



**CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social
y Cooperativa, nº 55, agosto 2006, pp. 289-311**

La eficiencia técnica como medida de rendimiento de las cooperativas agrarias

**Isidoro Guzmán Raja
Narciso Arcas Lario
Domingo García Pérez de Lema**
Universidad Politécnica de Cartagena

CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa
ISSN: 0213-8093. © 2006 CIRIEC-España
www.ciriec.es www.uv.es/reciriec

La eficiencia técnica como medida de rendimiento de las cooperativas agrarias

Isidoro Guzmán Raja
Narciso Arcas Lario
Domingo García Pérez de Lema
Universidad Politécnica de Cartagena

RESUMEN

El desarrollo rural pretende garantizar a la población del medio agrario unas condiciones de vida equiparables a las de las áreas urbanas. De aquí la importancia de contar con agentes capaces de generar iniciativas que contribuyan al desarrollo de las comunidades rurales. Entre estos agentes destacan las cooperativas agrarias debido a su especial vinculación a la población rural y al territorio donde se asientan.

El estudio del rendimiento de estas organizaciones está adquiriendo gran relevancia, máxime teniendo en cuenta la problemática de su medición asociada a sus peculiaridades. Efectivamente, en la medida en que las cooperativas agrarias sean eficientes podrán contribuir a mejorar el bienestar de la población rural.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es conocer la bondad de la técnica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para medir el rendimiento de las cooperativas agrarias. Los resultados del estudio empírico realizado con los datos de 108 cooperativas agrarias demuestran que el cálculo del rendimiento mediante esta técnica es un buen complemento del análisis económico tradicional de las cooperativas agrarias.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo rural, cooperativas agrarias, rendimiento, eficiencia, Análisis Envolvente de Datos, DEA.

CLAVES ECONLIT: M410, P130, Q140.

L'efficacité technique comme mesure de rendement des coopératives agricoles

RÉSUMÉ: Le développement rural essaie de garantir à la population du secteur agricole certaines conditions de vie comparables à celles des zones urbaines. D'où l'importance de compter sur des agents capables d'encourager des initiatives contribuant au développement des communautés rurales. Parmi ces agents, on distingue les coopératives agricoles étant donné leur relation particulière avec la population rurale et le territoire où elles s'établissent.

L'étude du rendement de ces organisations est en train d'acquérir une grande importance, en prenant au maximum en compte la problématique de sa mesure associée à ses particularités. Effectivement, dans la mesure où les coopératives agricoles sont efficaces, elles pourront contribuer à améliorer le bien-être de la population rurale.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de connaître le bien fondé de la technique DEA (Data Envelopment Analysis) pour mesurer le rendement des coopératives agricoles. Les résultats de l'étude empirique réalisée avec les données de 108 coopératives agricoles démontrent que le calcul du rendement par cette technique constitue un bon complément d'analyse économique traditionnelle des coopératives agricoles.

MOTS CLÉ: Développement rural, coopératives agricoles, rendement, efficacité, DEA (Data Envelopment Analysis).

Technical efficiency as a way of measuring the performance of agricultural cooperatives

ABSTRACT: The intention of rural development is to guarantee the population of an agricultural environment a set of living conditions that are comparable to those of urban areas. This is why it is so important that there are agents capable of creating initiatives that contribute to the development of rural communities. These agents include agricultural cooperatives, due to their special links with the rural population and the rural areas in which they are based.

It is becoming increasingly important to study the performance of these organisations, particularly when we consider the problems involved in measuring this as result of their peculiarities. In fact, the degree to which agricultural cooperatives can contribute to the well-being of the rural community depends on their efficiency.

In view of this situation, the aim of this paper is to explore the advantages of Data Envelopment Analysis (DEA) as a technique for measuring the performance of agricultural cooperatives. The results of the empirical study carried out using data from 108 agricultural cooperatives show that calculating performance by means of this technique proves to be a satisfactory complement to traditional methods of economic analysis of agricultural cooperatives.

KEY WORDS: Rural development, agricultural cooperatives, performance, efficiency, Data Envelopment Analysis, DEA.

1.- Introducción¹

El reconocimiento del desarrollo rural como segundo pilar de la Política Agraria Común (PAC) le otorga un papel fundamental en el actual modelo agrario de la Unión Europea, cuyo principal objetivo es garantizar a la población de las zonas rurales unas condiciones de vida, al menos, equiparables a las de las áreas urbanas. De aquí la importancia de contar con agentes eficientes capaces de generar iniciativas que contribuyan al desarrollo de las comunidades rurales, poniendo en valor todos los recursos y potencialidades que atesoran.

Entre estos agentes figuran las organizaciones que conforman la economía social, adoptando las cooperativas agrarias un papel destacado debido, entre otros aspectos, a su especial vinculación a la población rural y al territorio donde se asientan, a los principios que comparten con el desarrollo rural² (participación, equidad, subsidiaridad, multifuncionalidad, sostenibilidad, etc.), y a las herramientas que aportan a este desarrollo (información, formación, promoción, divulgación, innovación, asesoramiento, etc.).

Este protagonismo de las cooperativas agrarias en el desarrollo rural ha propiciado que, en los últimos años, hayamos asistido a un creciente interés, tanto en el mundo académico como en el de los negocios, por estudiar el rendimiento de estas organizaciones. Efectivamente, en la medida en que las mismas sean eficientes podrán sobrevivir en un entorno cada vez más competitivo y, de este forma, contribuir al impulso del mencionado segundo pilar de la PAC.

En la literatura aparecen una serie de conceptos que son considerados como aspectos positivos en la evaluación de la “bondad de las organizaciones”, tales como: la efectividad, el rendimiento, la productividad, los resultados, la eficiencia y el éxito, definidos de forma muy imprecisa y que se utilizan indistintamente (Shenhav *et al.*, 1994). Estos autores argumentan que a partir de la década de los ochenta el índice dominante en los trabajos ha sido el rendimiento. Sin embargo, la medición de este concepto resulta bastante controvertida, siendo uno de sus principales problemas la elección del criterio más apropiado para su evaluación. Esto ha propiciado que en la literatura encontremos diferentes indicadores del mismo, entre los que destacan las ventas, la cuota de mercado, los beneficios y la rentabilidad, los cuales han sido utilizados de forma individual o combinados según el propósito de la investigación (Kumar *et al.*, 1992).

