

ELOY DAMAS RICO (\*)

CARLOS ROMERO LÓPEZ (\*\*)

## **Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La importancia económica del olivar en la provincia de Jaén es algo de sobra conocido. En efecto, según los datos estadísticos oficiales recogidos en el último Censo Agrario las dos terceras partes de las tierras cultivadas en dicha provincia están dedicadas al olivar. Por otra parte, la industria de fabricación del aceite de oliva en Jaén está estructurada fundamentalmente por empresas asociativas de tipo cooperativo. Así, de las 342 almazaras existentes en la actualidad en Jaén 194 son almazaras asociativas, representando el 66,7 por ciento del total de la capacidad de molturación de la provincia (Damas 1996). Todas estas entidades asociativas (fundamentalmente cooperativas) fueron creadas en los años cincuenta y setenta como una respuesta a los problemas que existían en el sector y que López Ontiveros (1985) resume en tres:

- 1.<sup>a</sup>) La defensa del precio de la aceituna ante compradores privados.
- 2.<sup>a</sup>) La desaparición de almazaras pequeñas de ámbito territorial muy reducido que debido a la obsolescencia, se convirtieron en negocios poco rentables una vez acabada la época especulativa de la posguerra.

---

(\*) Departamento de Proyectos, Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén.

(\*\*) Departamento de Economía y Gestión, ETS Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

### 3.<sup>a</sup>) La falta de industrias de la transformación en las zonas donde el olivar era de reciente creación.

Quizás una de las características más importantes del subsector de las almazaras asociativas en la Provincia de Jaén sea su estructura espacial, en la que predomina la gran dispersión existente, como se pone de manifiesto en los mapas de las diversas Comarcas Agrarias de la Provincia. En este sentido puede decirse que no existe ningún pueblo de la provincia sin una almazara sea cooperativa o no y muchos en los que existen varias, encontrando incluso en algunos hasta seis como puede ser Beas de Segura o nueve como en Alcalá la Real. Aunque, debe hacerse notar que éstos son pueblos con una gran cantidad de núcleos de población separados del núcleo principal, con lo que se limita la obtención de economías de escala para la transformación y comercialización del producto como señalan Domingo y De la Loma Osorio (1991).

En un contexto como el que estamos comentando someramente, parece esencial intentar caracterizar con el mayor rigor posible los aspectos estructurales del sector de almazaras asociativas en la provincia de Jaén. Dentro de esta caracterización estructural una cuestión clave reside en la determinación de la eficiencia relativa de unas entidades asociativas con respecto a otras. Es decir, estimar la mayor o menor eficiencia en el uso de sus recursos de las diferentes unidades organizativas o almazaras asociativas (1).

La investigación se articula de la siguiente manera. En el apartado siguiente se resumen los resultados de un trabajo previo en el que recurriendo a técnicas de agrupamiento de datos tipo cluster se establece una tipología de grupos homogéneos de almazaras asociativas en la provincia de Jaén. Estos clusters o agrupamientos se establecen en base a una serie de parámetros de naturaleza económica y financiera.

A continuación, recurriendo a métodos no paramétricos basados en el involucramiento de datos se determina la eficiencia relativa tanto de las entidades asociativas que forman un determinado cluster, como de los diferentes clusters entre sí.

---

(1) Estudios interesantes sobre las almazaras cooperativas en Jaén con un enfoque analítico distinto al seguido en este artículo pueden verse, entre otros, en Moyano Fuentes (1995) y Hernández Ortiz (1995).

El análisis se centra en cuatro períodos de tiempo con un especial significado económico y sociológico. Los años 1975 y 1979 corresponden a un funcionamiento cerrado de la economía española, así como al fin del franquismo y el comienzo de la transición política. Los años 1989 y 1993 en los que se produce una importante apertura de la economía española, la integración en la Unión Europea y la estructuración democrática del estado español.

## **2. UNA TAXONOMÍA ESTRUCTURAL DE LAS ALMAZARAS COOPERATIVAS EN JAÉN**

Para la obtención de los datos necesarios en esta investigación se recurrió a una fuente secundaria externa cuyo marco muestral coincidía prácticamente con la población a estudiar. Esta fuente fue la base de datos de la Delegación provincial del Ministerio de Trabajo de Jaén. Dicha base tenía registradas en Jaén un total de 203 almazaras.

Del total de 203 almazaras registradas en el período que va desde 1975 hasta 1979, último año en que era norma de obligado cumplimiento la presentación de los balances de las cooperativas agrarias en la Delegación, se mantenían en la actualidad datos de 122 de ellas. No se tiene constancia de que las almazaras perdidas tuvieran algún tipo de relación entre sí, por lo que podemos considerar que la técnica estadística correspondía a un muestreo probabilístico, en el que el tamaño de la muestra anulaba en la práctica el error muestral. Tras un estudio estadístico inicial se comprobó que ocho de las 122 almazaras estaban repetidas por lo que se procedió a su eliminación, quedando así un total de 114 almazaras.

El material utilizado ha sido la colección de los balances de situación a 31 de diciembre de cada uno de los años considerados. Por lo tanto, se han utilizado los balances de situación, que previamente se han tenido que homogeneizar ya que no todos están confeccionados con los mismos criterios contables. En esas fechas no era práctica usual la utilización, por parte de las cooperativas analizadas, de ningún plan contable homologado, como lo es en la actualidad el Plan Contable Nacional, que como sabemos no sólo es un plan homologado sino que además es obligatoria su utilización por las empresas,

de la que no están exentas las cooperativas, desde su publicación en 1988.

La muestra estudiada contiene cuatro empresas asociativas que no son cooperativas, pero que hemos respetado ya que se trata de empresas asociativas cuyo funcionamiento es muy parecido al de las Sociedades Cooperativas, se trata de antiguos Grupos Sindicales de Colonización, las hoy Sociedades Agrarias de Transformación.

En todas las cooperativas se llevaba una contabilidad que podríamos considerar como medianamente aceptable, aunque en algunos casos hemos tenido que volver a confeccionar prácticamente los balances anuales al tener confundidos algunos conceptos contables.

De las memorias de cada una de las cooperativas que componen la muestra y de los balances de las mismas, hemos aislado las siguientes variables por considerar que son las más adecuadas para establecer semejanzas económico-financieras entre empresas y por tanto poder establecer el cluster o taxonomía de las almazaras cooperativas jienenses. Pasamos seguidamente a comentar dichas variables, que por otra parte son bastante análogas a las sugeridas en otros trabajos para analizar desde un punto de vista económico y financiero a las empresas cooperativas (e. g. Ballester, 1990; Caballer, 1992; Domingo y Romero, 1987).

