

# Eficiencia técnica en el sector oleícola. Un nuevo método con factores ambientales

RAFAELA DIOS PALOMARES  
TOMÁS DE HARO GIMÉNEZ  
JOSE M. MARTÍNEZ PAZ



El Centro de Estudios Andaluces es una entidad de carácter científico y cultural, sin ánimo de lucro, adscrita a la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía.

El objetivo esencial de esta institución es fomentar cuantitativa y cualitativamente una línea de estudios e investigaciones científicas que contribuyan a un más preciso y detallado conocimiento de Andalucía, y difundir sus resultados a través de varias líneas estratégicas.

El Centro de Estudios Andaluces desea generar un marco estable de relaciones con la comunidad científica e intelectual y con movimientos culturales en Andalucía desde el que crear verdaderos canales de comunicación para dar cobertura a las inquietudes intelectuales y culturales.

**Las opiniones publicadas por los autores en esta colección son de su exclusiva responsabilidad**



## **Eficiencia técnica en el sector oleícola. Un nuevo método con factores ambientales**

**Rafaela Dios Palomares  
Tomás de Haro Giménez  
Universidad de Córdoba**

**Grupo de Eficiencia y Productividad EFIUCO**

**José M. Martínez Paz  
Universidad de Murcia**

**Grupo de Eficiencia y Productividad EFIUCO**

### **RESUMEN**

En este trabajo analizamos la eficiencia considerando variables de entorno en el ámbito del sector oleícola de Andalucía. Se implementa un nuevo método con dos variables, como una ampliación del planteado en una publicación anterior por Dios- Palomares *et al.* Posteriormente se investiga sobre los posibles factores que influyen en la eficiencia con el fin de establecer perfiles y plantear estrategias de mejora. La eficiencia media encontrada es del 57%, siendo la pura del 70% y la de escala del 84%. En cuanto a la determinación de perfiles asociados con el nivel de eficiencia, podemos concluir que no se ha encontrado relación entre los niveles de eficiencia y las variables socioeconómicas como edad, antigüedad, y tecnologías de Internet. Sin embargo, son más eficientes las almazaras que se asocian para comercializar, así como las que realizan doble extracción y las que están situadas fuera del casco urbano.

**Palabras clave:** Eficiencia, Variables ambientales, almazaras

### **ABSTRACT**

The aim of this work is analysing the efficiency of olive oil sector, considering environmental variables. We perform a new method with two environmental variables as an enlargement of the one presented in a previous paper by Dios-Palomares *et al.* Later on, we research on the factors that influence on the efficiency level, in order to establish some strategies of improvement. We found that mean technical efficiency is around 57%, being mean total and scale efficiency around 70% and 84% respectively. Accounting for socioeconomic factors associated with the efficiency level, we can conclude that some variables like age, either of the manager or the firm, and technologies concerned with internet, are not associated with the efficiency level. Nevertheless, those firms that belong to a marketing association, have high efficiency level, the same occurring with those firm that perform a double olive oil extraction or are placed out of the urban population.

**Keywords:** Efficiency, environmental variables, olive oil industries

**JEL classification:** D24, C61, M11

## 1.-Introducción

El presente trabajo recoge resultados de una investigación llevada a cabo con el fin de analizar el nivel de eficiencia de las empresas oleícolas en Andalucía.

El sector oleícola, que es el objeto de este estudio, es la parte central de una cadena que comienza en el sector olivarero y termina con el sector envasador del aceite de oliva. Es imprescindible, por tanto, al tratar de estudiar el primero, tomar en consideración también el olivarero, por la estrecha relación entre ambos. De hecho, si consideramos la circunstancia de que un alto porcentaje de las industrias almazaras se constituyen en cooperativa, hay que reconocer el gran solapamiento entre los empresarios de los dos sectores. Por otro lado, desde el punto de vista técnico, hay una relación inmediata debido a que el producto de uno (la aceituna), es precisamente la materia prima del otro.

La relevancia del olivar en la zona geográfica de la cuenca mediterránea es sobradamente conocida, siendo el aceite de oliva un componente importante de la denominada «dieta mediterránea».

En la industria oleícola, nos encontramos en la actualidad, con que la política agraria común europea (PAC) afecta al desarrollo de la actividad productiva de forma considerable. Con respecto a los costes, la variable que puede verse afectada es el precio pagado por la aceituna como materia prima. Como es bien conocido, el sector del olivar se ha venido beneficiando con subvenciones comunitarias que suponen una importante ayuda económica permitiendo su rentabilidad. Así, el principal instrumento de regulación del sector es la Organización Común de Mercado del aceite de oliva, de acuerdo al reglamento (CEE) 136/66, y sus reformas de los años 1998 (Reglamento (CE) 1638/98) y 2004 (Reglamento (CE) 865/2004).

Ya en el marco de la reforma de 1998, el establecimiento por parte de Bruselas de una cantidad mínima garantizada insuficiente para cubrir las producciones ordinarias de nuestro país, ha estado provocando las consiguientes penalizaciones en la ayuda a la producción percibida por los olivicultores españoles; esto ha dado lugar a que España haya resultado en desventaja con respecto a otros países como Italia. Por otra parte, la reciente reforma de 2004 no hace sino mantener el “status quo” al consolidar el volumen

global de la ayuda por países, dejando a éstos la posibilidad de decidir sobre el nivel que puedan representar las ayudas desacopladas de la producción (régimen de Pago Único), respecto a la ayuda fija por hectárea-SIG oleícola. En el caso de España estos niveles se han fijado en el 95% y 5%, respectivamente, en un intento de velar por el mantenimiento de los olivares españoles. Esta circunstancia hace que el futuro del sector del olivar haya que plantearlo de modo sostenible y no dependiendo de ayudas económicas, que se prevé queden recortadas considerablemente a medio-largo plazo, lo que probablemente redundará en un mayor coste de la materia prima para las industrias almazaras. Por otro lado, el aumento de la producción de aceite, vía rendimiento, vendrá dado por una mejora en las tecnologías de producción y en la gestión de los demás recursos, incluidos los humanos. Estas mejoras se podrán llevar a cabo con un conocimiento más especializado de la tecnología de producción sumado a una inversión de capital. Estos aspectos suponen en general un aumento de los costes que tendrán que ser repercutidos en los precios de venta.