1.- Este trabajo es una revisión de la comunicación presentada en el I Congreso Iberoamericano de Desarrollo Rural y Economía Social, organizado por la Universidad Católica de Ávila, octubre 2005.

2.- Para una mayor información sobre el papel que juegan las cooperativas en el desarrollo rural se puede consultar el trabajo de Bel y Cabaleiro (2002).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es conocer la bondad de la técnica del Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) para medir el rendimiento de las cooperativas agrarias. El DEA enfrenta los datos de la organización con los de la competencia y resulta especialmente útil para averiguar el grado de adecuación a su entorno más directo. Para ello, en primer lugar, se pretenden obtener distintos grupos de cooperativas con base en las puntuaciones de eficiencia técnica calculadas mediante el DEA y, en segundo lugar, validar dicha variable a través de una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) como medida complementaria del análisis económico sectorial.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: el apartado segundo recoge la técnica DEA como medida de la eficiencia de las unidades de decisión, dedicándose los apartados tercero y cuarto a la realización de un estudio empírico mediante el diseño de un modelo DEA para la evaluación de la eficiencia técnica en las cooperativas agrarias, así como a analizar los resultados obtenidos. Finalmente, el apartado quinto incluye las conclusiones más relevantes del trabajo.

2.- La medida de la eficiencia técnica: el análisis envolvente de datos (DEA)

La problemática de la medida del rendimiento tiene especial incidencia en las empresas que adoptan la forma cooperativa, lo que unido a la importancia de esta fórmula empresarial en el sector agrario, ha hecho de la evaluación de su rendimiento un aspecto de gran interés para la economía agraria (Lermant y Parliament, 1991; Vargas y García, 2003). Frente a las empresas capitalistas, las cooperativas tienen como objetivo maximizar los beneficios de sus socios a través de la prestación de una serie de servicios cuya finalidad va más allá de optimizar la rentabilidad de sus aportaciones. Por ello, el rendimiento de las cooperativas no puede ser evaluado atendiendo exclusivamente a medidas basadas en ratios económicos tradicionales (Lermant y Parliament, 1991; Pratt, 1998; Hind, 1998).

Además, en el caso de las cooperativas agrarias, los ratios económicos son difíciles de interpretar. Esto se debe a la política de liquidación a los socios según el criterio de "*márgenes brutos*", que muchas cooperativas adoptan, en contra del criterio de "*precio de mercado*", que les lleva a un "*excedente cero*" y a repartir beneficios a los socios vía precios (Bel, 1997; Arcas, 1999; Moyano y Fidalgo, 2001; Kyriakopoulos *et al.*, 2004; Arcas *et al.*, 2004).

Las medidas de rendimiento utilizadas con mayor frecuencia en las cooperativas agrarias, en ocasiones de forma combinada, han sido la eficiencia³ (Ferrier y Porter, 1991; Lerman y Parliament, 1991; Hind, 1994; Moyano y Fidalgo, 2001; Sabaté, 2002; Arcas y Ruiz, 2003; Boyle, 2004; Galdeano, 2005), la rentabilidad (Lerman y Parliament, 1991; Barton *et al.*, 1993; Hind, 1994; Trechter, 1996; Sabaté *et al.*, 2000; Moyano y Fidalgo, 2001; Arcas y Ruiz, 2003; Arcas *et al.*, 2004) y la productividad (Barton *et al.*, 1993; Katz, 1997).

Desde el punto de vista económico, la eficiencia de una unidad productiva de decisión (decision making unit, DMU) se identifica mediante la comparación entre los valores óptimos y los obtenidos, tanto desde la perspectiva de la asignación de factores (inputs) como de la obtención de productos (outputs). Si la evaluación de esta variable la realizamos en términos físicos, recibe el nombre de eficiencia técnica, constituyendo una magnitud fundamental del análisis empresarial en el sentido de evaluar la aplicación de los recursos (inputs) para obtener los productos (outputs) que constituyen la actividad principal de la unidad evaluada.

El cálculo de la eficiencia técnica resulta sencillo cuando se abordan procesos productivos con un único producto (output) a partir de la transformación de un solo factor (input), incrementándose la complejidad del problema cuando se estudian procesos productivos multiproducto y/o multifactor. Diversos métodos están disponibles para el cálculo de medidas de eficiencia, cobrando importancia creciente en las últimas décadas el concepto de frontera de producción, mediante el que se puede obtener una medida de eficiencia relativa comparando los niveles de rendimiento de cada DMU respecto de la frontera de eficiencia, que precisamente se forma a partir las unidades más eficientes de acuerdo con la tecnología productiva aplicada.

En nuestro trabajo empírico, para la obtención de los niveles de eficiencia hemos seleccionado la técnica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) capaz de obtener un ratio multidimensional que proporciona un ranking de puntuaciones basado en el trazado de fronteras eficientes a partir de los datos suministrados por el proceso productivo, sin que sea necesario un conocimiento previo de la forma funcional de la función de producción. En este sentido, en la literatura reciente sobre las cooperativas en general, y las agrarias en particular, encontramos estudios que utilizan la técnica DEA para valorar la eficiencia técnica de estas organizaciones (Damas y Romero, 1997; Vidal *et al.*, 2000; Sing *et al.*, 2001; Montegut *et al.*, 2002).

El DEA es un modelo no paramétrico determinístico cuyo desarrollo matemático corresponde al trabajo seminal de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), basado en los trabajos preliminares de Farrell (1957) que investigan el concepto de eficiencia global. Así, a partir de una determinada tecnología productiva, la *eficiencia técnica o productiva* se consigue al obtener el nivel máximo posible de output según una predeterminada combinación de inputs, definiéndose la *eficiencia en precio* como la mejor combinación de inputs que sea capaz de alcanzar un determinado nivel de output con el menor coste,

3.- La medida de la eficiencia también ha sido objeto de estudio en otras empresas del sector agrario, tal como puede verse en los trabajos de Calatrava y Cañero (2001), Dios *et al.* (2003) y Picazo *et al.*, 2003.