1. *Solvencia*, medida como la razón entre el propio y el exigible total de los balances de las cooperativas que constituyen la muestra. Esta variable nos va a medir el estado de salud de la empresa, pues cuantifica la relación que existe entre lo que tiene y lo que debe la empresa.
2. *Inmovilizado*, que nos sirve como indicador del tamaño o dimensión económica de la empresa.
3. *Número de socios*, por ser la mejor medida de la dimensión sociológica o política de la empresa.
4. *El Incremento de la Financiación Propia*, como indicador de la estrategia llevada a cabo por la cooperativa en base al aumento de su solvencia o a la salud financiera de la empresa.
5. *El incremento del Inmovilizado Material*, como indicador de la estrategia de expansión llevada a cabo por la cooperativa.

6. *Los Retornos Cooperativos*, como principal indicador de la bondad de la gestión de la cooperativa enfrentada a la estrategia definida por el Incremento de la Financiación Propia.

La aplicación del análisis cluster produjo los siguientes cuatro grupos de almazaras cooperativas con estructuras financieras semejantes y cuyos rasgos básicos pasamos a exponer seguidamente (los aspectos técnicos del análisis cluster pueden verse, por ejemplo, en Romesburg 1989 y un análisis detallado de los resultados de este caso en Damas 1996, capítulo 6):

- a) Las cooperativas *arriesgadas*. Este grupo está formado por 36 cooperativas que representan el 32 por ciento de las existentes en la provincia. Se trata de cooperativas pequeñas tanto si nos referimos a la variable número de socios como si nos referimos al tamaño de los inmovilizados materiales. El grupo se caracteriza por seguir una política en la que prima la estrategia de distribuir grandes retornos cooperativos aun a costa de disminuir la solvencia de la cooperativa, por lo que la denominación de *cooperativas arriesgadas* parece razonable.
- b) Las cooperativas *políticas*. Este grupo está formado por 29 cooperativas que representan el 25 por ciento de las existentes en la provincia. Se trata de cooperativas de tamaño medio pues tanto su número de socios como el tamaño de sus inmovilizados materiales supera ligeramente los valores medios correspondientes. El grupo se caracteriza por dar una mayor importancia a las estrategias conducentes a repartir unos retornos cooperativos importantes que a las estrategias conducentes a solidificar la solvencia de la empresa. Es decir, este grupo sigue hasta cierto punto una política económico-financiera análoga a la que seguían las cooperativas arriesgadas, aunque cuidando más el aspecto de solvencia.
- c) Las cooperativas *conservadoras*. El grupo está formado por 37 cooperativas que representan el 32 por ciento de las existentes en la provincia. Es decir, el tamaño de este grupo es prácticamente coincidente con el tamaño del grupo de cooperativas arriesgadas. Se trata de las cooperativas más pequeñas, tanto si medimos su tama-

ño por la variable número de socios como si lo hacemos por el tamaño de sus inmovilizados materiales. Su estrategia económico-financiera es claramente conservadora al primar muy claramente los objetivos de financiación propia y de solvencia frente al reparto de retornos cooperativos.

- d) Las cooperativas *consolidadas*. El grupo está formado sólo por 12 cooperativas que representan el 10 por ciento de las existentes en la provincia. Se trata de las cooperativas de mayor tamaño. Su estrategia económico-financiera cuida claramente tanto los aspectos de reparto de retornos con unos valores superiores a los demás grupos, como los valores de la solvencia que llega a ser doble del que corresponde a las cooperativas conservadoras y superior en más de ocho veces del que corresponde a las cooperativas arriesgadas y políticas. Es también de destacar que la tasa media de incremento del inmovilizado material de este grupo es muy superior al que existe en los otros tres grupos.

### 3. EL CONCEPTO MÚLTIPLE DE EFICIENCIA

Partimos de la idea de medir la eficiencia relativa de un conjunto de  $n$  unidades organizativas. El concepto de unidad organizativa es de una deliberada ambigüedad, pudiendo comprender entidades tan diversas como: sucursales bancarias, hospitales, supermercados, departamentos universitarios, empresas cooperativas, etc... La manera mas intuitiva de medir la eficiencia relativa de las diferentes unidades consiste en calcular los siguientes cocientes, que miden la relación input-output:

$$\text{Eficiencia de la unidad } i\text{-ésima} = \frac{\text{Output de la unidad } i\text{-ésima}}{\text{Input de la unidad } i\text{-ésima}} \quad [1]$$

Sin embargo, el cálculo de este tipo de cocientes como indicadores de eficiencia relativa se muestra insuficiente en la mayor parte de los contextos situaciones. En efecto, en la mayor parte de los casos las unidades organizativas emplean varios inputs para obtener simultáneamente varios outputs.

En principio esta dificultad puede soslayarse fácilmente, sin más que generalizando la expresión [1] de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia de la unidad } i\text{-ésima} = \frac{\text{Suma de los output de la unidad } i\text{-ésima}}{\text{Suma de los input de la unidad } i\text{-ésima}} \quad [2]$$

El principal problema asociado con la medida de la eficiencia dada por [2] reside en la falta de homogeneidad dimensional de los diferentes outputs e inputs. Dicho en pocas palabras la expresión [2] carece de sentido o significado. El problema puede resolverse introduciendo un sistema de pesos adecuados que normalice tanto el numerador como el denominador de la expresión [2]. De tal manera llegaríamos al siguiente nuevo ratio de eficiencia:

$$\text{Eficiencia de la unidad } i\text{-ésima} = \frac{\text{Suma ponderada de los output de la unidad } i\text{-ésima}}{\text{Suma ponderada de los input de la unidad } i\text{-ésima}} \quad [3]$$

Recurriendo a la notación usual en este campo, para el caso de  $m$  outputs y  $n$  inputs tenemos:

$$E_j = \frac{U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_i Y_{ij} + \dots + U_m Y_{mj}}{V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_i X_{ij} + \dots + V_n X_{nj}} \quad [4]$$

donde:

- $E_j$  = eficiencia relativa de la unidad organizativa  $j$ -ésima.
- $U_i$  = peso asociado al output genérico  $i$ -ésimo.
- $V_i$  = peso asociado al input genérico  $i$ -ésimo.
- $Y_{ij}$  = cantidad de output genérico  $i$ -ésimo en la unidad organizativa  $j$ -ésima.
- $X_{ij}$  = cantidad de input genérico  $i$ -ésimo en la unidad organizativa  $j$ -ésima.