En este contexto, queda claro que interesa que el sector oleícola 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. La competencia en precios será alcanzable solo minimizando costes de producción.

Por todo ello, consideramos muy interesante para el sector de las industrias almazaras de Andalucía la realización de un análisis de eficiencia que nos permita obtener información referente a su nivel actual en el uso eficiente de los recursos empleados, así como en el nivel de calidad y seguridad alimentaria 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 contamos 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 en curso donde se realizará 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, 1992). 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 Coelli *et. al.* (1999) o Kumbhakar y Lovell (2000).

A nivel nacional no son muchos los trabajos de análisis de eficiencia realizados en el sector agrario y ganadero, aunque merecen especial mención las aplicaciones al sector lechero realizadas en su gran mayoría en la universidad de Oviedo. Particularizando al sector agrario, Cañero y Calatrava (2001) y Dios-Palomares y Martínez (2004) analizaron la eficiencia de explotaciones hortícola bajo abrigo. Vicario et al (2000) realizaron un análisis de eficiencia en explotaciones multicultivo. Otra comparación de la eficiencia de dichas explotaciones con el índice de innovación se presenta en Dios-Palomares et al (2003). En el sector de cítricos, Picazo y Reig (2003), recientemente han llevado a cabo estudios de eficiencia aplicando distancias no radiales.

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 la 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 ellos se presenta un análisis realizado a nivel nacional sobre una muestra de explotaciones de olivar, concluyendo que la eficiencia técnica media del sector es de 0.9, con una elevada desviación típica. De esta información se deriva la posible mejora del sector estableciendo medidas que lleven a ello. Sin embargo la falta de datos de tipo socioeconómico no permitió detectar los posibles factores determinantes de la eficiencia, aunque si se pudo establecer cierta asociación entre eficiencia y tamaño de la explotación.

En cuanto al análisis de eficiencia de industrias almazaras el único trabajo que conocemos en España es el de Millán (1986).

La falta de estudios que analicen el nivel de eficiencia de esta industria, junto con la necesidad de ello ya comentada, son razones suficientes para el planteamiento del análisis propuesto. En este trabajo se recogen los resultados y conclusiones derivados de una primera etapa del trabajo de investigación. En ella, hemos ceñido dicho análisis al estudio de la eficiencia técnica de empresas almazaras ubicadas en la provincia de Córdoba, en espera de completar el trabajo de campo que nos proporcionará la información referente a las demás provincias de la Comunidad Autónoma.

El estudio de la eficiencia técnica mediante métodos frontera, en su imprescindible análisis de la tecnología de producción, nos ha llevado a definir outputs e inputs, así como a la detección de posibles heterogeneidades en la misma. Como resultado de lo anterior, se han encontrado dos variables que pueden incidir en diferente productividad. La primera es la condición de ser o no sociedad cooperativa y la segunda el tamaño de la empresa. En base a estas últimas, se plantea la aplicación de métodos específicos que tienen en consideración variables de entorno.

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 entorno*<sup>1</sup>, y que son incontrolables por parte de los responsables de las unidades de gestión de las

---

<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.

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

La idea central de los métodos de análisis con variables de entorno es que la eficiencia que se deriva de la resolución de la frontera incluyendo únicamente las variables propias de la producción, es decir inputs y outputs, contiene solapados dos efectos distintos que se deben, uno a la eficiencia de la empresa dentro de su entorno (frontera) y otro a la diferencia en productividad debida a dicho entorno en comparación con los demás. Si además tenemos en cuenta que el Análisis Envoltante de Datos no tiene capacidad para separar el efecto del error aleatorio, habría que considerar además este efecto dentro de los slacks que resultan de la resolución de un modelo donde no se incluyan las variables de entorno.

De manera general, se puede decir que los esfuerzos efectuados para descomponer estos efectos han dado lugar a los distintos métodos<sup>2</sup>. Uno de los enfoques que se ha llevado a cabo para la inclusión de variables de entorno en el análisis de eficiencia es el que se denomina “de programas” y fue inicialmente planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (1981), con el fin de estudiar posibles diferencias inducidas por la aplicación de un Programa de Actuación en un subsector 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 con 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. El objetivo, por tanto, de este método es la valoración del efecto de la variable de entorno considerada.

En esta misma línea Dios-Palomares et al (2004) plantean un nuevo método de tres etapas con variables categóricas, que supone una continuación de la propuesta comentada de Charnes, Cooper y Rhodes (1981), y que tiene una parte común al de dichos autores, que incluye solo la primera etapa, y la

---

<sup>2</sup> Una exhaustiva revisión de todos estos métodos se puede ver en Rouse ( 1996) y Dios-Palomares et al (2004).



segunda hasta la estimación del modelo DEA conjunto. Para ello proponen una nueva corrección de datos dentro de la segunda etapa, y una tercera etapa que dará origen a las eficiencias corregidas por la variable de entorno.

En este trabajo hemos adaptado el método propuesto en Dios-Palomares et al (2004) al caso en que hay dos variables de entorno de carácter categórico, para el análisis de la eficiencia técnica de las industrias almazaras de Córdoba. Posteriormente hemos investigado en la detección de factores asociados al nivel de eficiencia con el fin de adoptar medidas de mejora de la misma.

