de las externalidades mediante la representación axiomática de la producción, considerando producción conjunta, es superior al enfoque basado en tratar al contaminante como input, pues no es posible sustituirlo por otros inputs *convencionales*. Por ejemplo, la producción de aceite de oliva mediante el proceso de extracción, utilizando aceitunas como materia prima, produce alpechines, no siendo posible sustituirlos por las aceitunas al ser un subproducto de estas.

En base a los resultados alcanzados en las anteriores fases de la investigación, se plantea la necesidad de considerar como variable de entorno la forma jurídica bajo la hipótesis de que las empresas cooperativas se ven afectadas por determinados factores que las hacen tener diferente frontera que las empresas capitalistas.

Esta idea ha sido ampliamente debatida y fundamentada en diversos trabajos científicos siendo el pionero debido a Berle y Means (1932). En general, son más numerosos los trabajos teóricos en los que se fundamenta la existencia de una mayor eficiencia por parte de las empresas capitalistas en comparación con las cooperativas, que los que argumentan en sentido contrario (Surroca et al, 2006). En el campo empírico, solo se encuentran algunos que traten este tema (Porter y Scully, 1987 y Ferrier y Porter, 1991).

Hay que comentar que las diferencias en eficiencia se atribuyen a las propias características empresariales que se derivan de la estructura de la propiedad. Así, encontramos diferencias de funcionamiento que tienen repercusión en las decisiones sobre inversiones y en los costes, siendo esto fundamental en la gestión de los recursos en el proceso de producción.

Con respecto a los factores que pueden provocar menos eficiencia en las empresas cooperativas encontramos en primer lugar que la limitación en la transmisión de las participaciones y el hecho de ser común la propiedad, provoca que los socios propietarios no se arriesguen a tomar decisiones con respecto a inversiones importantes con resultados a largo plazo. Por otro lado, el problema de la delegación de autoridad puede incrementar los costes en el caso de la empresa cooperativa, siendo también dignos de tener en cuenta en estas empresas los costes de influencia (Iliopoulos y Cook, 1999).

En cuanto a los argumentos en sentido contrario, cabe mencionar el ahorro en costes de transacción por la integración vertical y la ventaja de que son los mismos propietarios los que aportan la materia prima. A esto se suma la alta protección fiscal que se traduce en proporcionar tipos impositivos bajos y subvenciones importantes que no reciben las empresas capitalistas.

Aunque en general en los trabajos referidos se estudia el problema denominándolo “diferencia en eficiencia”, nosotros consideramos que el debate hay que plantearlo en términos de productividad en el sentido de que los dos grupos de empresas tendrán distinta frontera, al tener distinta tecnología de producción. Por este motivo, es necesario incluir en el análisis de eficiencia una variable categórica de entorno, y aplicar un método que tenga esto en cuenta. Aunque en trabajos previos hemos encontrado menos productivas a las empresas cooperativas, la hipótesis de partida de este trabajo es el planteamiento de distintas fronteras, dejando que los resultados de la aplicación confirmen dicha hipótesis y también el sentido de la diferencia en productividad.

Nos planteamos, por tanto, como objetivo general de esta investigación, el análisis de eficiencia de las empresas almazaras, considerando simultáneamente el impacto medioambiental como output no deseable y una variable categórica de entorno que recoge la estructura de la

propiedad de las empresas. A tal efecto hemos implementado un método mixto donde se combina el modelo DEA ambiental basado en la función de distancia hiperbólica, Färe et al. (1985), Färe et al. (1989) con el propuesto por Dios-Palomares et al (2006), para variables de entorno categóricas.

Tras la introducción que se acaba de presentar, el trabajo continúa con la descripción de los aspectos metodológicos del trabajo, que da paso al capítulo de resultados, terminando con un epígrafe de conclusiones. Por último se relaciona la bibliografía referenciada.