La definición del índice de eficiencia relativa dada por [4] plantea el problema de determinar los conjuntos de pesos  $U_i$  y  $V_i$  que permiten normalizar tanto los outputs como los inputs. Una primera y crucial cuestión consiste en dilucidar si los pesos a aplicar a las diferentes unidades organizativas deben o no ser los mismos.

Los primeros trabajos en este campo (Farrell 1957, Farrell y Fieldhouse, 1962) abordan este problema, intentando establecer un mismo conjunto de pesos para ponderar los outputs e inputs de todas las unidades organizativas. Por el contrario, los descubridores del DEA sostienen que cada unidad organizativa puede valorar sus outputs y sus inputs de manera diferente. Es decir, no consideran satisfactorio trabajar con dos únicos conjuntos de pesos para ponderar los outputs e inputs de todas las unidades organizativas. La forma de determinar los mejores conjuntos de pesos para los outputs e inputs de cada unidad organizativa constituye el núcleo analítico de la llamada Técnica de Envolvimiento de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) desarrollada por Charnes, Cooper y Rodes (1978). En el apartado siguiente se aplica el DEA a la medición dinámica de la eficiencia relativa de las cooperativas almazareras de Jaén durante el período 1975-1993. Aquellos lectores no familiarizados con el DEA pueden consultar los aspectos básicos de su estructura analítica y operativa en el Apéndice situado al final del artículo.

#### **4. DEFINICIÓN DE LOS OUTPUTS Y DE LOS INPUTS: FORMULACIÓN DEL MODELO DEA**

Para poder aplicar el enfoque DEA a nuestro problema concreto consistente en analizar la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas de la provincia de Jaén comenzaremos por introducir y comentar brevemente los indicadores más adecuados para estimar los correspondientes inputs y outputs. Para poder abordar tal tipo de tarea comenzaremos efectuando una reflexión de carácter general.

Las almazaras cooperativas objeto de nuestro estudio generan, como es usual en la mayor parte de las cooperativas tres tipos de utilidades o retornos a sus socios. Los retornos sociales que los mediremos por los incrementos del Fondo de Reserva y del Fondo de Educación y de Obras Sociales. A continuación, podemos considerar los retornos propiamente dichos que como es bien sabido se reparten entre los socios proporcionalmente a su nivel de actividad. Finalmente, consideraremos los retornos encubiertos o retornos vía precios. Este tipo de retornos son más difíciles de medir. No obstante, den-



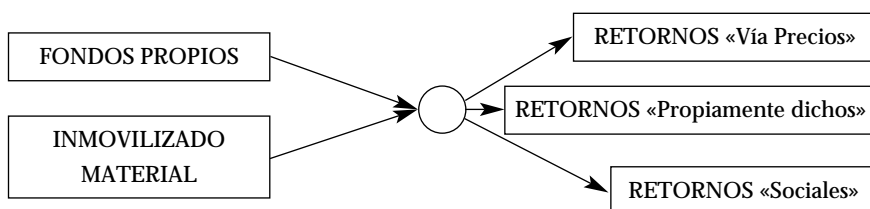
tro de un enfoque DEA un buen indicador de la cuantía de este tipo de retornos nos los proporcionan la cifra de aceituna molturada (materia prima). En efecto, al percibir como adelante el socio un precio por su aceituna superior al que percibiría entregando la materia prima a otra empresa, puede decirse que el *output* retornos vía precios queda subrogado por el volumen de materia prima molturada. Por tanto, para nuestro trabajo de medición de la eficiencia elegimos los siguientes outputs:

- 1) Materia prima. Este output viene medido en toneladas de aceituna molturada por la cooperativa.
- 2) Retornos cooperativos. Este output directamente cuantificable a partir de la cuenta de Pérdidas y Ganancias de la Cooperativa, viene medido en miles de pesetas.
- 3) Reservas. Este output agrega el Fondo de Reservas con el Fondo de Educación y Obras Sociales. Sus valores proceden de los balances y vienen medidos en miles de pesetas.

Desde un punto de vista dual, es decir, desde la perspectiva de lo que la cooperativa (sus socios) sacrifica para poder conseguir las anteriores utilidades o outputs aislamos los siguiente inputs básicos. En primer lugar, los recursos que los socios aportan a la cooperativa en forma de aportaciones obligatorias y voluntarias al capital social. Dado el escaso peso relativo de las reservas en este tipo de empresas, la cuantía de este tipo de recursos aportados por los socios puede medirse razonablemente bien recurriendo al montante de Fondos Propios. El segundo input básico que consideraremos será el inmovilizado material de la cooperativa. En efecto, este input nos mide el valor monetario de los bienes de capital de que dispone la cooperativa para realizar sus procesos de producción. En definitiva, para nuestro trabajo de medición de la eficiencia elegimos los siguientes outputs:

- 1) Fondos Propios. Este output deriva de los balances y se mide en miles de pesetas.
- 2) Inmovilizado Material. Nuevamente este output deriva directamente de los balances y se mide, como es usual, en miles de pesetas.

Resumiendo, el esquema input-output en nuestras almazaras cooperativas queda reflejado en el siguiente diagrama:



Así, si representamos por  $U_1$ ,  $U_2$  y  $U_3$  los pesos asociados a los tres outputs considerados y por  $V_1$  y  $V_2$  los pesos asociados a los dos inputs, la eficiencia de la cooperativa  $i$ -ésima vendría dada por el siguiente cociente:

$$E_i = \frac{U_1 \times \text{Materia prima} + U_2 \times \text{Retornos} + U_3 \times \text{Reservas}}{V_1 \times \text{Fondos} + V_2 \times \text{Inmovilizado Materia}}$$

Para aplicar el DEA elegimos en cada uno de los cuatro clusters cinco cooperativas. Las cooperativas elegidas fueron la *líder*, así como las dos cooperativas situadas en la banda superior y las dos cooperativas situadas en la banda opuesta o inferior. Esta forma de proceder parece razonable por las siguientes razones. En primer lugar, el modelo DEA queda equilibrado (vease Apéndice). En efecto, tenemos veinte unidades organizativas, tres outputs y dos inputs por lo que la condición de discriminación queda holgadamente cubierta [ $20 > 3(3+2)$ ]. En segundo lugar, al trabajar en un contexto dinámico la determinación de 20 índices de eficiencia en cada uno de los años estudiados parece una información suficiente para estudiar tanto la eficiencia relativa entre cooperativas como entre clusters de cooperativas.