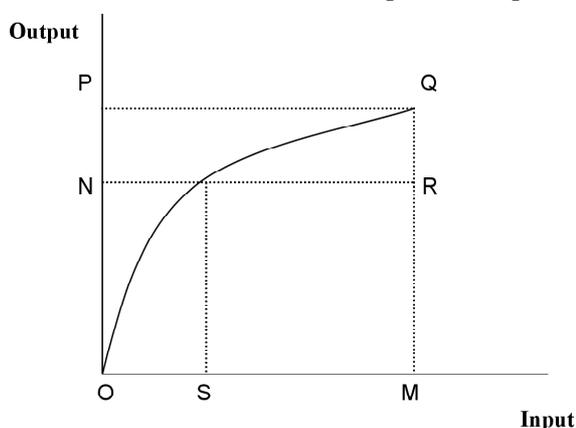
suponiendo conocidos los precios de los diferentes inputs empleados. La *eficiencia global* se obtendría por combinación de la eficiencia técnica y en precio (Thanassoulis, 2001).

El DEA es especialmente útil para medir la eficiencia relativa de unidades económicas de carácter lucrativo y no lucrativo en procesos productivos donde se manejan varios outputs e inputs, habiendo sido aplicado profusamente en sectores tales como educación, sanidad, justicia, transportes, software, industrias extractivas, bancario, etc. Anderson (2005) y Emrouznejad (2005) proporcionan sendas páginas web donde pueden consultarse un ingente número de trabajos ordenados por diferentes campos.

El DEA considera una colección de unidades productivas de decisión (DMUs). Cada una de ellas consume uno o varios inputs para producir uno o varios outputs, pudiendo asumir para el cálculo de la eficiencia relativa una posible doble orientación, según sea el objetivo previamente programado para la investigación. Así, la *orientación-input* identifica la mayor reducción radial de todos los consumos de inputs para obtener un nivel previamente aceptado de outputs, mientras que la *orientación-output* calcula la máxima expansión radial de productos a partir de un determinado nivel asumido de consumos de inputs.

La figura 1 ilustra los dos tipos de orientaciones comentados para el caso de una DMU que produce un único output a partir de la transformación de un único input.

Figura 1. Medidas de eficiencia input /output



Para ambas orientaciones, la DMU R se muestra ineficiente de acuerdo con los niveles de eficiencia técnica de dicha unidad productiva para las dos posibles orientaciones del modelo, que se determinarían considerando la relación con los niveles mínimo o máximo en los que debería de estar operando, y que matemáticamente se corresponderían con los siguientes ratios incluidos en el cuadro 1 (ver figura 1):

Cuadro 1. Medidas de eficiencia técnica

Orientación-input	Orientación-output
$Ef^i = \frac{OS}{OM}$	$Ef^o = \frac{ON}{OP}$

Se debe tener en cuenta que el cálculo de la medida de la eficiencia técnica estará influenciado por la orientación del modelo ($Ef^i \neq Ef^o$), obteniéndose una diferente valoración debido a la presencia de economías de escala, siendo los resultados coincidentes en caso contrario, es decir, cuando se asuman rendimientos a escala constantes.

La formulación matemática del DEA puede ser planteada mediante programación lineal, cuya solución debe obtenerse de forma independiente para cada una de las DMU que componen el grupo objeto de análisis. Así, si suponemos la existencia de n DMUs, cada una de las cuales puede aplicar m inputs para producir s outputs, podemos asignar al vector X_{ij} la cantidad de input i utilizado por la DMU j , mientras que el vector Y_{rj} representaría la cantidad de output r producido por la DMU j . La variable (λ_j) indica el peso de la DMU $_z$ en la construcción de la unidad virtual de referencia respecto de la DMU j , que puede ser obtenida por combinación lineal del resto de DMUs. Si dicha unidad virtual no puede ser conseguida, entonces la DMU $_z$ para la que resuelve el sistema se considerará eficiente.

Asumiendo la presencia de rendimientos a escala constantes (modelo CCR), la formulación matemática del DEA en orientación input sería la siguiente:

$$\text{Min } \theta_z \tag{1}$$

s.a.:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq \theta_z X_{iz} \quad i = 1, \dots, m \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rz} \quad r = 1, \dots, s \tag{3}$$

$$\theta_z \geq 0; \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \tag{4}$$

Si consideramos ahora la orientación output del modelo nuevamente bajo rendimientos a escala constantes, el problema de programación lineal a resolver sería la siguiente:

$$\text{Max } \varphi_z \quad (5)$$

s.a.:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{iz} \quad i = 1, \dots, m \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \varphi_z Y_{rz} \quad r = 1, \dots, s \quad (7)$$

$$\varphi_z \geq 0; \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

Resolviendo para cada DMU la formulación recogida en (1)-(4) obtendríamos en orientación input el valor del escalar (θ_z), que corresponde a la mayor reducción radial del consumo de todos los inputs de la unidad evaluada, y cuyo rango oscila entre 0 y 1, de forma que se considera eficiente a aquella unidad que obtenga un índice igual a la unidad. En orientación orientación output, cuya formulación se recoge en (5)-(8), el escalar (φ_z) representa la mayor expansión radial de todos los outputs producidos por la unidad evaluada, variando su rango entre 1 y ∞ , de forma que tomará valor unitario cuando la unidad sea eficiente, obteniendo valores superiores a la unidad para el caso de unidades ineficientes. Su puntuación de eficiencia técnica (ρ_z) con rango entre 0 y 1 vendrá dada por la inversa del valor del escalar φ_z ($\rho_z = 1/\varphi_z$).

Alternativamente a la formulación propuesta, es posible asumir rendimientos a escala variables (modelo BCC) siguiendo el modelo propuesto por Banker *et al.* (1984), el cual añade una restricción adicional

$$\left(\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1 \right) \text{ al modelo planteado por Charnes } et al. (1978), \text{ lo que permite calcular niveles de}$$

eficiencia considerando la escala de operaciones de las empresas eficientes respecto de la DMU evaluada en cada caso. Además, variando dicha restricción es posible realizar un análisis adicional

considerando rendimientos a escala no crecientes $\left(\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} \leq 1 \right)$ y rendimientos a escala no

decrecientes $\left(\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} \geq 1 \right)$.