El resto del documento se estructura de la siguiente forma: En el apartado que sigue se describe la metodología aplicada en la investigación, cuyos resultados se presentan en el apartado nº 3. Las conclusiones más relevantes se recogen en el apartado nº 4, terminando el documento con las referencias bibliográficas del trabajo.

## **2.-Metodología**

### Método de programas Múltiple DEA+DEA+DEA

#### *1) El método con una variable categórica*

Para describir el método aplicado se plantea el caso de una variable de entorno dicotómica y orientación al input, por simplicidad y sin que esto suponga una grave pérdida de generalidad. El método se aplica sobre una muestra de N empresas, donde las variables a contemplar en el análisis de eficiencia son M outputs ( $y_i$ ), L inputs ( $x_j$ ), con una variable de entorno dicotómica z con valores  $z_h$  para  $h= a, b$ . En función de dicha variable, la muestra queda dividida en dos submuestras, de tamaño  $N_h$ , cuyas matrices de datos serán  $Y_h$  ( $N_h \times M$ ) para los outputs y  $X_h$  ( $N_h \times L$ ) para los inputs, ambas para  $h= a, b$ . El método se puede analizar describiendo las tres etapas en las que se estructura, tal y como se propone a continuación:

*a) Primera Etapa:* Se divide la muestra en las submuestras correspondientes a distintos valores de la variable de entorno, y se estima una frontera mediante DEA para cada una de ellas. Siguiendo con el caso propuesto, se estiman dos fronteras para  $h=a$  y  $h=b$  mediante dos modelos

DEA orientados al input, obteniendo en cada una los *slacks* totales correspondientes a cada input y outputs (en su caso), que denominaremos  $S_{xjh}$  para  $j = 1, \dots, L$ , y  $S_{yih}$  para  $i=1, \dots, M$ . Posteriormente se sustituyen los valores observados de input o output por sus valores objetivos (proyectados sobre la frontera), cada uno en su submuestra correspondiente. De esta forma se elimina la componente de ineficiencia relativa de cada unidad dentro de su grupo. Así, se calculan para cada valor de  $h$  (a y b) los nuevos valores para los inputs y outputs según la siguiente corrección:

$$X^*h(nh, j) = Xh(nh, j) - S_{xjh} \text{ para } j = 1, \dots, L; nh = 1, \dots, N_h$$

$$Y^*h(nh, i) = Yh(nh, i) + S_{yih} \text{ para } i = 1, \dots, M; nh = 1, \dots, N_h$$

siendo  $Xh$  y  $Yh$  los valores originales, respectivamente, de inputs y outputs.

b) *Segunda Etapa*: Se estima una nueva frontera mediante DEA, con todas las unidades y con los valores corregidos. Las nuevas matrices con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todas las unidades muestrales y las denominamos  $Y^*$  ( $N \times M$ ), y  $X^*$  ( $N \times L$ ). En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa orientado al input. La distancia a la frontera estimada en esta segunda etapa recoge precisamente el efecto de la variable entorno, que será utilizado en el procedimiento de contrastación posterior a la tercera etapa.

Igualmente, la resolución del método dará como resultado los *slacks* totales para cada input y output (en su caso) que son  $S^*x_j$  para  $j = 1, \dots, L$ , y  $S^*y_i$  para  $i=1, \dots, M$ . Posteriormente se corrigen los datos originales de inputs y outputs con dichos slacks para eliminar el efecto del entorno. La corrección que se efectúa es la siguiente<sup>3</sup>:

$$X^{**}(n, j) = X(n, j) - S^*x_j \text{ para } j = 1, \dots, L; n = 1, \dots, N$$

$$Y^{**}(n, i) = Y(n, i) + S^*y_i \text{ para } i = 1, \dots, M; n = 1, \dots, N$$

c) *Tercera Etapa*: Se estima de nuevo mediante DEA la envolvente definitiva con los datos originales corregidos y procedentes de la segunda etapa. Como resultado de la corrección, las nuevas distancias a la frontera solo recogerán el efecto de la propia ineficiencia de cada DMU. Las nuevas matrices

<sup>3</sup> Hay que tener en cuenta que esta corrección se efectúa sobre los valores originales y no sobre los que sirvieron de base al modelo de la segunda etapa.

con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todos las unidades muestrales y se denominan  $Y^{**}$  ( $N \times M$ ), y  $X^{**}$  ( $N \times L$ ). En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa orientando al input y que dará como resultado los índices de eficiencia de cada empresa que ya no contienen el efecto de la variable de entorno.

## II) *El método con dos variables categórica*

En el caso de dos variables categóricas, la adaptación del método expuesto se realiza considerando tantos subprogramas como distintos grupos de la muestra se formen como consecuencia de los cruces entre las alternativas de las dos variables. Así, siendo  $n_1$  el número de alternativas de la primera variable de entorno y  $n_2$  el número de alternativas de la segunda variable, el número total de subprogramas será  $n_1 \cdot n_2$ .

## III) *Análisis de contrastación del efecto “entorno”*

La determinación de las variables de entorno que deben tenerse en cuenta en el análisis no es inmediata. Tomando como base los datos recogidos para el análisis de eficiencia, cabría pensar en tres fuentes de información apropiadas para el estudio de dicha incidencia: las productividades individuales de cada input-output, el índice de eficiencia que resultara de un análisis conjunto con toda la muestra, y la comparación entre los resultados con fronteras separadas. No obstante, ninguna de las tres resuelve el problema con satisfacción. Con respecto a las dos primeras, esta claro que ambas incluyen tres efectos solapados debidos respectivamente al entorno, la eficiencia y el error. Por tanto, queda enmascarada la influencia que se quiere determinar. Por otro lado, la consideración de fronteras separadas puede venir afectada por la relatividad de la medida y la comparación entre eficiencias no nos da la comparación entre productividades que es lo que realmente recogería la influencia de la variable de entorno.