En los cuadros 1, 2, 3 y 4 figuran recogidos los valores de los outputs y de los inputs de las 20 cooperativas escogidas en los cuatro períodos de tiempo elegidos.

La formulación de los modelos DEA condujo a la generación de un total de ochenta programas lineales (esto es, veinte programas lineales en cada uno de los años estudiados). La forma general de proceder se puede resumir de la siguiente

Cuadro 1

## DATOS DE CIFRAS OUTPUTS E INPUTS PARA EL MODELO DEA (Cluster 1)

<b>37</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	7.527	9.321	67.159,25	98.152,17
Inmovilizado	7.791,46	17.757,30	94.580,36	149.939,40
Mat. prima	431.025	1.049.435	1.545.640	1.985.432
Retornos	-196	1.160	-702,80	2.194,61
Reservas	80,2	101,25	199,81	199,81
<b>98</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	1.007	8.607	25.969	49.129
Inmovilizado	1.998,13	3.712	61.902	57.496
Mat. prima	127.415	469.888	1.051.376	1.131.684
Retornos	429	1.371	3.539	3.301
Reservas	5,33	71,69	63,64	129
<b>1</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	6.878	8.689	60.164	65.554
Inmovilizado	8.111,62	7.691	30.672	205.884
Mat. prima	468.762	525.722	1.163.733	2.194.084
Retornos	1.202	-1.044	2.984,05	0
Reservas	58	58	291	291
<b>54</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	3.219	21.716	34.343	34.442
Inmovilizado	3.898	21.403	85.973	70.794
Mat. prima	184.533	755.247	1.886.689	3.692.655
Retornos	357	6.097	3.650	29.810
Reservas	8,31	11,8	6.322	6.457
<b>35</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	11.600	23.236	50.875	69.815
Inmovilizado	12.359,75	30.272	75.425	97.804
Mat. prima	684.535	1.381.511	1.575.420	2.125.475
Retornos	1.931	2.284	4.444	3.667
Reservas	41,4	65,1	789,00	1.012

manera. En cada uno de los cuatro años considerados se formuló el programa lineal que denominamos base y que correspondió por ejemplo, para el cluster 1, a la cooperativa con número de orden 37. A partir de estos programas base, por simples alteraciones de los coeficientes de las funciones objetivo y de la primera de las restricciones se fueron formulando los programas lineales correspondientes a las otras diecinueve cooperativas. Operando, de forma análoga en los otros tres clusters se obtuvieron los índices de eficiencia relativa recogidos en el cuadro 5. En la primera columna de dicho cuadro fi-

Cuadro 2

DATOS DE CIFRAS OUTPUTS E INPUTS PARA EL MODELO DEA (Cluster 2)

<b>104</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	6.917	12.469	25.780	36.696
Inmovilizado	15.559,39	17.368,02	25.749	30.142
Mat. prima	302.391	887.722	2.797.480	3.010.840
Retornos	510	92	720	610
Reservas	20,47	147,97	160,68	160,78
<b>91</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	13.272	16.246	37.884	37.884
Inmovilizado	16.613	20.518	60.217	99.297
Mat. prima	747.659	892.280	3.500.175	4.494.527
Retornos	2.436	3.961	11.404	19.952
Reservas	1.081	255,94	1.517	1.555
<b>24</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	13.743	14.676	67.375	91.551
Inmovilizado	76.314,90	20.515	73.104	149.116
Mat. prima	438.870	600.438	2.450.000	4.733.218
Retornos	1.944	3.231	10.852	25.469
Reservas	49,82	52,20	481	496
<b>19</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	1.271	932	14.790	33.650
Inmovilizado	54.179,08	54.417	21.780	33.650
Mat. prima	438.870	600.438	2.450.000	4.733.218
Retornos	1.944	3.231	10.852	25.469
Reservas	49,82	52,20	481	496
<b>63</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	4.897	9.300	28.975	36.890
Inmovilizado	5.068,28	6.003,80	35.450	50.470
Mat. prima	204.715	581.158	971.480	1.135.940
Retornos	733	2.240	3.478	4.378
Reservas	39,06	50,26	450,75	480,82

gura reflejado el número caracterizador de cada cooperativa. Asimismo, dicho cuadro está dividido horizontalmente por líneas que separan los resultados correspondientes a cada uno de los clusters de cooperativas.

## 5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Comencemos analizando los índices de eficiencia para el primer período estudiado. En el año 1975 las cooperativas

Cuadro 3

DATOS DE CIFRAS OUTPUTS E INPUTS PARA EL MODELO DEA (Cluster 3)

<b>26</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	3.790	4.766	8.307	16.912
Inmovilizado	3.784	5.491	14.326	17.027
Mat. prima	143.180	214.135	1.166.890	1.704.162
Reservas	145	109	176	176
<b>30</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	5.280	5.162	17.632	38.900
Inmovilizado	7.726,65	8.656	31.928	68.488
Mat. prima	268.501	317.852	972.490	883.970
Retornos	205	1.561	873,25	4.341
Reservas	117,86	127,47	205,34	250,42
<b>50</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	5.513	7.284	20.463	28.329
Inmovilizado	5.373	6.923	30.877	118.047
Mat. prima	192.880	205.660	1.143.750	1.678.082
Retornos	461	1.727	2.733	14.091
Reservas	10	338	95	119
<b>96</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	2.628	3.463	4.269	12.340
Inmovilizado	2.629	1.253	7.002	25.007
Mat. prima	221.560	157.211	1.404.120	1.194.109
Retornos	688	431	4.360	3.273
Reservas	408,12	340	300	300
<b>94</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	5.325	5.584	18.103	50.379
Inmovilizado	5.394	5.785	20.284	50.247
Mat. prima	169.497	237.690	1.751.931	2.333.294
Retornos	407	3.139	4.206	30.814
Reservas	622,64	672,50	1.615	1.644

con una mayor eficiencia relativa fueron las que constituyen el Grupo o Cluster I. Recordemos que este grupo está formado por cooperativas pequeñas que denominamos como arriesgadas por seguir una política económico-financiera en la que se antepone la generación de unos altos retornos cooperativos a la obtención de una sólida solvencia financiera.