Si comparamos el plan productivo de una determinada DMU sobre las fronteras de eficiencia de los modelos BCC y CCR, se puede determinar la *eficiencia de escala* (k). Así, considerando las variables (h_j) y (z_j) como el valor de rendimiento obtenido respectivamente para los modelos BCC y CCR, su formulación matemática sería la siguiente:

$$k_i = \frac{z_i}{h_i}$$

Por definición, la medida de la eficiencia de escala muestra la divergencia entre los ratios de eficiencia obtenidos bajo los supuestos de rendimientos a escala variables y constantes, y así, un valor de ($k_j < 1$) pone de manifiesto la existencia de ineficiencia debido a una escala de producción no optimizada.

Para que la técnica DEA tenga poder de discriminación es necesario que el total de elementos muestreados n sea superior al número total de inputs/outputs incluidos en cada modelo, sugiriéndose que el total de DMUs supere el triple del total de variables utilizadas (El-Mahgary y Lahdelma, 1995).

3.- Diseño del modelo DEA, muestra y variables

El presente trabajo aplica la técnica no paramétrica del DEA para evaluar técnicamente la eficiencia relativa del rendimiento de las cooperativas agrarias. La selección de variables se muestra como uno de los principales problemas para la medición del rendimiento de cualquier unidad de decisión (DMU), puesto que las mismas delimitan el contexto de las comparaciones ofrecidas por la propia técnica DEA.

Diferentes criterios han sido aplicados para la selección de variables en el diseño de modelos DEA (Martínez y Martínez-Carrasco, 2002; Damas y Romero, 1997; Jaenicke y Lengnick, 1999; Chavas y Aliber, 1993; Ferrier y Porter, 1991). En este sentido, siguiendo la línea abierta por el trabajo seminal de Smith (1990) que aplica DEA para en análisis financiero empresarial mediante la obtención de ratios multidimensionales, nos planteamos un modelo inputs/outputs basado en variables contables soportadas en el modelo oficial de la cuenta de pérdidas y ganancias de las cuentas anuales de las cooperativas agrarias.

Considerando la ingente cantidad de información que ofrecen los estados financieros de cualquier empresa, es elevado el número de modelos que pueden ser construidos a partir de la multiplicidad de

inputs y outputs disponibles. Sin embargo, el resultado contable es una variable que, en sus diversas posibles desagregaciones, ofrece una medida que llega a evidenciar el desenlace de la organización desde el punto de vista de la aplicación de recursos y obtención de productos/servicios. Bajo este prisma, se planteó un modelo DEA basado en las variables que determinan el *resultado de la explotación* del negocio mediante su desagregación, según se muestra en el cuadro 2, tomando como medida de rendimiento el modelo DEA propuesto por Banker *et al.* (1984) que tiene en cuenta la escala óptima de operaciones en que se supone debería estar actuando cada una de las DMUs (cooperativas) evaluadas. En cuanto a la orientación, se seleccionó orientación-output dado que suele ser un objetivo común en las unidades económicas la maximización del beneficio a partir de una adecuada combinación de los recursos.

Cuadro 2. Modelo DEA: Rendimientos a escala variables

<p>Modelo BCC - Orientación output</p> <p>Output:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ingresos de explotación <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none">- Consumos de explotación- Gastos de personal- Dotaciones para amortizaciones del inmovilizado- Otros gastos de explotación ± dotación provisión insolvencias
--

La población objeto de estudio esta formada por las cooperativas de comercialización de productos hortofrutícolas. Según los datos facilitados por la Confederación de Cooperativas Agrarias de España (CCA) el número de este tipo de cooperativas fue para el año 2001 de 694, mientras que en el ejercicio 2002 se elevó a 945. Los elementos muestrales fueron seleccionados a partir de los datos financieros ofrecidos por la base de datos SABI (Informa. Informaciones económicas, SA) para las cooperativas y ejercicios citados. Se obtuvieron datos de 108 cooperativas para el ejercicio 2001 (15,6% de la población) y de 93 cooperativas para el ejercicio 2002 (9,8% de la población). A efectos de nuestro análisis el ejercicio 2001 se consideró como muestra experimental y el ejercicio 2002 como muestra de control o validación.

Los estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA propuesto para la muestra experimental y de control se recogen en el cuadro 3:

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo DEA. (miles de euros)

Panel A: Muestra experimental (Ejercicio 2001 n=108)				
Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Consumos explotación	1.248	72.316	11.228	12.097
Gastos de personal	95	7.668	1.524	1.425
Dotación amortización	7	2.209	286	297
Otros gastos explotación	129	11.914	1.601	1.976
Ingresos de explotación	1.558	93.562	14.606	15.352
Panel B: Muestra de control (Ejercicio 2002 n=93)				
Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Consumos explotación	20	201.473	17.019	25.745
Gastos de personal	36	8.195	1.859	1.901
Dotación amortización	5	2.802	357	423
Otros gastos explotación	29	44.147	2.247	5.126
Ingresos de explotación	198	228.000	21.613	30.939

La resolución del problema de programación lineal se efectuó mediante la utilización del software DEA Warwich (versión 1.10), aplicando dicha técnica en dos ocasiones para cada una de las DMUs analizadas al objeto de calcular respectivamente los índices de eficiencia bajo las hipótesis de rendimientos a escala variables (modelo BBC) y constantes (modelo CCR), obteniéndose adicionalmente la eficiencia de escala. Los estadísticos descriptivos de los resultados alcanzados bajo orientación output para ambos periodos se incluyen en el cuadro 4.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos puntuaciones DEA

Panel A: Muestra experimental (Ejercicio 2001)				
Modelo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Mod. BCC	0.6653	1.0000	0.9507	0.04892
Mod. CCR	0.6573	1.0000	0.9203	0.05274
Efic. de escala	0.8829	1.0000	0.9682	0.02848
Panel B: Muestra de control (Ejercicio 2002)				
Modelo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Mod. BCC	0.8269	1.0000	0.9667	0.03500
Mod. CCR	0.8186	1.0000	0.9313	0.04868
Efic. de escala	0.8186	1.0000	0.9635	0.04091

Para la muestra experimental (cuadro 4: panel A y figura 2) el análisis DEA muestra que de las 108 cooperativas estudiadas son técnicamente eficientes (modelo BCC) el 24,1% (26 cooperativas), mientras que son totalmente eficientes (modelo CCR) el 10,2% (11 cooperativas). En valores medios, las puntuaciones de eficiencia se encuentran por encima del 0.90 en ambos modelos, con índices de dispersión bajos en sus respectivas distribuciones, lo que nos permite afirmar que las cooperativas agrarias alcanzan altos niveles de eficiencia desde un punto de vista global.