## **2.- METODOLOGIA**

Para la realización de la investigación, se dispone de una base de datos correspondiente a 806 industrias almazaras de Andalucía durante la campaña 2001-2002, proporcionados por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía. Una vez depurados los datos, la información recogida en 30 variables aporta una rica base para el estudio estructural de dicha industria en Andalucía. Las variables más relevantes se refieren a la producción de aceite, cantidad de aceituna procesada, y otros aspectos como el sistema de extracción, almacenamiento y gestión de efluentes. Asimismo, resulta muy interesante la distinción en cuanto a tipo de empresa, ya sea cooperativa, sociedad u otra forma legal. Se remite al lector interesado en dicho análisis estructural a la referencia Dios-Palomares et al, (2005a), donde se presenta el mismo y junto con otros resultados referentes al estudio de la tecnología de producción de las industrias almazaras, y su implicación en la calidad e impacto ambiental.

Con respecto al análisis de eficiencia, esta base de datos no ha resultado suficiente por carecer de la información correspondiente a los inputs, por lo que ha sido necesario obtener datos mediante la compra de informes de cuentas de las empresas, en los registros mercantil y de cooperativas. Asimismo, se ha realizado una encuesta a las empresas objeto del estudio, con el fin de recabar más información sobre aspectos socioeconómicos y otros relacionados con la calidad y el impacto medioambiental.



Después del proceso de muestreo y la depuración de los datos, el número de empresas almazaras que forman parte del estudio han sido 88.

**Tabla nº 1.- Variables del modelo de eficiencia**

	Variables	
Outputs	PA	Producción de aceite (Tm)
	IC	Índice de Calidad
	IA	Índice de Impacto ambiental
Inputs	CC	Capital circulante (€)
	CF	Capital fijo (€)
	GP	Gasto de Personal ( €)

Para realizar la estimación de la eficiencia técnica y medioambiental, se utiliza la metodología de análisis envolvente de datos (DEA) con funciones distancia no radiales. Las variables se especifican en la tabla nº 1. Los dos primeros outputs, producción (PA) y Calidad (IC) son productos deseables, mientras que el impacto ambiental del proceso productivo (IA) es un producto no deseable, construido este último en forma de índice agregado, como Proxy del impacto para cada empresa. El modelo, maximiza los outputs deseables y minimiza el output no deseable, dados los inputs de trabajo y capital (inmovilizado y circulante).

La producción de aceite utilizada ha sido la correspondiente a la campaña estudiada (2001-2002). El utilizar el capítulo de gastos de personal en lugar de la más habitual variable física de empleo (horas trabajadas, numero de empleados equivalentes a tiempo completo, etc.) se debe a que mientras que los informes de los registros se recogían de forma sistemática y precisa, los datos referentes al empleo mezclaban diferentes métodos de computo del trabajo que hacia poco fiables su inclusión en el modelo. El capital circulante ha sido medido por los gastos totales de consumos de explotación y de mantenimiento y el capital fijo se corresponde a la partida de amortizaciones anuales del inmovilizado de la empresa.

En referencia al modelo de eficiencia ambiental, hemos de comentar que, una vez definido el conjunto de posibilidades de producción ambiental, la medida de eficiencia exige determinar la forma en que nos acercamos a su frontera. El desarrollo primario de DEA se apoyó en la posibilidad de disminuir (aumentar) los inputs (outputs) equiproporcionalmente, dados los outputs (inputs), lo que origina las funciones radiales de distancia tecnológica orientadas al input (output). Fueron introducidas por Debreu (1951) y Farrel (1957)<sup>2</sup> en el contexto técnico y por Shephard (1953, 1970) para establecer la equivalencia entre teoría de la firma y tecnología –dualidad-, pero sin una equivalencia entre distancia y medida de eficiencia

Färe et al. (1985) introducen la función de distancia hiperbólica –FDH- con objeto de medir la posibilidad de expandir los outputs y contraer los inputs simultáneamente. La denominan hiperbólica por la forma como alcanza la frontera del conjunto de posibilidades de producción; y supone una generalización respecto a las funciones de distancia radiales. Färe et al. (1989) utilizan FDH para medir el comportamiento ambiental, al permitir el tratamiento asimétrico de la producción conjunta, si bien modelan también la reducción equiproporcional de inputs. Diversas características de la frontera ambiental pueden encontrarse en Prieto y Zofío (1996)<sup>3</sup>.

Sobre la base de los argumentos expuestos en la introducción, se presenta como necesario un análisis previo de diferencias entre los dos grupos de empresas que se forman en la muestra debido a su diferente forma jurídica, esto es: cooperativas y no cooperativas. Este análisis nos ofrece información sobre la necesidad de incorporar la variable “forma jurídica” como variable de entorno.