Por este motivo, para dicha determinación, resulta imprescindible el conocimiento del proceso de producción en el sector y las distintas alternativas de la variable de entorno, ya que esto aportará información sobre su posible

incidencia, así como sobre el sentido de dicha influencia. Una vez establecidas las variables de entorno, y aplicado el método antes expuesto, resulta imprescindible, sin embargo, la contrastación de la hipótesis de que el efecto entorno realmente es significativo. En caso negativo, habría que realizar el análisis de eficiencia sin tener dicha/s variable/s en consideración.

El contraste se basa en las siguientes variables:

Efecto entorno (  $EE_n$  ): Recogido por medio de la distancia a la frontera en la resolución de la segunda etapa del método.

Incremento porcentual de eficiencia (  $IPE_f$  ): Calculado según la fórmula:

$$IPE_f = \left( \frac{ICE_n - ISE_n}{ISE_n} \right) * 100$$

Siendo:

$ICE_n$  = Índice de eficiencia corregido del efecto de entorno. (Procede de la tercera etapa)

$ISE_n$  = Índice de eficiencia calculado con toda la muestra sin tener en cuenta el entorno. (Hay que calcularlo aparte ya que no es resultado de ninguna etapa del método)

Esta variable mide el cambio porcentual sufrido en cada DMU al tener en cuenta las variables de entorno, con respecto al resultado que se obtiene directamente del modelo DEA sin tomarlas en consideración.

El fundamento del contraste se basa en la idea de que si las variables de entorno realmente inciden en la tecnología de producción, tanto el efecto entorno ( $EE_n$ ) como el incremento porcentual ( $IPE_f$ ) serán significativamente diferentes para las submuestras consideradas en el análisis. Para ello se realizan análisis estadísticos no paramétricos de diferencias de medias. En el caso de dos variables, los métodos aplicados deben permitir la separación de la influencia de cada variable además del de la interacción entre ellas.

### **Datos y variables**

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. Dicho análisis estructural se detalla en una comunicación que se presentó en Expoliva 2005 (Dios-Palomares et al, 2005), junto con otros resultados referentes al estudio la tecnología de producción de las industrias almazaras, y su implicación en la calidad e impacto medioambiental.

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.

En adición, se ha realizado una encuesta a las empresas objeto del estudio, con objeto de recabar más información sobre aspectos socioeconómicos y otros relacionados con la calidad y el impacto medioambiental. Algunas de las variables recogidas las hemos utilizado como factores de eficiencia, entendiendo que podrían estar relacionadas de alguna forma con el nivel de eficiencia encontrado como resultado del análisis.

Después de la depuración de los datos el número de empresas almazaras que forman parte del estudio han sido 102.

#### Función frontera:

La especificación de la función frontera se ha formalizado con las siguientes variables:

#### Output:

*Producción:* Se ha tomado como output la producción de aceite en miles Tn para la campaña estudiada (2001-2002)

#### Inputs:

Los inputs se han establecido en base a los datos de los informes de cuentas de los registros. La información que aportaba el registro oleícola con respecto al empleo no era de calidad, por lo que optamos por trabajar con los datos monetarios.

*Personal:* Gastos totales en personal.

*Capital circulante:* Gastos totales de consumos de explotación y otros gastos de mantenimiento.

*Capital fijo:* Recogido a través de las amortizaciones del inmovilizado.

Variables de entorno:

Las dos variables de entorno han sido las siguientes

*Forma Jurídica:* Es una variable dicotómica con dos opciones según la forma jurídica de la empresa sea de sociedad cooperativa o no. Las otras formas que aparecen en la base de datos son: Sociedad Industrial, Sociedad Agrícola, y S.A.T.

*Tamaño:* Es una variable categórica cuyo origen es otra cuantitativa discretizada en dos tramos. La variable que se toma como base para medir el tamaño ha sido la cantidad de aceituna molturada en la campaña. En base a los datos disponibles, es la que mejor recoge el aspecto del tamaño de la empresa. Se ha establecido el corte en 2.500 toneladas de aceituna molturada.

Las cuatro submuestras o grupos que se crean al considerar dichas variables son:

G1.- Cooperativas con tamaño pequeño

G2.- Cooperativas con tamaño grande

G3.- No Cooperativas con tamaño pequeño

G4.- No Cooperativas con tamaño grande

Factores de eficiencia:

En una fase posterior a la estimación de la eficiencia se ha realizado el estudio de las posibles relaciones entre la misma y los que denominamos factores de eficiencia. Estas relaciones, se han buscado aplicando métodos no paramétricos, con el fin de establecer perfiles de las empresas que mejor han utilizado sus recursos para obtener la producción.

Se han considerado factores de eficiencia a todas aquellas características de las almazaras que puedan tener relación con un empleo de recursos eficiente y sean susceptibles a su vez de ser modificadas a corto plazo. Han sido las siguientes variables: *Estudios del Gerente, Edad, Número de especialistas, Antigüedad del maestro, Pertenencia a agrupaciones,*

*Conexiones a Internet, Nº de Socios, Doble extracción, Situación y Nº de Empleados.*

### 3.- Resultados

#### Descriptiva

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 tablas del 1 al 6.

La tabla 1 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. Esta variable es muy indicativa de la dimensión de las empresas almazaras en este sector, y de hecho ha sido la que hemos utilizado para crear la variable de entorno denominada *Tamaño*.