En cuanto a la eficiencia de escala se observa que el 11,1% (12 cooperativas) se encuentran operando en su escala de operaciones óptima, mientras que un elevado porcentaje de ellas (85,2%) opera en zonas próximas a su escala eficiente, tal como se pone de manifiesto por el alto valor medio alcanzado por esta variable (>0.96).

Respecto a los resultados de la muestra de control (cuadro 4: panel B y figura 3), éstos son similares a los anteriormente comentados para el ejercicio 2001. En concreto, de la muestra de 93 cooperativas, el 27,8% (30 cooperativas) son técnicamente eficientes, mientras que dicho porcentaje se reduce al 13% (14 cooperativas) en el caso de las cooperativas totalmente eficientes, porcentaje éste último equivalente al número de cooperativas que obtiene una óptima escala de operaciones, produciéndose nuevamente una ineficiencia de escala reducida, alcanzando tan sólo el 3,18% en valores medios.

Figura 2. Histograma de índices de eficiencia 2001

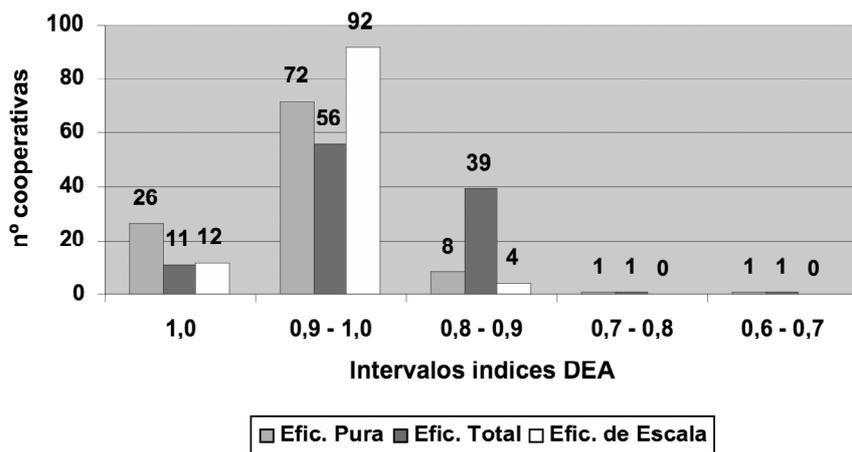
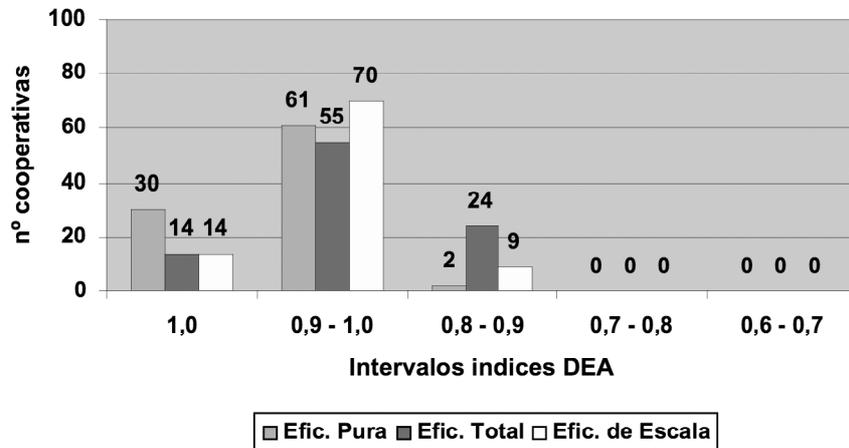


Figura 3. Histograma de índices de eficiencia 2002



La técnica DEA tolera la posibilidad de calcular, además de las puntuaciones o índices de eficiencia, las denominadas holguras o slacks. Dicho en otros términos, las variables de holgura permiten matemáticamente eliminar las desigualdades originalmente planteadas en el modelo de programación lineal, y desde el punto de vista productivo ponen de manifiesto la ocasional variación de inputs/outputs de una determinada DMU ineficiente que tolere su proyección sobre la frontera de eficiencia, lo que cuantitativamente viene determinado por un aumento de los outputs o una disminución de los inputs que presentan holgura, asumiendo previamente la variación equiproporcional requerida por el factor de intensidad (ρ_Z) o (φ_Z) según se trate de orientación input u output respectivamente (Thanassoulis, 2001).

En el cuadro 5 se muestra el análisis de holguras efectuado sobre el modelo BCC para la muestra experimental y de control desde una doble perspectiva: por un lado se muestran las holguras de las variables para la muestra total, y de otro lado se ofrece dicha información considerando únicamente las empresas ineficientes.

Del análisis de holguras se desprende que para la muestra experimental (cuadro 5: panel A) el input más sobredimensionado es la dotación a la amortización del inmovilizado, con un porcentaje cercano al 20% (19,44%) respecto a la muestra total (108 cooperativas), elevándose ligeramente hasta el 22,03% cuando se refiere únicamente a las 82 cooperativas ineficientes. El input relativo al gasto de personal presenta holguras prácticamente insignificantes, al igual que ocurre con el output representado por los ingresos de explotación.

En cuanto al ejercicio 2002 (cuadro 5: panel B), los resultados son similares al periodo 2001, aunque en este caso el sobredimensionamiento del input relativo a la dotación de la amortización presenta una reducción significativa del 68,31% respecto de aquel periodo, situándose en un porcentaje del 6,16% para la muestra total (93 cooperativas).