Así, de los datos de la muestra, que presentamos en la tabla nº 2, podemos ver que 40 empresas son cooperativas, mientras que 48 no lo son. Por otro lado, en dicha tabla podemos ver los valores medios de las variables incluidas en el análisis, separando los dos grupos, con el

---

<sup>2</sup> Para medir el grado de eficiencia, Farrel (1957) utiliza la propiedad algebraica de que las distancias a una recta desde cualquier punto situado en el semiplano que no contiene el origen de coordenadas son positivas.

<sup>3</sup> Aplicaciones empíricas de FDH se encuentran en Ball et al. (1994, 2004), Hernández-Sancho et al. (2000), Zaim y Tasking (2000), Zofío y Prieto (2001). En el contexto de la dualidad, Chambers et al. (1996, 1998) desarrollan la función de distancia direccional –FDD- y Chung et al. (1997) lo hacen en el contexto de índices de productividad. Aplicaciones pueden encontrarse en Weber y Domazlicky (2001), Domazlicky y Weber (2004), Picazo-Tadeo et al. (2005), Färe et al. (2005).

fin de compararlos. Asimismo, se han realizado contrastes estadísticos de diferencias de medias mediante la prueba t de Student, cuya significación se presenta en la última columna.

Existen diferencias significativas en las medias de la cantidad de aceituna molturada y el aceite producido, y también en el capital empleado, siendo mayores en las empresas cooperativas. Esto es un índice aproximado de que las empresas cooperativas son de mayor tamaño que las que tienen otra forma jurídica.

**Tabla n° 2.- Diferencias en medias según Forma jurídica**

	COOPERATIVAS	NO COOPERATIVAS	Sign. P. v.
<b>Número</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	
<b>Aceituna</b>	<b>7353523,13</b>	<b>4010340,38</b>	<b>0.002</b>
<b>Aceite</b>	<b>2181,40</b>	<b>1197,48</b>	<b>0.00</b>
<b>Índice Calidad</b>	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	
<b>Índice Medioambiental</b>	<b>0,39</b>	<b>0,38</b>	
<b>Capital Circulante</b>	<b>4648,36</b>	<b>2242,56</b>	<b>0.00</b>
<b>Capital Fijo</b>	<b>154,41</b>	<b>84,36</b>	<b>0.00</b>
<b>Gasto en Personal</b>	<b>133,64</b>	<b>103,00</b>	

No obstante, como se puede apreciar de mejor forma la diferencia de comportamiento que justifica la hipótesis de que cada grupo tiene una frontera distinta, es a través del estudio de las productividades marginales con respecto al aceite producido, que se pueden observar en la tabla n° 3.

**Tabla n° 3.- Diferencias en ratios según Forma jurídica**

	COOPERATIVAS	NO COOPERATIVAS	Sign. P. v.
<b>Prod. Capit. Circulante</b>	<b>0,49</b>	<b>0,73</b>	<b>0.019</b>
<b>Prod. Capit. Fijo</b>	<b>15,70</b>	<b>17,26</b>	
<b>Prod. Personal</b>	<b>18,51</b>	<b>20,92</b>	
<b>Cap. Circ. / Tn Aceituna</b>	<b>803,83</b>	<b>661,65</b>	
<b>Cap. Circ. / Tn Aceituna</b>	<b>29,97</b>	<b>31,02</b>	
<b>Gast. Pers. / Tn Aceituna</b>	<b>24,67</b>	<b>37,83</b>	

Como se puede observar en dicha tabla, las tres productividades de los inputs son mayores en el grupo de las empresas no cooperativas, aunque solo es significativa la diferencia relativa a la del capital circulante. Esto es congruente con la gran diferencia encontrada entre los dos grupos para el consumo de capital circulante por tonelada de aceituna molturada.

A la vista de los datos anteriores se puede considerar que es conveniente incorporar al estudio de la eficiencia la variable de entorno ya definida, planteando la hipótesis de que las empresas cooperativas pueden tener diferente frontera que las no cooperativas por las razones ya apuntadas.