En el polo opuesto, es decir, como cooperativas menos eficientes figuran las integrantes del Grupo IV. Estas cooperativas denominadas consolidadas son de tamaño grande (medi-

Cuadro 4

DATOS DE CIFRAS OUTPUTS E INPUTS PARA EL MODELO DEA (Cluster 4)

<b>100</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	27.299	37.459	107.123	178.097
Inmovilizado	4.909	51.594	145.749	218.637
Mat. prima	187.076	1.065.188	5.342.360	7.687.092
Retornos	828	2.391	23.645	17.255
Reservas	76	141,50	8.435	7.476
<b>76</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	12.178	20.836	47.787	99.063
Inmovilizado	18.836	29.232	37.915	99.742
Mat. prima	682.821	1.464.645	3.897.420	4.271.310
Retornos	2.059	1.073	11.698	3.129
Reservas	45,98	47,26	87,32	90,01
<b>36</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	17.636	16.970	137.048	205.908
Inmovilizado	16.946	27.124	204.145	223.140
Mat. prima	669.446	1.767.116	4.897.475	7.147.732
Retornos	2.040	1.432	14.924	5.792
Reservas	1.318	924	1.185	9.828
<b>20</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	26.247	81.060	96.404	123.438
Inmovilizado	116.781	122.051	90.742	102.403
Mat. prima	148.588	432.961	4.875.000	5.105.000
Retornos	537	1.614	17.618	19.030
Reservas	0	462,11	8.972	8.972
<b>85</b>	<b>1975</b>	<b>1979</b>	<b>1989</b>	<b>1993</b>
Fondos propios	37.042	44.774	35.472	79.863
Inmovilizado	50.941	80.362	90.750	106.972
Mat. prima	724.426	2.289.938	7.127.426	6.379.951
Retornos	2.551	4.845	25.098	13.498
Reservas	1.179	1.194	11.749	12.214

do en número de socios) y su política económico financiera queda fundamentalmente definida por la búsqueda de un equilibrio o compromiso entre la maximización de los retornos cooperativos y la obtención de una sólida solvencia.

Las cooperativas que forman el Grupo III, muestran una eficiencia relativa algo menor que las del Grupo I, pero claramente superior a la eficiencia mostrada por las cooperativas que forman los otros dos grupos. En este grupo de cooperativas que denominamos conservadoras prima el objetivo de me-

Cuadro 5

EFICIENCIA RELATIVA DE LAS COOPERATIVAS  
OLIVARERAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN

Cooperativa	1975	1979	1989	1993
37	0,67	1	0,08	0,19
98	1	1	0,13	0,22
1	0,74	0,80	0,20	0,38
54	0,61	0,65	0,57	1
35	0,68	0,66	0,14	0,29
104	0,35	0,74	0,54	0,88
91	0,63	0,75	0,36	1
24	0,34	0,57	0,19	0,49
14	0,62	1	0,41	0,66
63	0,56	1	0,18	0,30
26	0,57	0,59	0,78	1
30	0,49	0,82	0,17	0,21
50	0,43	0,55	0,18	0,58
96	1	1	1	0,86
94	0,75	1	0,77	0,91
100	0,64	0,32	0,46	0,46
76	0,52	0,73	0,51	0,43
36	0,51	1	0,12	0,44
20	0,05	0,07	0,76	0,76
85	0,24	0,53	0,88	1

jorar la Financiación Propia lo que redundará a su vez en una buena solvencia.

El análisis de la eficiencia relativa en el segundo período estudiado (año 1979) conduce globalmente a unos resultados muy similares. En efecto, el grupo I sigue siendo el más eficiente, mostrando las cooperativas individuales unos índices de eficiencia relativa muy parecidos. Puede decirse, que la única diferencia significativa, en términos agregados, entre los datos de los años 1975 y 1979 reside en la mejora experimentada por las cooperativas del Grupo II cuyos índices de eficiencia relativa igualan e incluso superan relativamente a los alcanzados por las cooperativas del Grupo III. En todo caso las cooperativas del Grupo IV, las denominadas *consolidadas* siguen siendo las que de una manera diáfana utilizan sus recursos de una manera menos eficiente.

Una reflexión válida para el período 1975-1979 es la siguiente. La eficiencia relativa de las almazaras cooperativas de Jaén queda determinada, muy fundamentalmente, por el for-

talecimiento de las políticas de reparto de retornos entre los socios. Por otra parte, dada la peculiar manera con la que las almazaras cooperativas realizan la liquidación de sus cosechas, implica que la política empresarial que ayudaba en mayor medida a incrementar la eficiencia relativa de las cooperativas en el período 1975-1979 consistía en buscar por encima de todo un mayor precio con qué liquidar al socio la aceituna entregada. Obviamente, este tipo de política, aunque conduce a la eficiencia a corto plazo, pone en peligro la solvencia económica de la cooperativa. Con lo que se llega a que la «eficiencia del presente» pueda generar la «ineficiencia del mañana», que como veremos es lo que en realidad sucedió más adelante.

Por otra parte puede decirse que este período no se caracteriza por ser un período de expansión. En efecto, el inmovilizado de cada cooperativa está equilibrado en relación al volumen de molturación de aceituna. Las instalaciones existentes eran las adecuadas a la oferta del producto entregado por los socios de las cooperativas, por lo que la política llevada por los rectores se centraba más en atender al precio o a la solvencia para seguir manteniendo el volumen de molturación que les hace eficientes.

Sin embargo las cooperativas del Grupo IV eran cooperativas que estaban sobredimensionadas, con unas instalaciones cuyo volumen era mayor que el necesario para atender la oferta de aceituna que entregaban sus socios, lo que hace que las cooperativas que lo integraban se mantuvieran en un nivel de eficiencia muy bajo en relación con las cooperativas almazareras de la provincia.

Al analizar los datos de eficiencia relativa en el período 1989 observamos un cambio drástico en los indicadores de eficiencia relativa de los diferentes grupos de cooperativas. De estos fuertes cambios quizás el más llamativo sea la pérdida de eficiencia experimentada por las cooperativas que forman el grupo I. En efecto, estas cooperativas, *las arriesgadas* eran las que en el período 1975-1979 presentaban una mayor eficiencia relativa, pasando en el período 1989 a formar el grupo de cooperativas más ineficientes. En efecto, en el año 1979 la cooperativa menos eficiente del Grupo I (la 54) presentaba una eficiencia del 65 por ciento, mientras que en el período 1989 dicha cooperativa es la más eficiente, con un índice de eficiencia relativa de tan sólo el 57 por ciento en el año 1989.