Cuadro 5 . Holguras modelo BCC. (valores medios)

Panel A: Muestra experimental (Ejercicio 2001)						
		Inputs				Output
		CE	GP	DA	OGE	IE
Holguras	2001	0	24	63	0	6
Muestra	Media	19.720	1.766	324	2.402	24.341
Total	Ratio	0%	1.36%	19.44%	0%	0.02%
N = 108						
DMUs Ineficientes	Media	11.228	1.524	286	1.601	14.606
N = 82	Ratio	0%	1.57%	22.03%	0%	0.04%
Panel B: Muestra de control (Ejercicio 2002)						
		Inputs				Output
		CE	GP	DA	OGE	IE
Holguras	2002	0	23	22	0	54
Muestra	Media	17.019	1.859	357	2.247	2.1613
Total	Ratio	0%	1.24%	6.16%	0%	0.25%
N = 93						
DMUs Ineficientes	Media	11.441	1.564	283	1.396	14.718
N = 63	Ratio	0%	1.47%	7.77%	0%	0.37%

4.- Las medidas de eficiencia como complemento del análisis económico empresarial

El análisis económico tradicional permite conocer el diseño de las estrategias empresariales y de los riesgos asumidos en su actividad productiva, siendo necesario para ello determinar previamente medidas estándar en las que basar los rendimientos obtenidos por las diferentes unidades económicas objeto de estudio.

Desde este punto de vista, un complemento al análisis económico podría ser la obtención de medidas de rendimiento que permitan aflorar niveles razonables de eficiencia equivalentes a adecuadas aplicaciones de inputs para la producción de outputs, de forma que sería factible plantear una relación entre los valores obtenidos en el análisis univariante de ratios respecto de los índices de eficiencia alcanzados por las unidades económicas evaluadas (en nuestro estudio, cooperativas agrarias).

En este contexto, para analizar si las medidas DEA pueden ser representativas y complementarias a los ratios económicos, se realizó una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios a nivel univariante tomando como regresores de la variable endógena DEA los ratios económicos generalmente utilizados en análisis contable: rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen de explotación y recursos generados. Además, para tratar de conocer el efecto agrupado de los ratios económicos mencionados, se determinó una nueva variable denominada "factor de rendimiento", que se obtuvo a partir de un análisis factorial por componentes principales ($KMO = 0,51$; porcentaje de la variable explicada: 66,34%) del que se obtuvieron cargas superiores a 0,9 en todas las variables originales, excepto para el caso del ratio de rentabilidad financiera, cuya carga fue de 0,197.

Para examinar los resultados, en primer lugar se verificaron los obtenidos sobre la muestra experimental (cuadro 6), y posteriormente se validaron con los de la muestra de control (cuadro 7). A efectos de análisis, se consideran resultados consistentes los correspondientes a aquellas variables que presentan significatividad en ambas muestras.

Los resultados obtenidos muestran para de rendimientos a escala variable (modelo BCC) una relación positiva y significativa en los coeficientes estandarizados correspondientes a los ratios de rentabilidad económica (ROA) y margen de explotación, así como respecto a la variable del factor de rendimiento.

Un resultado similar se produce cuando se toma como variable dependiente las puntuaciones DEA bajo la hipótesis de rendimientos a escala constantes (modelo CCR), aunque se detecta un ajuste más deficiente de los datos en relación al modelo anteriormente comentado, de acuerdo a las cifras ofrecidas por el coeficiente R^2 ajustado, que en el caso del modelo BCC son superiores a 0,2 en los ratios reseñados, mientras que en el modelo CCR no superan el 0,15.

Finalmente, cuando se considera como variable explicativa la eficiencia de escala, no aparece significatividad en ninguno de los modelos propuestos, por lo que se puede afirmar que no hay una relación de causalidad entre los ratios económicos seleccionados y la eficiencia de la cooperativa derivada de utilizar una escala de operaciones apropiada.

Cuadro 6. Muestra experimental: Regresión lineal por MCO. (Ejercicio 2001 - N = 108)

Variable DEA	Ratio	Beta	t-value
Rendimientos variables (modelo BCC)	ROA	0,471**	5,447
	R ² ajustado: 0,214		
	ROE	0,202*	2,102
	R ² ajustado: 0,032		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,488**	5,699
	R ² ajustado: 0,231		
Rendimientos constantes (Modelo CCR)	ROA	0,388**	4,293
	R ² ajustado: 0,142		
	ROE	0,196*	2,042
	R ² ajustado: 0,029		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,450**	5,141
	R ² ajustado: 0,195		
Eficiencia De escala	ROA	0,003	,035
	R ² ajustado: -0,010		
	ROE	0,056	,568
	R ² ajustado: -0,006		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,078	0,803
	R ² ajustado: -0,003		
	RECURSOS GENERADOS	-0,029	-,293
	R ² ajustado: -0,009		
	FACTOR RENDIMIENTO		
	R ² ajustado: -0,009	0,026	,267

(*): $p < 0,05$; (**): $p < 0,01$

Beta: coeficientes estandarizados

**Cuadro 7. Muestra de Control: Regresión lineal por MCO.
(Ejercicio 2002 – N = 93)**

Variable DEA	Ratio	Beta	t-value
Rendimientos variables (modelo BCC)	ROA	0,441**	4,579
	R ² ajustado: 0,185		
	ROE	0,156	1,472
	R ² ajustado: 0,013		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,470**	4,971
	R ² ajustado: 0,212		
	RECURSOS GENERADOS	0,089	0,834
Rendimientos constantes (modelo CCR)	ROA	0,373**	3,755
	R ² ajustado: 0,130		
	ROE	0,081	0,761
	R ² ajustado: -0,005		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,427**	4,400
	R ² ajustado: 0,173		
	RECURSOS GENERADOS	-0,009	-0,081
Eficiencia de escala	ROA	0,063	0,587
	R ² ajustado: -0,008		
	ROE	-0,041	-0,387
	R ² ajustado: -0,010		
	MARGEN EXPLOTACIÓN	0,099	0,925
	R ² ajustado: -0,002		
	RECURSOS GENERADOS	-0,089	-0,838
FACTOR RENDIMIENTO	R ² ajustado: -0,003		
	FACTOR RENDIMIENTO	0,021	0,193
	R ² ajustado: -0,011		

(*): $p < 0,05$; (**): $p < 0,01$

Beta: coeficientes estandarizados.