**Tabla nº 1.- Estadísticos descriptivos de output e inputs**

	Aceite (Tn)	Personal (Miles de €)	Capital circulante (Miles de €)	Capital fijo (Miles de €)	Aceituna molturada (Tn)
Media	1583,14	115,82	3278,81	112,62	5282,88
Desv. Típica	1329,68	114,57	2939,67	95,25	5079,69
Mínimo	184,85	3,23	176,87	3,4	254,02
Máximo	5228,72	747,04	12011,40	486,66	21481,51

Fuente: Elaboración propia

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 102 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 70.000 Tn de aceituna molturada.

En la tabla nº 2 se presentan las distribuciones de las dos variables de entorno y en la nº 3, la división de la muestra en los cuatro grupos con distinto entorno que se consideran en el análisis (Ver metodología).

**Tabla nº 2.- Distribución de las variables de entorno**

Variable	Forma Jurídica		Tamaño	
	Cooperativa	No Cooperativa	Pequeño	Grande
N (%)	42 (41,18 %)	60 (58,82 %)	40 (39,22 %)	62 ( 60,88 % )
Total	102 (100 %)		102 (100 %)	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla nº 3.- Distribución de los grupos de entorno**

Grupo	Cooperativa y pequeña	Cooperativa y grande	No Cooperativa y pequeña	No Cooperativa y grande
N (%)	12 (11,08 %)	30 (29,4 %)	28 (27,5 %)	32 ( 31,4 % )
Total	102 (100 %)			

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de perfiles de las empresas almazaras asociados con los niveles de eficiencia se analizan características de las mismas cuya descriptiva se expone a continuación. En la tabla nº 4 se recogen los estadísticos correspondientes a las variables Edad, Antigüedad del maestro de molino y Nº de Socios de la empresa. La tabla 5 recoge igualmente la variable edad discretizada en tres estratos, pudiéndose apreciar que la frecuencia mayor corresponde a gerentes con edad comprendida entre 35 y 55 años, habiendo solo un 7,8% con más de 55 años.



**Tabla nº 4.- Estadísticos descriptivos de factores de eficiencia cuantitativos**

	Edad	Antigüedad del maestro	Número de socios
Media	41,38	14,95	288
Desv. Típica	9,62	10,97	416
Mínimo	23	2	1
Máximo	67	40	1800

Fuente: Elaboración propia

**Tabla nº 5.- Distribución de la variable edad**

Variable	Edad		
	Menor de 35	De 35 a 55	Mayor de 55
N (%)	30 (29,4 %)	52 (51 %)	8 (7,8 %)
Total	90 (100 %)		

Fuente: Elaboración propia

La antigüedad media del maestro de molino es próxima a los 15 años. Por otro lado, se observa una gran variabilidad en el número de socios de las empresas, alcanzando un máximo de 1800 socios con una media de 416.

En la tabla nº 6 se recogen las distribuciones de los factores de eficiencia que tienen carácter dicotómico. Es notable el hecho de que hay un 61% de empresas que cuentan con personal con estudios específicos relacionados con la industria oleícola, y un 75 % que pertenecen a alguna agrupación del sector. Con respecto a la adopción de nuevas tecnologías, casi todas ( alrededor del 90%) tienen conexión a Internet, y correo electrónico. Sin embargo, solo el 16 % realizan ventas a través de este medio.

**Tabla nº 6.- Distribución de los factores de eficiencia dicotómicos**

Variable	Porcentajes	
	Si tiene	No tiene
Estudios específicos	61,1 %	38,9 %
Pertenencia a agrupación	75,3 %	24,7 %
Pertenencia a agrupación de comercialización	36 %	64 %
Conexión a internet	91 %	9 %
Correo electrónico	87,6 %	12,4 %
Página web	32,6 %	67,4 %
Ventas por internet	15,7 %	84,3 %

Fuente: Elaboración propia

### **Contrastación del entorno**

Una vez estimada la eficiencia de las empresas oleícolas mediante la aplicación del método propuesto, se contrasta la incidencia de las dos variables consideradas como entorno que son: *Forma Jurídica* y *Tamaño*.

El contraste se realiza mediante el estudio de las variables estimadas al efecto que son *Entorno* e *Incremento porcentual de la eficiencia*, que se describen en el apartado de metodología.

En la tabla nº 7 se puede ver los valores descriptivos de la variable entorno a modo comparativo entre cada grupo dentro de las dos variables de entorno independientemente. A la vista de los datos de la tabla, se puede apreciar que el efecto entorno es mayor para las empresas cooperativas que para las que no lo son e igualmente resulta mayor para las empresas pequeñas que para las grandes.

**Tabla nº 7. Descriptiva del efecto de entorno para cada variable de entorno**

	Forma Jurídica		Tamaño	
	Cooperativa	No Cooperativa	Pequeño	Grande
N	42	60	40	62
Media	30.55	8.20	25.73	12.03
Desv. Típica	19.17	12.86	18.55	17.73