Para incorporar la diferencia supuesta en productividad debida a la forma jurídica, se incorpora al modelo una variable de entorno categórica que recoge esta característica. El análisis de la eficiencia productiva se realiza combinando la metodología desarrollada por Dios et al (2006), sobre la medida de eficiencia con variables de entorno, con las funciones de distancia no radiales, Prieto et al (2004), lo que permite incorporar simultáneamente la minimización del output no deseado, con el efecto entorno en el índice de eficiencia de cada empresa.

Concretamente, el nivel de eficiencia global de las empresas almazaras se calcula mediante la resolución del método que denominamos MAP3E, es decir Método Ambiental de Programas en tres Etapas, con función distancia hiperbólica (FDH) que podemos esquematizar de la siguiente forma:

- 1) Se divide la muestra en los dos grupos: COPE (empresas cooperativas) y NOCOPE (Empresas no cooperativas).  
Se estima la eficiencia mediante FDH para cada grupo de forma independiente y se llevan todas las empresas a su frontera.
- 2) Unidas todas las empresas se vuelve a estimar la eficiencia mediante FDH y se calcula la distancia a la frontera, que es el efecto entorno.
- 3) Se corrigen los datos originales con estas distancias y se vuelve a estimar la eficiencia (FDH) para obtener la eficiencia corregida del entorno.

### 3.- RESULTADOS

Como fase previa al análisis de eficiencia se ha realizado un análisis descriptivo de las variables implicadas en el mismo siendo los resultados los que se presentan en las siguientes tablas.

La tabla nº 4 recoge la descriptiva de la producción de aceite y los inputs capital y trabajo, especificados mediante las variables capital circulante, capital fijo y personal, tal como se ha comentado en el apartado de metodología. También hemos incluido los valores descriptivos de la variable aceituna molturada, muy relacionada con la cantidad de aceite procesado, y que constituye el indicador de la dimensión para las empresas almazaras.

A la vista de los datos de dicha tabla se aprecia una gran variabilidad en la magnitud de todas las variables, signo indicativo de que entre las 88 almazaras estudiadas, hay empresas muy pequeñas y otras extremadamente grandes. De hecho, tras un análisis inicial tomamos la decisión de prescindir de algunas que presentaban valores extremos como por ejemplo con más de 7.000 Tm de aceituna molturada.

**Tabla nº 4. - Estadísticos descriptivos de output e inputs**

	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo
Aceite (Tn.)	1.583,14	1.329,68	184,85	5.228,72
Coste del Personal €	115,82	114,57	3,23	7.47,04
Capital circulante €	3.278,81	2.939,67	176,87	1.2011,40
Capital fijo €	112,62	95,25	3,40	4.86,66
Aceituna molturada (Tn.)	5.282,88	5.079,69	254,02	21.481,51

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas.

La tabla nº 5 muestra la descriptiva de los índices de calidad e impacto ambiental, una vez determinados los conceptos y pesos de cada ítem que los componen, y recogidas a través de encuestas los datos de las variables correspondientes para cada empresa almazara. Se puede apreciar en la misma, que existe un moderado nivel de calidad, con una media en torno a 50.

Con respecto al índice de impacto medioambiental, el valor medio del 38,2 nos indica que no siendo muy elevado en general dicho impacto en la muestra, si se podría mejorar tratando de reducirlo.

**Tabla nº 5.- Descriptiva de los índices de calidad y medioambiente**

Índice	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Calidad	31,6	68	49,7	6,7
Impacto Ambiental	17	61	38,2	8,1

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta.

La tabla nº 6 presenta los estadísticos descriptivos de los índices de eficiencia que resultaron de la aplicación del método MAP3E bajo los supuestos en la última etapa de rendimientos constantes (Eficiencia Técnica) y rendimientos variables (Eficiencia Pura). La eficiencia de escala, que es el cociente entre la técnica y la pura, se presenta también en dicha tabla, así como el porcentaje de empresas eficientes para cada medida.

**Tabla nº 6.- Estadística básica de los índices de eficiencia**

	Técnica (CSR)	Pura (VRS)	Escala (SCA)
Mínimo	0,65	0,66	0,74
Máximo	1,00	1,00	1,00
Media	0,91	0,95	0,96
Std. Dev.	0,09	0,07	0,06
Empresas eficientes (%)	27,27	51,14	27,27

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta.