5.- Conclusiones

Si bien el análisis económico mediante ratios univariantes es una herramienta eficaz para examinar la actividad empresarial, algunas de sus limitaciones han propiciado el desarrollo de otros procedimientos de evaluación, tales como el análisis de eficiencia mediante la utilización de técnicas de optimización matemática. En este contexto, el objetivo de nuestro trabajo ha estado basado en obtener evidencia sobre la posible relación de casualidad entre ratios económicos tradicionales (rentabilidad económica, rentabilidad financiera, margen de explotación y recursos generados) y medidas de eficiencia técnica.

De entre los diversos procedimientos para calcular la eficiencia empresarial, en el presente estudio hemos seleccionado la técnica no paramétrica determinística del Análisis Envolvente de Datos (DEA), mediante la que es posible obtener las puntuaciones de eficiencia a través del cálculo de un ratio multidimensional ponderado, sin que sea necesario el conocimiento previo de la función de producción. De esta manera es posible evaluar el aspecto comparado de la actividad empresarial enfrentando los datos de cada una de las unidades estudiadas con los de la competencia o sector económico de pertenencia, para conocer el grado de adecuación de cada una de las unidades económicas analizadas a su entorno competitivo más directo.

El trabajo empírico se realizó sobre una muestra experimental de 108 cooperativas agrarias mediante el diseño de un modelo de eficiencia basado en información económica extraída de las cuentas anuales correspondientes al ejercicio 2001, que posteriormente fue contrastada con una muestra de control procedente del ejercicio 2002. Del análisis del modelo DEA propuesto podemos concluir que los niveles de eficiencia alcanzados por las cooperativas agrarias son altos en valores medios, evidenciándose niveles de ineficiencia de tan sólo el 5% para eficiencia técnica y del 8% para eficiencia total. En cuanto a la escala de operaciones en que se encuentran situadas las cooperativas objeto de estudio, podemos afirmar que en la mayoría de los casos están próximas a su nivel óptimo, produciéndose de hecho ineficiencias de escala que tan sólo alcanzan el nivel de 4%. Finalmente, el análisis de holguras muestra que la variable correspondiente a la dotación a la amortización del ejercicio presenta un sobredimensionamiento de aproximadamente el 20% sobre la muestra experimental, aunque dicha cuantificación disminuye sustancialmente cuando se valora a partir de la muestra de control.

Evaluada la relación de casualidad entre las puntuaciones de eficiencia y los ratios económicos mediante un análisis de regresión lineal, se evidencia su existencia en cuanto a los ratios de rentabilidad económica y margen de explotación, así como respecto al factor de rendimiento. Respecto al ratio de recursos generados, el coeficiente asociado a dicha variable aparece positivo y significativo en ambas muestras, pero los bajos niveles obtenidos sobre el coeficiente de determinación ajustado nos hacen ser prudentes respecto a la existencia de dicha relación. Los resultados obtenidos sobre el

ratio de rentabilidad financiera no confirman la relación de dicha variable con las puntuaciones DEA, hecho que por otra parte es lógico si consideramos que en las cooperativas la rentabilidad de los socios se obtiene en ocasiones por vía de los precios de los productos aportados a la cooperativa, y por tanto estamos ante una variable de características especiales respecto de su interpretación general en el análisis empresarial.

Como corolario del trabajo presentado podemos afirmar que el cálculo de medidas de rendimiento mediante técnicas de optimización matemática para el diseño de ratios multidimensionales puede ser una buena herramienta complementaria del análisis económico tradicional para la cooperativas agrarias.

Bibliografía

- ANDERSON, T. (1996): *DEA WWW Bibliography*, Portland State University, Engineering Management Program PO Box 751, Portland, OR 97207-0751 (ref. marzo 2006). Disponible en Internet: <http://www.emp.pdx.edu/dea/deabib.html#Bibliography>
- ARCAS LARIO, N. (1999): *El marketing de las cooperativas agrarias, Claves para la competitividad de la empresa agraria*. CIRIEC-España editorial, Valencia.
- ARCAS LARIO, N. y RUIZ DE MAYA, S. (2003): "Marketing and performance of fruit and vegetable co-operatives", *Journal of Co-operative Studies*, 36 (1), pp. 22-44.
- ARCAS LARIO, N.; GARCÍA PÉREZ DE LEMA, D.; HERNÁNDEZ ESPALLARDO, M.; MEROÑO CERDÁN, A. L.; MUNUERA ALEMÁN, J. L.; PÉREZ RUBIO, F. y RUIZ DE MAYA, S. (2004): *El cooperativismo hortofrutícola de la Región de Murcia. Evolución reciente y diagnóstico actual*, FECOAM, Murcia.
- BANKER, R. D., CHARNES A. y COOPER WW. (1984): "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, vol. 30, pp. 1078-1092.
- BARTON, D. G.; SCHROEDER, T. C. y FEATHERSTONE, A. M. (1993): "Evaluating the feasibility of local cooperative consolidations: A case study", *Agribusiness*, 9 (3), pp. 281-294.
- BEL DURÁN, P. (1997), *Las cooperativas agrarias en España. Análisis de los flujos financieros y de la concentración empresarial*, CIRIEC-España editorial, Valencia.