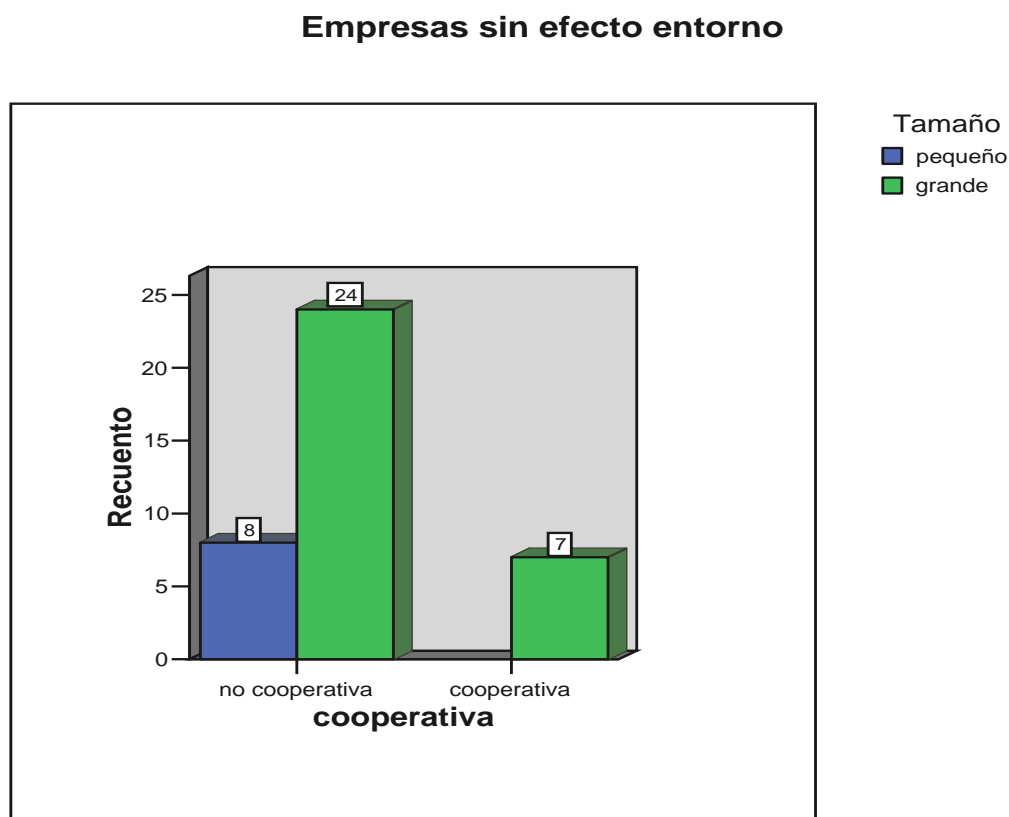
Fuente: Elaboración propia

Analizando la diferencia de medias del efecto entorno entre las dos submuestras de cada una de las dos variables independientemente, el contraste de Mann-Whitney confirma estos resultados con una significación del 1 por mil.

Existen 39 empresas, del total de 102, que no se han visto afectadas por el efecto entorno, lo que indica que se encontraban en condiciones de ventaja con respecto a las otras en el conjunto de la muestra. De estas empresas hay 32 (82,05 %) que no son cooperativas y 36(92,3 %) que son grandes.

El gráfico nº 1 recoge la distribución de estas empresas en función de las dos variables de entorno estudiadas.

Fig nº 1 Distribución de las empresas sin efecto entorno



Teniendo en cuenta que los efectos de las dos variables de entorno se han solapado al ser estudiadas conjuntamente, resulta interesante analizar la posible explicación de la variable entorno ( $EE_n$ ) en función de las mismas. A fin de poder aplicar métodos paramétricos que nos permitan estimar los efectos, hemos realizado un contraste de normalidad para la variable entorno solo para las empresas en que este efecto es mayor que cero. De la aplicación del contraste de Shapiro- Wilk se deduce que se puede aceptar la hipótesis de normalidad ( $P=0,13$ ).

El modelo de regresión estimado es el siguiente:

$$EE_n = 40,00 + 25,57 * cooperativa - 17,491 tamaño$$

(0,000)    (0,000)                    ( 0,000)

Como podemos observar por los valores de los estadísticos t de Student (entre paréntesis), los tres parámetros son muy significativos, y los signos son compatibles con los resultados hasta aquí comentados, ya que supone que el

efecto es mayor para las empresas cooperativas y menor para las empresas grandes, no habiendo resultado significativo el termino que recoge la interacción.

Resulta asimismo interesante realizar una comparación entre las siguientes medidas de la eficiencia: la que resulta de aplicar una frontera conjunta sin considerar las variables de entorno (*ISEn*), y la que se estima en la última etapa del método que proponemos (*ICEn*).

Tras realizar un contraste de diferencias de medias entre estos índices para toda la muestra, los estadísticos de Mann-Whitney nos llevan a rechazar la igualdad con un 1 por mil de significación, tanto para la eficiencia técnica como para la pura. Esto revela que el método aplicado ha provocado un cambio significativo en la estimación de la eficiencia y demuestra, con el apoyo de la significación de la variable efecto, que realmente la primera estimación (*ISEn*), nos hubiera llevado a conclusiones erróneas.

Una vez calculado el Incremento porcentual de eficiencia (*IPEf*) tal como se detalla en la metodología, analizamos esta variable en relación a las dos variables de entorno estudiadas. En las tablas nº 8 y 9 podemos apreciar que los valores que toma esta variable son sustancialmente mayores en las cooperativas y las empresas pequeñas.

**Tabla nº 8.- Descriptiva del IPEf- técnica para cada variables de entorno**

IPEf crs	Forma Jurídica		Tamaño	
	Cooperativa	No Cooperativa	Pequeño	Grande
N	42	60	40	62
Media	0.22	0.10	0.28	0.07
Desv. Típica	0.24	0.37	0.48	0.11

Fuente: Elaboración propia

**Tabla nº 9.- Descriptiva del IPEf- pura para cada variables de entorno**

IPEf vrs	Forma Jurídica		Tamaño	
	Cooperativa	No Cooperativa	Pequeño	Grande
N	42	60	40	62
Media	0.24	0.04	0.17	0.09
Desv. Típica	0.26	0.068	0.25	0.16

Fuente: Elaboración propia

Con objeto de ver si ha sido distinto el incremento para distinto tamaño se han realizado pruebas de diferencias de medias de Mann-Whitney. Asimismo se llevaron a cabo para los dos grupos formados por empresas cooperativas y otras. Los resultados de los contrastes nos llevan a rechazar la hipótesis de igualdad para las dos variables ( $P = 0.001$ ) tanto para la eficiencia técnica como para la pura. También se deduce que este incremento es mayor para las empresas cooperativas y para las pequeñas.