Como ya se ha comentado, las medidas que surgen como solución del método muestran los niveles de eficiencia una vez corregido el efecto de la estructura de la propiedad. En suma, estas medidas ya no se ven influidas por esa variable de entorno, con lo que miden realmente niveles de buenas o malas actuaciones de las empresas almazaras en la gestión de los recursos, sin que la distancia a la frontera sea atribuible a ninguno de los factores comentados en la introducción, en relación con la estructura de la propiedad.

Por otro lado dada la especificación del modelo, el nivel de ineficiencia evaluado como la distancia hiperbólica a la frontera de cada empresa, nos indica las posibles mejoras esperables en aumento de producción y de calidad y simultáneamente en disminución del impacto medioambiental.

Encontramos, a la vista de los resultados que los niveles de eficiencias son altos en media, aunque el mínimo de eficiencia técnica es de 0,65. Por otro lado hay un alto porcentaje (27,27%) de empresas totalmente eficientes tanto técnicamente como en escala.

**Tabla nº 7 Asociación entre IE y otras variables del modelo**

	<b>crs</b>	<b>vrs</b>	<b>sca</b>
<b>Aceite</b>	<b>Ns</b>	<b>+</b>	<b>Ns</b>
<b>Índice de calidad</b>	<b>Ns</b>	<b>+</b>	<b>Ns</b>
<b>Índice de Impacto Medioambiental</b>	<b>-</b>	<b>Ns</b>	<b>-</b>
<b>Consumo de factores</b>	<b>- P</b>	<b>- P</b>	<b>- CC y P</b>
<b>Productividades de los factores</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Capital Circulante / Aceituna</b>	<b>-</b>	<b>Ns</b>	<b>Ns</b>

En adición, hemos evaluado las posibles relaciones de los índices estimados con las variables y ratios del modelo. En la tabla nº 7 se presentan los resultados del estudio de dichas asociaciones realizadas mediante métodos no paramétricos. Así, se aprecian

congruencias ya que las empresas más eficientes son las que obtienen más output deseables y las que tienen productividades marginales más altas. Por el contrario, las menos eficientes son las que consumen más inputs.

Resulta de interés, asimismo, el estudio del efecto de entorno para buscar respuestas a la problemática planteada sobre la variable considerada que es la estructura de la propiedad. Dicho efecto lo evaluamos mediante la distancia resultante de la segunda etapa del método aplicado. Dado que el efecto implica la existencia de distinta tecnología de producción y por tanto de distinta frontera, éste se mide separando los dos grupos de empresas y analizando si la diferencia en la media de la distancia mencionada en ambos grupos, es estadísticamente significativa. Así, si se da esta circunstancia, el grupo con mayor valor en el efecto entorno tendrá, por sus condiciones particulares, menos productividad que el otro. En este caso, tanto las razones teóricas comentadas, como nuestros trabajos previos nos ofrecían, en principio, más base para pensar en que el efecto debería ser superior para las cooperativas que para las empresas capitalistas.

Los datos correspondientes a dicho efecto, tal como se muestra en la tabla nº 8, confirman esta hipótesis, habiendo encontrado una significación estadística del 1 por mil en la prueba efectuada.

**Tabla nº 8.- Efecto del entorno sobre la eficiencia**

Grupo	Efecto del entorno (%)
Cooperativas	3,5
No Cooperativas	0,3

Una vez aceptada la presencia de diferentes fronteras, se deduce que el enfoque de incluir la variable de entorno ha sido oportuno, y necesario, ya que de no haberlo hecho habrían resultado las empresas cooperativas perjudicadas en la estimación de la eficiencia con respecto a las capitalistas.



Posteriormente, hemos analizado las diferencias entre los dos grupos de empresas en cuanto a la verdadera eficiencia que hemos calculado aplicando el método MAP3E.

A la vista de los datos de la tabla nº 9, donde la tercera columna recoge la significaron estadística de la prueba, se deduce que la eficiencia media es mayor para las empresas no cooperativas que para las cooperativas, tanto en retornos constantes como en escala. Sin embargo en el modelo de retornos variables, aunque hay también diferencia en el mismo sentido, la prueba t de Student sale no significativa.