- BEL DURÁN, P. y CABALEIRO CASAL, M.D. (2002): "La sociedad cooperativa: fórmula empresarial idónea para el desarrollo rural endógeno y sostenible", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 194, pp. 9-25.
- BOYLE, G.E. (2004): "The economic efficiency of Irish dairy marketing co-operatives", *Agribusiness*, 20 (2), pp. 143-153.
- CALATRAVA LEYVA, J. y CAÑERO LEÓN, R. (2001): "Funciones de producción frontera en invernaderos almerienses: identificación de factores relacionados con la eficiencia técnica", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 193, pp. 9-26.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- CHAVAS, J. P. y ALIBER, M. (1993): "An analysis of economic efficiency in Agricultura: a nonparametric approach", *Journal of Agricultural and Resource Economics*, (18) 1, pp. 1-16.
- DAMAS RICO, E. y ROMERO LÓPEZ, C. (1997): "Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993", *Revista de Economía Agraria*, 180, pp. 279-304.
- DIOS PALOMARES, R., MARTÍNEZ PAZ, J.M. y VICARIO MODRONO, V. (2003): "Eficiencia versus innovación en explotaciones agrarias", *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 21, pp. 485-501.
- EL-MAGHARY, S. y LADHELMA, R. (1995): "Data Envelopment Analysis: visualizing the results", *European Journal of Operational Research*, 85, pp. 700-710.
- EMROUZNEJAD, A. (1995-2001): *Ali Emrouznejad's DEA HomePage*, Warwick Business School, Coventry CV4 7AL, UK (ref. marzo 2006).
Disponible en web: <http://www.deazone.com/bibliography/index.htm>
- FARRELL, M. J. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of Royal Statistical Society Series*, 120, pp. 253-81.
- FERRIER, G. D. y PORTER, P. K. (1991): "The productive efficiency of US milk processing co-operatives", *Journal of Agricultural Economics*, 42 (2), pp. 161-74.
- GALDEANO GÓMEZ, E. (2005): "Un análisis de eficiencia y cambio técnico sobre las cooperativas de comercialización hortofrutícola en Andalucía". En *Cooperativismo Agrario y Desarrollo Rural*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 167-185.

- GUZMAN RAJA, I., ARCAS LARIO, N. y GARCÍA PÉREZ DE LEMA, D. (2005): "La eficiencia técnica como medida de rendimiento de las cooperativas agrarias", Comunicación presentada en el *I Congreso Iberoamericano de Desarrollo Rural y Economía Social*, Universidad Católica de Avila, octubre 2005.
- HIND, A. M. (1994): "Cooperatives – Ander performers by nature?. An exploratory analysis of cooperative and non-cooperative companies in the agri-business sector", *Journal of Agricultural Economics*, 45 (2), pp. 213-219.
- HIND, A. M. (1998): "Assessment of co-operative performance. The World of co-operative enterprise", *Scottish Agricultural Organisation Society*, UK, pp. 9-18.
- JAENICKE, E. C. Y LENGNICK, L. L. (1999): "A soil-quality index and its relationship to efficiency and productivity growth measures: two decompositions", *American Agricultural Economics Association*, 81, november 1999, pp. 881-893.
- KATZ, J. (1997): "Managerial behavior and strategy choices in agribusiness cooperatives", *Agribusiness*, 13 (5), pp. 483-495.
- KYRIAKOPOULOS, K.; MEULENBERG, M. y NILSSON, J. (2004): "The impact of cooperative structure and firm culture on market orientation and performance", *Agribusiness*, 20 (4), pp. 379-396.
- KUMAR, N.; SCHEER, L. K. y ACHROL, R. S. (1992): "Assessing reseller performance from the perspective of the supplier", *Journal of Marketing Research*, 29, pp. 238-53.
- LERMAN, Z. y PARLIAMENT, C. (1991): "Size and Industry Effects in the Performance of Agricultural Cooperatives", *European Review of Agricultural Economics*, 6 (1), pp. 15-29.
- MARTÍNEZ PAZ, J. M. y MARTÍNEZ-CARRASCO PLEITE, F. (2002): "Las empresas de comercialización hortícola de Almería: análisis no paramétrico de eficiencia técnica", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, nº 197, pp. 105-128.
- MONTEGUT, Y.; SABATÉ, P. y CLOP, M.M. (2002): "Análisis de la eficiencia del asociacionismo cooperativo en la "D.O. Garrigues" Lleida", *Investigación Agraria: Producción Vegetal*, 17 (3), pp. 441-456.
- MOYANO FUENTES, J. y FIDALGO BAUTISTA, F.A. (2001): "El impacto de la dimensión en la sociedad cooperativa agraria. Una aplicación al cooperativismo oleícola", *Revista de Estudios Cooperativos (REVESCO)*, 73, pp. 95-121.
- PICAZO, J., REIG, E. y HERNÁNDEZ, F. (2003): "Regulación ambiental, productividad y eficiencia empresarial", *Papeles de Economía Española*, 95, pp. 336-351.

- PRATT, G. (1998): "The need performance measurement in co-operatives: A practioners view. The World of co-operative enterprise", *Scottish Agricultural Organisation Society*, UK, pp. 1-8.
- SABATÉ PRATS, P. (2002): "Análisis comparativo de la eficiencia de las cooperativas fruteras de la provincia de Lleida", *CIRIEC-España*, 41, pp. 163-82.
- SABATÉ PRATS, P.; SABI MARCAMO, X. y SALADRIGUES SOLÉ, R. (2000): "Cooperativas versus sociedades mercantiles. El sector frutero en Lleida", *CIRIEC-España*, 34, pp. 51-70.
- SHENHAV, Y., SHRUM, W. y ALON, S. (1994): "'Goodness' Concepts in the Study of Organizations: A Longitudinal Survey of Four Leading Journals", *Organization Studies*, 15 (5), pp. 753-776.
- SMITH, P. (1990): "Data Envelopment Analysis applied to financial statements", *International Journal of Management Science*, pp. 131-138.
- SINGH, S.; COELLI, T. y FLEMING, E. (2001): "Performance of dairy plants in the cooperative and private sectors in India", *Annals of Public and Cooperative Economics*, 72 (4), pp. 453-479.
- TRECHTER, D.D. (1996): "Impact of diversification on agricultural cooperatives in Wisconsin", *Agribusiness*, 12 (4), pp. 385-394.
- THANASSOULIS, E. (2001): *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*, Ed. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- VARGAS SÁNCHEZ, A. y GARCÍA MARTÍ, E. (2003): "La medición del desempeño de las sociedades cooperativas agrarias. Perspectiva de los directores-gerentes de las provincias de Huelva y Jaén". *CIRIEC-España*, 46, pp. 85-116.
- VIDAL JIMÉNEZ, F.; SEGURA GARCÍA DEL RIO, B. y DEL CAMPO GOMIS, F.J. (2000): "Eficiencia de las cooperativas de comercialización hortofrutícola de la Comunidad Valenciana", *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 188, pp. 205-224.
- WARWICH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS, versión 1.10 (1994), Warwhich Business School, University of Warwhich, Coventry, United Kingdom.