### **Eficiencia**

La tabla nº 10 presenta los estadísticos descriptivos de los índices de eficiencia que resultaron de la estimación de la última etapa del método aplicado y por tanto son los niveles de eficiencia atribuibles a las empresas y que pasamos a comentar .

**Tabla nº 10 Descriptiva de los Índices de Eficiencia**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Empresas eficientes
Ef. Técnica	13	100	56.58	21.40	6 (5.9 %)
Ef. Pura	13	100	68.8	24.98	19 (9.5 %)
Ef. Escala	49	100	83.95	15.41	7 (6.9 %)

Fuente: Elaboración propia

Se han encontrado un total de 19 (9.5 %) empresas almazaras totalmente eficientes si se resuelve el modelo con retornos variables, mientras que solo 6 (5.9 %) son eficientes técnicamente. En cuanto a la eficiencia de escala, hay una empresa que siendo ineficiente técnicamente, se encuentra en su tamaño óptimo al no presentar ineficiencia de escala.

Es interesante, tras la estimación de la eficiencia, analizar la magnitud que presentan los slaks para cada input con el fin de conocer el porcentaje de disminución que se podría conseguir en ellos si elimináramos la ineficiencia. En las tablas nº 11 y 12 se recogen las descriptivas de dichos slacks totales, así como los correspondientes al output. Con respecto a este último, se ha encontrado una empresa almazara que en el caso de eficiencia pura, además de reducir inputs, debería de doblar su producción de aceite para alcanzar dicha eficiencia.

**Tabla nº 11.- Descriptiva de Slacks de empresas ineficientes técnicamente**

	Slacks totales			
	Aceite	Personal	Capital circulante	Capital fijo
Media	0	46,36	46,13	48,12
Desv. Típica	0	19,25	18,99	18,70
Mínimo	0	2,3	2,30	2,30
Máximo	0	89,90	87,00	87,00

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los inputs existe una eficiencia media (considerando tanto la técnica como la pura) entre el 52 y el 60 %, lo que manifiesta que la mejora posible en el sector se puede valorar en torno al ahorro medio del 45 %. Se aprecia si embargo que dicho ahorro es menor en el capital circulante que en el resto de los inputs, debiéndose estas diferencias a los slacks no radiales.

**Tabla nº 12 .- Descriptiva de Slacks de empresas con ineficiencia pura**

	Slacks totales			
	Aceite	Personal	Capital circulante	Capital fijo
Media	2,73	42,44	39,25	39,94
Desv. Típica	12,68	23,45	21,39	22,16
Mínimo	0	0,40	0,40	0,4
Máximo	99,00	91,20	87,00	87,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla nº 13 se presenta la distribución de las empresas almazaras en relación a su comportamiento con los rendimientos de escala, y en ella se puede apreciar que solo hay en torno a un 10% de las mismas que trabajan en su tamaño óptimo, siendo mayor el porcentaje de almazaras que trabajan en retornos crecientes (65,7%) que el de decrecientes (24,5%).

**Tabla nº13- Distribución en cuanto a rendimientos de escala**

<b>Retornos</b>	<b>Frecuencia absoluta</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
constantes	10	9,8 %
crecientes	67	65,7%
decrecientes	25	24,5%

Fuente: Elaboración propia

De las empresas que trabajan en retornos crecientes hay solo un 36 % que son cooperativas mientras que el 64 % no lo son. Con respecto al tamaño encontramos que casi todas pertenecen al estrato de empresas pequeñas (92%).

Sin embargo, si analizamos el tamaño de las que tienen retornos decrecientes, encontramos un 83% de empresas grandes, estando casi por igual repartidas entre cooperativas (47,8 %) y no cooperativas (52,2 %).



## **Diferencias en eficiencia en cuanto a las variables de entorno**

Analizando diferencias en eficiencias con respecto a las variables *Forma Jurídica* y *Tamaño*, encontramos que no hay diferencia significativa al aplicar el contraste de diferencia de medias de Mann-Whitney ni entre diferentes tamaños ni entre cooperativas y otras. Sin embargo, se da la circunstancia de todas las empresas técnicamente eficientes y todas las eficientes en escala son no cooperativas.

## **Relaciones con los factores de eficiencia**

Una vez determinados los niveles de eficiencia del sector, interesa investigar sobre la posible asociación de algunas características de las empresas almazaras con dicho nivel.

Realizadas las pruebas de asociación y correlación con los factores de eficiencias hemos encontrado las asociaciones que se comentan a continuación.

No existe relación entre la eficiencia estimada y las siguientes características: Edad, estudios específicos, antigüedad de maestro de molino, y pertenencia a agrupación, así como todas las relacionadas con las nuevas tecnologías de Internet.

Entre las asociaciones encontradas tras la realización del análisis, cabe comentar que son más eficientes las empresas que se agrupan para comercializar ( $P= 0.045$ ), las que repasan el orujo ( $P=0.021$ ), y las que se encuentran fuera de la ciudad ( $P= 0.035$ ), habiendo encontrado, por el contrario, que las almazaras que cuentan con línea de embotellado son técnicamente menos eficientes ( $P=0.048$ ).

Es digno también de mención el hecho de que existe correlación negativa entre la eficiencia pura y el empleo fijo (0.024). Por otro lado, en lo que se refiere a la eficiencia de escala, esta última esta correlacionada negativamente también con el empleo, tanto fijo ( $P= 0.001$ ), como eventual ( $P=0.00$ ), y con el número de socios ( $P=0.01$ ).