**Tabla nº 9.-Diferencias en eficiencia entre los dos grupos**

	<b>Cooperativas</b>	<b>No cooperativas</b>	<b>P. Val</b>
<b>IE R. Constantes</b>	<b>0,817</b>	<b>0,893</b>	<b>0.001</b>
<b>IE R. Variables</b>	<b>0,907</b>	<b>0,918</b>	<b>NO SIG</b>
<b>IE Escala</b>	<b>0,901</b>	<b>0,973</b>	<b>0.00</b>

Esto significa que después de haber corregido del efecto del entorno, que no depende de la propia gestión de la empresa, aún siguen siendo menos eficientes las cooperativas cuando se comparan con toda la muestra (retornos constantes) y también son mas ineficientes en escala, es decir que no están en su tamaño óptimo. Esto sin duda tiene relación con el hecho de que son de mayor tamaño en general que las empresas no cooperativas.

Para completar la comparación de los niveles de eficiencia entre los dos grupos hemos realizado un estudio del número de empresas que pertenecen, en cada uno de los grupos, a tres estratos definidos según el valor del índice de eficiencia. El primer estrato incluye las empresas totalmente eficientes, el segundo las empresas ineficientes y con índice superior al primer cuartil (Q1) y en el tercero las empresas ineficientes con índice inferior a dicho cuartil. Las tablas nº 10, 11 y 12 recogen la información referente a las clasificaciones realizadas para los índices en rendimientos constantes, rendimientos variables y de escala respectivamente.

**Tabla n° 10.-Índice en Rendimientos Constantes: Comparación entre grupos**

	<b>Cooperativas</b>	<b>No cooperativas</b>	<b>Total</b>
<b>Eficientes</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>19</b>
<b>Ineficientes mayor de Q1</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>47</b>
<b>Ineficiencia menor de Q1</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>22</b>
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>88</b>

En el caso del índice bajo rendimientos constantes se aprecia que de las 19 empresas totalmente eficientes solo 2 son cooperativas, siendo 17 empresas no cooperativas. En cambio, para el estrato de menor índice es superior el número de empresas cooperativas que el de las que tienen otra forma jurídica.

**Tabla n° 11.-Índice en Rendimientos Variables: Comparación entre grupos**

	<b>Cooperativas</b>	<b>No cooperativas</b>	<b>Total</b>
<b>Eficientes</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>32</b>
<b>Ineficientes medios</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>33</b>
<b>Ineficiencia menor Q1</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>23</b>
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>88</b>

Cuando se trata del modelo bajo rendimientos variables, las diferencias en número de empresas en cada estrato son inapreciables para las empresas menos eficientes, pero sin embargo existe la misma pauta que en rendimientos constantes en el sentido de que hay más empresas no cooperativas en el grupo de las eficientes y menos en el estrato de ineficientes por encima de Q1.

**Tabla 12.-Índice de eficiencia de escala Comparación entre grupos**

	<b>Cooperativas</b>	<b>No cooperativas</b>	<b>Total</b>
<b>Eficientes</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>36</b>
<b>Ineficientes medios</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>33</b>
<b>Ineficiencia menor Q1</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>19</b>
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>88</b>

Realizando el mismo estudio para la eficiencia de escala, se puede observar igual resultado.

Así, con estos análisis comparativos se confirma que los niveles de eficiencia son inferiores para las empresas cooperativas, aun después de corregir la diferencia estructural que las condiciona a tener menos productividad, lo que significa que también se detecta posible mejora en la propia gestión de las empresas cooperativas.

#### **4.- CONCLUSIONES**

En este trabajo se analiza la eficiencia del sector oleícola en Andalucía en el contexto de la modelización de funciones de producción frontera aplicando métodos no paramétricos.

El planteamiento se realiza con un enfoque global, donde se hacen intervenir como objetivos fundamentales en dicha industria el aumento de la producción de aceite, y de la calidad y la disminución del impacto que las empresas almazaras ocasionan en el medioambiente, por medio de vertidos de subproductos y otras incidencias dignas de evitar en lo posible, como ruidos, etc. Para el tratamiento de este último output no deseable, se aplica el modelo MADH, en el que la aproximación a la frontera se realiza mediante distancia hiperbólica.