Lo mismo podemos decir del Grupo II, en el que la media de eficiencia relativa de las cooperativas que pertenecen a este grupo está en torno al 34 por ciento, no existiendo ninguna cooperativa que presente el cien por cien de eficiencia. En efecto, la cooperativa más eficiente del grupo en relación a las cooperativas de la provincia (la que lleva el número de orden 104) presenta una eficiencia relativa tan sólo ligeramente superior al 50 por ciento respecto a las demás cooperativas en el año de 1989.

El Grupo III es en el que se manifiesta más eficiente para ese año, con una eficiencia relativa media del 58 por ciento. Si bien, la eficiencia relativa del grupo es muy inferior a las eficiencias relativas medidas en períodos anteriores.

El Grupo IV, es el segundo en eficiencia relativa, siendo la eficiencia relativa del grupo superior al 50 por ciento y muy superior a la eficiencia relativa media referida a todas las cooperativas de la provincia de Jaén.

En el año 1993, último estudiado, vemos que todas las cifras que nos miden la eficiencia relativa de las cooperativas crecen significativamente. Por otra parte, el grupo de cooperativas que se muestran más eficientes con relación al total de cooperativas de la provincia de Jaén, es el Grupo III, es decir, el de las cooperativas conservadoras; esto es, las cooperativas que en el orden de prioridades de decisiones de política económica coloca en primer lugar el saneamiento de la empresa. Es decir, la política financiera que conduce a la eficiencia consiste en el aumento de la solvencia frente a la obtención de elevados retornos cooperativos que puede ser consecuencia de la liquidación de la cosecha al socio mediante el establecimiento de precios políticos. Esta generosa política de precios puede ser una buena política para la consecución de nuevos socios o para que no se den de baja los ya existentes. Sin embargo esta estrategia empresarial, a largo plazo, será perjudicial para la cooperativa y llevada a su extremo puede colocarla en una situación de quiebra económica.

Merece la pena comentar el cambio experimentado en los valores que toma, en 1993, la eficiencia relativa de las cooperativas que constituyen el Grupo IV, que denominamos consolidadas. En este sentido vemos que aunque su eficiencia no aumenta tan espectacularmente como en el Grupo III, sin embargo, sí podemos decir que lo hace de una manera más

regular, sin tantos saltos bruscos. Este hecho, lo podemos interpretar como que es el grupo en el que el diseño de las instalaciones está más acorde con el volumen de la aceituna molturada y por lo tanto ha sufrido menos en cuanto a eficiencia relativa, por el aumento tan espectacular experimentado por el volumen de producción entre los dos períodos.

Seguidamente, pasamos a analizar los datos del cuadro 5 de una manera dinámica. Conviene observar que estos datos realmente tienen un valor estrictamente estático, por lo que no son rigurosamente comparables unos con otros. No obstante, con las debidas precauciones podemos decir que, en general, las eficiencias relativas de las cooperativas de la provincia de Jaén decrecieron bruscamente entre los dos períodos considerados. Sin embargo, se produce un aumento considerable de la eficiencia relativa de las cooperativas a medida que nos aproximamos al momento actual.

Por lo tanto, parece razonable deducir que las estrategias que hacen que una cooperativa sea o no eficiente cambian con el entorno; es decir, cambian con el escenario donde se desarrolla la actividad cooperativa de modo que hace que se condicionen las decisiones de política económica que tomen los rectores de la empresa. Consecuentemente, con esta idea debemos preguntarnos en qué ha cambiado sustancialmente el escenario en el que se han desenvuelto las cooperativas oliveras de la provincia de Jaén en los dos períodos considerados.

La respuesta al anterior interrogante es bastante clara. En efecto, en el segundo período estudiado (1989-1993) España forma parte ya de la Unión Europea como miembro de pleno derecho. Esta integración en la Comunidad Europea implica, entre otras cosas, la aplicación de la Política Agrícola Común (PAC) al sector de las materias grasas, entre las que se encuentra el aceite de oliva. La PAC establece una Organización Común de Mercado que hace que este sector se convierta en uno de los más protegidos dentro de la agricultura comunitaria, regulando el precio del aceite de oliva y estableciendo una serie de ayudas, tanto a la producción como al consumo. Además, la PAC establece líneas de ayuda y financiación especiales para la modernización de las almazaras existentes en el país y muy en particular las almazaras cooperativas.

Este tipo de ayudas, unido a una reglamentación comunitaria que prima de una manera clara la calidad del aceite de

oliva producido, ha hecho que las cooperativas se lancen en los últimos años a una política de reformas de sus instalaciones que las adapten al nuevo escenario que se ha establecido después de la incorporación del olivar español a la PAC.

Dado que el modelo DEA, en el que nos hemos apoyado para estudiar la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas, tiene un claro carácter multidimensional, no facilita una interpretación sencilla y directa de las políticas financieras seguidas por las cooperativas en el marco de la nueva PAC. Sin embargo, si nos fijamos en la relación existente entre la evolución de los índices de eficiencia y el tamaño de los inmovilizados materiales, podemos decir que las políticas y acciones emprendidas por las cooperativas almazareras ha generado una disminución significativa de los índices de eficiencia. Este hecho, se debe con una gran probabilidad a que las decisiones tomadas por los órganos rectores de las cooperativas condujo a estas empresas a un excesiva dimensionamiento de sus instalaciones. Este sobredimensionamiento fue más acusado en las cooperativas de los Grupos I y II y mucho menor en las cooperativas del Grupo II I o conservadoras.

El Grupo IV es a nuestro entender el que se compone de cooperativas mejor preparadas para experimentar este tipo de transformación, o bien que al estar inicialmente sobredimensionadas ya estaban acondicionadas al nuevo escenario mediante ligeras modificaciones en sus instalaciones. Por ello, este grupo es el que presenta una mayor mejora de su eficiencia relativa.

## **APÉNDICE. ESTRUCTURA ANALÍTICA DEL MODELO DEA**

Tal como habíamos indicado en el apartado tres los descubridores del DEA, defienden que las diferentes unidades organizativas pueden valorar sus respectivos outputs e inputs de una manera distinta y por consiguiente adoptar vectores de pesos asimismo diferentes. Coherentemente con esta idea proponen que cada unidad organizativa pueda adoptar el conjunto de pesos que le resulte más favorable en comparación con las demás unidades organizativas.