#### 4.- Conclusiones

En este trabajo hemos adaptado el método propuesto en Dios-Palomares et al (2004) al caso en que hay dos variables de entorno de carácter categórico para el análisis de la eficiencia técnica de las industrias almazaras en Andalucía. Posteriormente hemos investigado en la detección de factores asociados al nivel de eficiencia con el fin de adoptar medidas de mejora de la misma.

Tras el estudio de la eficiencia de las industrias oleícolas de Córdoba, y considerando como entorno las variables *Forma Jurídica* y *Tamaño*, podemos concluir que el efecto entorno ha sido significativamente mayor en las sociedades cooperativas que en las que no lo son. Esto implica que la tecnología de producción de las cooperativas no le permiten producir tanto como a las otras, es decir que tienen distinta frontera. Con respecto a la variable tamaño, también resulta este efecto significativamente diferente para los dos grupos estudiados : empresas menores y mayores de 2.500 toneladas. En este caso son las empresas pequeñas la que han sufrido más efecto entorno y por tanto un mayor incremento en el índice de eficiencia al aplicar la metodología específica.

La eficiencia técnica media encontrada es del 57 %, siendo la pura del 70 %. Se ha estimado también una eficiencia media de escala del 84 %, con solo un 10 % de empresas trabajando en su tamaño óptimo, ya que el 66% tienen retornos de escala decrecientes y el 24% crecientes.

En cuanto a la determinación de perfiles asociados con el nivel de eficiencia podemos concluir que no se ha encontrado relación entre las variables socioeconómicas como edad, antigüedad, y tecnologías de Internet y los niveles de eficiencia técnica. Sin embargo si son más eficientes las almazaras que se asocian para comercializar, las que repasan el orujo y las que están situadas fuera del casco urbano. Cabe comentar también que existe correlación negativa entre la eficiencia de las empresas y las características asociadas con el tamaño de la empresa.

Estos resultados, unidos a los encontrados en relación a la variable EEn, y al estudio de la eficiencia de escala, apoyan la conclusión de que un gran número de empresas almazaras de la provincia de Córdoba están sobredimensionadas.

En base a todo lo anterior nos proponemos profundizar en el estudio de la determinación del tamaño óptimo de este tipo de empresa, además de aportar la sugerencia de que se implante la segunda extracción de aceite para aprovechar mejor el contenido de la aceituna y que se pongan los medios para trasladar las empresas a polígonos industriales situados fuera del casco urbano como exige la normativa vigente.

## 5.- Referencias Bibliográficas

ÁLVAREZ, A. (Ed.) (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Ed. Pirámide. Madrid.

BATTESE, G.E.(1992). "Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics". *Agricultural Economics*, 7, pp. 185-208.

BATTESE, G.E.; T.J., COELLI (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data". *Empirical Economics*, nº 20.

CALATRAVA, J. Y CAÑERO, R. (2001): " Funciones de producción frontera en invernaderos almerienses: identificación de factores relacionados con la eficiencia técnica". *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 193, pp. 9-26.

CHARNES, A ;W.W. COOPER Y E. RHODES (1981). "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through". *Management Science*, 27 (6), pp. 668-697.

DIOS-PALOMARES, R.; CALATRAVA, J. (1998), "Measuring Productive Efficiency in Spanish Olive Tree Farms" IFCS- 98.- VIIIth Conference Of The International Federation Of Classification Societies. Roma

DIOS-PALOMARES, R.; J.M. MARTÍNEZ (2002): "A non parametric analysis on efficiency and productivity changes in the food distribution sector" *Empirical Economics Letters*, nº 1,2, p.45-66.

- DIOS-PALOMARES, R.; J.M. MARTÍNEZ. (2004). "A non-parametric efficiency analysis considering exogenous information on production technology" North American Productivity Workshop. Toronto.
- DIOS-PALOMARES, R: DE HARO JIMÉNEZ, T. Y MONTES TUBÍO, M. (2005) "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; F. MARTÍNEZ-CARRASCO (2004). "Variables de entorno en el análisis de eficiencia. Un método de tres etapas con variables categóricas" Documento de trabajo. E 2004 / 78. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla
- DIOS-PALOMARES, R.; J.M. MARTÍNEZ, Y V. VICARIO, (2003). "Eficiencia Técnica e Innovatividad: ¿Indicadores Similares O Complementarios?. Una Aplicación Empírica En El Sector Agrario". Estudios de Economía Aplicada , volumen 21-3, p. 485-502.
- FEIJOO, M. L. Y PÉREZ, L. (1994). "Determinación paramétrica de fronteras de producción: Eficiencia productiva en empresas agroalimentarias en Aragón". Investigación Agraria. Economía, 9 (2), 267-278
- KUMBHAKAR, 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.
- PICAZO, A.J., REIG, E., (2003), "Agriculture externalities and environmental regulation. Evaluating good practices in citrus fruit production", VI Congreso de Economía Aplicada, Granada,

ROUSE, P. (1996). "Alternative Approaches to the Treatment of Environmental Factors in Dea: An Evaluation". Working Paper, University of Auckland, presented at the II Georgia Productivity Workshop.

SEIFORD, L.M.; R.M. THRALL (1990). "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis". Journal of Econometrics, 46, 7-3.

VICARIO, V.; R. DIOS-PALOMARES Y J MARTÍNEZ (2000) "Technical Efficiency Of Multi-Crop Farms". II Oviedo Workshop On Efficiency And Productivity. Oviedo (Spain) 7-9 de Junio.

VIDAL, F.; SEGURA, B. Y DEL CAMPO, F. (2000): "Eficiencia de las cooperativas de comercialización hortofrutícola de la Comunidad Valenciana". Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 188, pp. 205-224.