En las empresas almazaras estudiadas, podemos encontrar dos grupos diferenciados en cuanto a la estructura de la propiedad de modo que hay un 42% de empresas que son

cooperativas, teniendo el resto otra estructura distinta que denominamos capitalista. Las diferencias en productividad encontradas, nos ha hecho que estudiemos el problema del análisis de eficiencia, bajo el prisma de que ambos grupos podrían tener distinta frontera, y por este motivo hemos incluido en la metodología esta característica como variable de entorno.

Para ello se presenta un método nuevo que integra el modelo de tres etapas (Dios-Palomares et al.) con el modelo MADH.

Los niveles de eficiencia encontrados, una vez eliminado el efecto del entorno, resultan muy altos en media, en torno al 90%, si bien hay empresas que podrían aumentar hasta en un 40% su nivel de calidad y de producción y disminuir el impacto medioambiental en el mismo porcentaje. Por otro lado en relación a la eficiencia de escala, hay solo un 27% de empresas operando en su tamaño óptimo, no siendo sin embargo muy altas las ineficiencias de escala de las empresas almazaras que no operan en retornos constantes.

Encontramos que el efecto del entorno es significativo, lo que justifica y valida la utilización del método que se presenta. No obstante, comparando los grupos en cuanto a la forma jurídica encontramos que aún habiendo corregido dicho efecto de diferente frontera, las empresas cooperativas resultan mas ineficientes que las que tienen otra forma jurídica. Por tanto, proponemos como meta para el sector que se intenten paliar las limitaciones derivadas de la estructura de la propiedad para cooperativas incidiendo sobretudo en el problema de la ineficiencia de escala.

## 5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. (Ed.) (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Pirámide. Madrid.
- Ball, V. E., C. A. K. Lovell, H. Luu, and R. Nehring (2004). "Incorporating Environmental Impacts in the Measurement of Agricultural Productivity Growth," *Journal of Agricultural and Resource Economics* 29, 436-460.
- Ball, V. E., C. A. K. Lovell, R. Nehring, and A. Somwaru (1994). "Incorporating Undesirable Outputs into Models of Production: An Application to U.S. Agriculture", *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales* 31/2, 60-74.
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science* 30 (9), 1078-1092.
- Battese, G. E., and T. J. Coelli (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics* nº 20.
- Berle, A., and G. Means. (1932). *The Modern Corporation and Private Property*. MacMillan, New Cork.
- Chambers, R. G., Y. Chung, and R. Färe (1996). "Benefit and Distance Functions", *Journal of Economic Theory* 70, 407-419.
- Chambers, R. G., Y. Chung, and R. Färe (1996). "Profit, directional distance functions, and Nerlovian efficiency", *Journal of Optimization Theory and Applications* 98 (2), 351-364.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes (1978). "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units", *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes (1981). "Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to program follow through", *Management Science* 27 (6), 668-697.
- Chung, Y. H., R. Färe, and S. Grosskopf (1997). "Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach", *Journal of Environmental Management* 51, 229-240.

- Debreu, G. (1951). "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica* 19, 273-292.
- Dios-Palomares, and R. J. Calatrava (1998). "Measuring Productive Efficiency in Spanish Olive Tree Farms" IFCS-98.- VIIIth Conference Of The International Federation Of Classification Societies. Roma
- Dios-Palomares, R., and J. M. Martínez (2002). "A non parametric analysis on efficiency and productivity changes in the food distribution sector", *Empirical Economics Letters* nº 1, 2, 45-66.
- Dios-Palomares, R., T. de Haro Jiménez, y M. Montes Tubío (2005a). "Estudio estructural del sector oleícola de Andalucía. Nivel de calidad y respeto medioambiental de las industrias almazaras. Expoliva 2005 Jaén."
- Dios-Palomares, R., J. M. Martínez, y T. de Haro Jiménez (2005b). "Análisis de eficiencia de las industrias oleícolas de la provincia de Córdoba. Un estudio con variables de entorno", II Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Córdoba. 2005.
- Dios-Palomares, R., J. M. Martínez, y T. de Haro Jiménez (2005c). "Accounting for technical, quality and environmental efficiency in the olive oil industry", IXEWEP. Bruselas. 2005.
- Dios-Palomares, R., y J. M. Martínez (2006). "Eficiencia técnica de la industria oleícola en Andalucía mediante funciones distancia", I León Workshop en eficiencia y productividad. León, Septiembre 2006.
- Dios-Palomares, R., J. M. Martínez, y F. Martínez-Carrasco Pleite (2006). "El análisis de eficiencia con variables de entorno: un método de programas con tres etapas", *Estudios de Economía Aplicada* 24-1, 1-23
- Domazlicky, B. R., and W. L. Weber (2004). "Does Environmental Protection Lead to Slower Productivity Growth in the Chemical Industry?," *Environmental and Resource Economics* 28(3), 301-324.
- Färe, R., S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell (1985). *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluwer-Nijhoff Publishing Boston.