De esta manera la eficiencia de la unidad organizativa  $j$ -ésima, se obtendrá maximizando el cociente que mide la efi-

ciencia de dicha unidad, sujetando el proceso de optimización a que la eficiencia de todas las unidades organizativas, incluyendo la propia unidad  $j$ -ésima, sea menor o igual que la unidad. En términos analíticos, se propone formular un modelo de programación fraccional, cuyas variables representan los pesos más favorables para la unidad organizativa  $j$ -ésima. La estructura algebraica del modelo para la unidad organizativa  $j$ -ésima es la siguiente:

Funcion Objetivo:

$$\text{Max } E_j = \frac{\sum_i^m U_i Y_{ij}}{\sum_i^m V_i X_{ij}}$$

Sometida al conjunto de restricciones: (A-1)

$$\frac{\sum_i^m U_i Y_{ij}}{\sum_i^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$U_i \geq \varepsilon; \quad V_i \geq \varepsilon$$

siendo  $\varepsilon$  un pequeño término de perturbación (e.j. = 0,001).

La solución del modelo (A-1) proporciona la cuantificación de la eficiencia relativa de la unidad organizativa  $j$ -ésima con respecto a las demás unidades, así como los mejores valores de los pesos que han permitido alcanzar dicha eficiencia. Si en el óptimo  $E_j = 1$ , entonces podemos decir que la correspondiente unidad  $j$ -ésima es eficiente en términos relativos con respecto a las otras  $k - 1$  unidades. Por el contrario, si en el óptimo  $E_j < 1$  ello significa que aun habiendo elegido la unidad  $j$ -ésima sus pesos más favorables, existen unidades organizativas en la muestra estudiada que combinan sus inputs en outputs de una manera más eficiente.

La inclusión de los términos de perturbación se hizo para evitar la posibilidad de que los pesos o ponderaciones pudieran tomar valores nulos. Posteriormente diferentes autores (e.j. Charnes *et al.* 1986) demuestran como el valor de  $\varepsilon$  no influye significativamente en el valor de la eficiencia estimada por el modelo, pudiendo originar errores de interpretación al

ignorar las unidades en que se miden los inputs y los outputs, así como generar dificultades operativas. Por tanto, en lo que sigue, igual que sucede en la literatura más reciente sobre DEA, dichos términos de perturbación no se consideran en la formulación de los correspondientes modelos.

La estructura del modelo (A-1) es la de un programa fraccional, por lo que para su resolución tendríamos que recurrir a algún algoritmo de programación fraccional (e.g. Bitran y Novaes 1973). Sin embargo, en el contexto específico del DEA sus descubridores demostraron que se alcanza el mismo valor óptimo de la fracción  $E_j$ , procediendo a su maximización, que maximizando el numerador de la misma e igualando el denominador a una constante. Por lo tanto, la eficiencia relativa de la unidad organizativa  $j$ -ésima, puede obtenerse de una manera directa a través del siguiente programa lineal:

Función objetivo:

$$\text{Max } E_j = \sum_i^n U_i Y_{ij}$$

Conjunto de restricciones:

$$\sum_i^m V_i X_{ij} = \text{Constante (ej. } = 100)$$

$$\sum_i^m U_i Y_{ij} - \sum_i^n V_i X_{ij} \leq 0 \quad \forall_j \quad (\text{A-2})$$

$$U_i \geq 0; \quad V_i \geq 0$$

Resolviendo el programa lineal (A-2) obtenemos una medición de la eficiencia relativa de la unidad organizativa  $j$ -ésima. Si el óptimo de la función objetivo  $E_j$  es igual a la unidad, ello implica que la unidad  $j$ -ésima es eficiente. Por el contrario, si el óptimo  $E_j$  es menor que uno, la unidad organizativa es ineficiente. Así, por ejemplo, si  $E_j = 0,60$  esto quiere decir que la unidad organizativa  $j$ -ésima si funcionara eficientemente podría desarrollar su nivel de actividad con sólo un 60 por ciento de los recursos que usa en la actualidad. Si exis-

ten  $K$  unidades organizativas tendremos que resolver  $K$  programas lineales con la estructura del modelo (A-2) para poder determinar la eficiencia relativa de las  $K$  unidades.

Es interesante observar que en el caso general que engloba  $K$  unidades organizativas,  $m$  outputs y  $n$  inputs la aplicación del DEA según el modelo (A-2) conduce a resolver  $K$  programas lineales (uno por cada unidad organizativa), teniendo cada programa lineal  $m + n$  variables y  $K + 1$  restricciones, sin considerar las restricciones lógicas de no negatividad. En problemas de gran dimensión, especialmente cuando el número de unidades organizativas es muy grande (e.g. más de cien) suele ser recomendable operar con el modelo dual en vez de con la estructura primal dada por (6) (vease, por ejemplo, Boussofiene *et al.*, 1991).

Asimismo, es importante tener en cuenta que para que el DEA tenga poder discriminatorio es necesario que el tamaño de la muestra (i.e. el número de unidades organizativas) sea claramente superior al número total de outputs e inputs considerados. Algunos autores (e.g. El Mahgary y Lahdelma 1995) sugieren que ha de cumplirse la siguiente condición:

$$K \geq 3(m + n)$$

para que la potencialidad discriminatoria del DEA sea suficiente; es decir, el número de unidades organizativas consideradas al menos ha de igualar al triple del número total de outputs e inputs considerados.

Es interesante observar que en los párrafos anteriores hemos resumido lo que puede considerarse enfoque DEA básico. Las ideas metodológicas expuestas son suficientes para abordar el tema de investigación planteado en este artículo: el análisis de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén. No obstante, conviene indicar que existen múltiples e interesantes extensiones del modelo básico de involucramiento de datos. Así, es posible desagregar la eficiencia global en diferentes tipos según sea su motivo causal. Así, Fare *et al.* (1985) exponen como la eficiencia DEA puede descomponerse en: eficiencia técnica pura, eficiencia por congestión, eficiencia asignativa y eficiencia de escala.

El DEA ha sido profusamente utilizado en multitud de dominios explicativos. Así en un estudio bibliográfico de DEA realizado por Seiford (1990) se referencian casi quinientos trabajos de este enfoque a diferentes campos de aplicación. Sin

embargo las aplicaciones del DEA en economía agraria son muy escasas. A nivel agregado puede citarse un análisis de la eficiencia de la agricultura filipina (Fare *et al*, 1985 b), la medida de la eficiencia relativa de trece distritos forestales en Taiwán (Kao y Yang, 1991), así como la medida dinámica de la productividad agraria en las comunidades autónomas españolas (Aldaz, 1995). A nivel microeconómico puede citarse el trabajo de Shimizu (1992) en el que se analiza la eficiencia técnica de granjas productoras de melones en Japón. Es interesante destacar que fuera del ámbito agrario el DEA ha sido utilizado recientemente para analizar la eficiencia relativa de instituciones no lucrativas como es el caso de organizaciones hospitalarias públicas (Pina Martínez y Torres Pradas, 1992). □

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo de Carlos Romero está financiado por la Comisión Ministerial de Ciencia y Tecnología (CIC YT) Proyecto AGF95-0014. Se agradecen los comentarios y sugerencias efectuados por dos revisores anónimos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALDAZ, N. (1995): *Análisis no Paramétricos de la Productividad Agraria en las Comunidades Autónomas Españolas*. Tesis Doctoral. Departamento de Económica y Gestión, Universidad Politécnica de Madrid.
- BALLESTERO, E. (1990): *Economía Social y Empresas Cooperativas*. Alianza, Madrid.
- BITRAN, G. R. y NOVAES, A. G. (1973): Linear Programming with a Fractional Objetiva Function. *Operations Research*, 1: pp 22-29.
- BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G. y THANASSOULIS, E. (1991): Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 52: pp 1-15.
- CABALLER, V. (1992): *Gestión y Contabilidad de Cooperativas Agrarias*. Mundi-Prensa, Madrid
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. y RHODES, E., (1978): Measurement in the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2: pp 429-444.

- CHARNES, A.; COOPER, W. W. y THRALL, R. M. (1986): Classifying and Characterizing Efficiencies and Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Operacions Research Letters*, 5: pp 105-110.
- DAMAS, E. (1996): *Análisis Dinámico de la Estructura Económico-Financiera y de la Eficiencia de las Almazaras Cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993*. Tesis Doctoral. Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria. Universidad de Córdoba.
- DOMINGO, J. y DE LOMA-OSORIO, E. (1991): *Las Almazaras Cooperativas en Andalucía*. Cámara Oficial de Comercio e Industria de Jaén, Jaén.
- DOMINGO, J. y ROMERO, C. (1987): *Las Empresas Cooperativas Agrarias: Una Perspectiva Económica*. Mundi-Prensa, Madrid.
- EL - MAHGARY, S. y LADHELMA, R. (1995): Data Envelopment Analysis: Visualizing the Results. *European Journal of Operational Research*, 85: pp. 700-710.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. y LOVELL, K. C. A. (1985), a) *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluver, Boston.
- FÄRE, R.; GRABOWSKI, R. y GROSSKOPF, S. (1985), b) Technical Efficiency of Philippine Agriculture. *Applied Economics*, 17: pp. 205-214.
- FARRELL, M. J. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society Series A*, 120: pp 253-281.
- FARRELL, M. J. y FIELDHOUSE, M. (1962): Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of Royal Statistical Society Series A*, 125: pp. 252-267.
- HERNÁNDEZ ORTIZ, M. J. (1995): *El Asociacionismo Agrario en la industria del aceite de oliva en Jaén: Una Experiencia*. Cuadernos de Trabajo del CIRIEC (n.º 23), Madrid.
- KAO, C. y YANG, Y. C. (1991): Measuring the Efficiency of Forest Management. *Forest Science*, 37: pp. 1.239-1.252.
- LÓPEZ ONTIVEROS, A. (1985): *Las cooperativas Olivareras Andaluzas. Una Realidad Problemática*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Córdoba.
- MOYANO FUENTES, J. (1995): *Las Almazaras Cooperativas Giennenses: El Reto de la Calidad*. Cuadernos de Trabajo del CIRIEC (n.º 22), Madrid.
- PINA MARTÍNEZ, V. y TORRES PRADAS, L. (1992): Evaluating the Efficiency of Nonprofit Organizations: An Application



- of DEA to the Public Health Service. *Financial, Accountability and Management*, 8: pp 213-224. (1992).
- ROMESBURG, H. C. (1989): *Cluster Analysis for Researcher*. Ed. Lifetime Publications, Belmont, California.
  - SEIFORD, L. M. (1990): *A Bibliography of Data Envelopment Analysis. 1978-1986*. Working Paper, Dep. of Industrial Engineering and Operations Research, University of Amherst, Massachusetts.
  - SHIMIZU, T. (1992): *Technical Efficiency of Melon Farms under the Marketing Strategy of Agricultural Cooperatives*, en *Issues in Agricultural Development-Sustainability and Cooperation* (Bellamy, M., Greenshields, B. Editions) Dartmouth Publishing Company, Aldershot: pp. 259-265.

## RESUMEN

### **Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993**

En este artículo se analiza la eficiencia productiva del sector de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén. El análisis de eficiencia se realiza con la ayuda de un enfoque no paramétrico conocido como Método de Envolvimiento de Datos (DEA). El trabajo se centra en cuatro periodos de tiempo con un especial significado económico y social en España. La medición de la eficiencia productiva se efectúa sobre cuatro «clusters» o grupos homogéneos de cooperativas. De esta forma se cuantifica la eficiencia tanto de las cooperativas que forman un determinado «clusters», como de los diferentes clusters» entre sí.

PALABRAS CLAVE: Almazaras, análisis cluster, cooperativas, eficiencia, técnicas de envolvimiento de datos.

## RÉSUMÉ

### **Analyse non paramétrique de l'efficiencce productive des oliveries coopératives de la province de Jaén dans la période 1975-1993**

L'efficiencce productive du secteur des oliveries coopératives de la province de Jaén est analysée dans cet article. L'analyse de cette efficiencce s'envisage avec une technique non paramétrique appelle Méthode d'Enveloppement de Donnés (DEA). Le travail considère quatre périodes d'une speciale signification économique et sociales pour l'Espagne. La mesure de l'efficiencce productive se fait sur quatre clusters ou groupes homogenes de coopératives. On peut quantifier alors non seulement l'efficiencce des coopératives mais aussi celle d'un cluster par rapport aux autres.

MOTS CLÉF: Oliveries, analyse cluster, coopératives, efficiencce, méthode d'enveloppement de données.

## SUMMARY

### **Non parametric analysis of the relative efficiency of oilmills cooperatives in Jaén country during the period 1975-1993**

In this paper the productive efficiency of the oilmills sector run on a cooperative basis in the province of Jaén is analysed. The work is undertaken with the help of a non-parametric approach known as data envelopment analysis (DEA). The paper considers four periods of time with a special economic and sociological relevance in Spain. The measurement of the productive efficiency is carried out on four clusters or groups of homogeneous cooperatives. In this way the efficiency of the cooperatives integrated in a cluster is determined as well as the efficiency among the four clusters considered.

**KEYWORDS:** Oilmills, cluster analysis, cooperatives, efficiency, data envelopment techniques.