- Färe, R., S. Grosskopf, C. A. K. Lovell, and C. Pasurka (1989). "Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Non-parametric Approach", *Review of Economics and Statistics* 75, 90-98.
- Färe, R., S. Grosskopf, D. W. Noh, and W. Weber (2005). "Characteristics of a Polluting Technology: Theory and Practice," *Journal of Econometrics* 126, 469-492.
- Farrell, M. J. (1957). "The measurement of efficiency productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, serie A*, 120, 253-266.
- Feijoo, M. L., y L. Pérez, (1994). "Determinación paramétrica de fronteras de producción: Eficiencia productiva en empresas agroalimentarias en Aragón", *Investigación Agraria. Economía* 9 (2), 267-278
- Ferrier, G. D., and P. K. Porter (1991). "The productive Efficiency of US Milk Processing Cooperatives", *Journal of Agricultural Economics* 42, 161-173.
- Hernández-Sancho, F., A. J. Picazo-Tadeo, and E. Reig-Martínez (2000). "Efficiency and Environmental Regulation", *Environmental and Resource Economics* 15, 365-378.
- Illiopoulos, C., and M. L. Cook (1999). "The Efficiency of Internal Resource Allocation Decision in Customer-owned Firms: The influence Cost problem." Papel presentado en la tercera conferencia anual de la Internacional Society for new Institucional Economics, Washington D.C., September 16-18.
- Kumbhakar, C. A., and C. A. K. Lovell (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.
- Millán, J. (1986). "Eficiencia, dimensión y crecimiento de las cooperativas olivereras de Jaén". Tesis doctoral. E.T.S.I.A.M. de Córdoba.
- Porter, P. K., and G. W. Scully (1987). "Economic Efficiency in cooperatives", *Journal of law and Economics* 30: 489-512.
- Picazo-Tadeo, A. J., E. Reig-Martínez, and F. Hernández-Sancho (2005). "Directional Distance Functions and Environmental Regulation", *Resource and Energy Economics* 27(2), 131-142.

- Prieto, A. M., y J. L. Zofio (1996). “Modelización de los efectos de la regulación ambiental con fronteras tecnológicas DEA”, *Revista Española de Economía Agraria* 175, 63-85.
- Prieto, A. M., y J. L. Zofio (2004). “Modelización de la gestión ambiental preventiva mediante estándares”, *Investigaciones Económicas* 28, 43-66.
- Seiford, L. M., and R. M. Thrall (1990). “Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis”, *Journal of Econometrics*, 46, 7-3.
- Shephard, R. W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press. New Jersey.
- Shephard, R. W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press. New Jersey.
- Surroca, J., M. A. García-Cestona, and L. L. Santamaría (2006). “Cooperate Governance and the Mondragón Cooperatives”, *Management Research* 4 (2), 99-112.
- Vidal, F., B. Segura, y F. del Campo (2000). “Eficiencia de las cooperativas de comercialización hortofrutícola de la Comunidad Valenciana”, *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 188, 205-224.
- Weber W. L., and B. R. Domazlicky (2001). “Productivity Growth and Pollution in State Manufacturing”, *Review of Economics and Statistics* 83 (1), 195-199.
- Zaim, O., and F. Taskin (2000). “A Kuznets Curve in Environmental Efficiency: An Application on OECD Countries”, *Environmental and Resource Economics* 17, 21-36.
- Zofío, J. L., and A. M. Prieto (2001). “Environmental Efficiency and Regulatory Standards: The Case of CO2 Emissions from OECD Industries”, *Resource and Energy Economics* 23, 63-86.