

LA EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS DE COMERCIALIZACIÓN HORTÍCOLA DE ALMERÍA: UN ENFOQUE NO PARAMETRICO

José M. Martínez Paz¹
Federico Martínez-Carrasco Pleite¹
Beatriz Montoya Lázaro²

¹Dpto. de Economía Aplicada. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

femartin@um.es y jmpaz@um.es

²Dpto. de Economía Aplicada. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano. 04120 Almería

bmontoya@ual.es

Resumen de la Comunicación

En la provincia de Almería se sitúa uno de los principales centros productores de hortalizas fuera de temporada de toda Europa. El crecimiento experimentado por esta actividad agraria en las últimas décadas ha venido acompañado de un desarrollo simultáneo de una moderna estructura comercial; las empresas del sector se enfrentan a mercados cada vez más competitivos y concentrados, siendo imprescindibles continuas mejoras en los niveles de eficiencia de todos sus agentes.

Tras una caracterización del sector, en este trabajo se aborda el análisis del nivel de eficiencia de las empresas de comercialización y manipulación de hortalizas almerienses, contrastándose su relación con determinadas características empresariales. Para ello se aplica la metodología de Análisis Envolvente de Datos, con la que se comprueba que este sector productivo posee una alta eficiencia técnica pura, pero opera en la zona de rendimientos crecientes a escala, con un sobredimensionamiento general en algunos de los factores productivos que emplea. Estos y otros resultados llevan a plantear algunas estrategias a implementar en el sector, orientadas a paliar la escasa dimensión que todavía tiene su sistema comercial y a reducir los niveles de ineficiencias que presentan sus agentes.

Palabras claves: *Eficiencia técnica, DEA, Comercialización, Horticultura, Almería*

1. INTRODUCCIÓN

La dimensión que la actividad hortícola ha alcanzado en Almería en las dos últimas décadas, con más de 27.000 hectáreas de invernaderos (Junta Andalucía y Cajamar, 2000), la sitúa como uno de los principales centros productores y abastecedores de hortalizas del mercado europeo, con una marcada orientación en la producción en los periodos fuera de su temporada tradicional. El desarrollo

experimentado por esta actividad agraria, en la que se basa el propio crecimiento vivido por el grueso de la economía provincial, se explica en la conjunción de múltiples factores que lo han posibilitado; entre todos ellos cabe destacar la participación que en el proceso han tenido los agentes en origen dedicados a la manipulación y comercialización de hortalizas.

No obstante, las empresas de comercialización de hortalizas de Almería, objeto de estudio en este trabajo, se enfrentan a un contexto general de creciente competencia. Los procesos de liberalización comercial acaecidos en el marco de las negociaciones bilaterales y multilaterales, o el desarrollo de los medios de transporte y de otras mejoras tecnológicas, están ocasionando la entrada en el mercado hortofrutícola europeo de nuevos competidores; también resultan preocupantes para las empresas del sector los procesos de concentración empresarial vividos en el sistema agroalimentario, fundamentalmente en el escalón detallista de la distribución.

Por lo tanto, los continuos cambios acaecidos en los mercados hortofrutícolas, de los que Cook (1997) realiza una detallada descripción, imponen a las empresas de comercialización de Almería crecientes exigencias, en términos de calidad, gama o precio de sus productos, pero también, de una mayor eficiencia empresarial, que garanticen el mantenimiento de sus ventajas competitivas. Con este marco general se presenta este trabajo, en el que, tras una descripción de la situación general del sector hortícola almeriense y de sus principales agentes directos, se estudia la eficiencia de sus empresas de comercialización y manipulación aplicando la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA), a partir de cuyos resultados se proponen algunas recomendaciones con objeto de mejorar la eficiencia de sus agentes comerciales.

2. EL SISTEMA HORTÍCOLA ALMERIENSE

La superficie de invernaderos localizada en el litoral de Almería, representa el sesenta por ciento de la superficie total existente en España de este tipo de estructura productiva. La dimensión de esta actividad agraria se constata al comprobar que en esa provincia se produjeron en el año 2000 cerca de dos millones y medio de toneladas de hortalizas, valoradas en algo más mil seiscientos millones de euros, más del 90% de la producción agraria y cerca del 17 % del VAB provincial (CAP, 2001)

Se trata de una de las principales zonas productoras de hortalizas de la península, concentrándose en ella cerca del 20% ciento de la producción hortícola española, participación que supera la cifra del 50% en los casos del calabacín y el pepino, y del

30% en los del pimiento, la sandía o la berenjena. Además, la importancia de su producción se acrecienta de manera considerable en los periodos de la campaña correspondientes a los meses del principio y del final del año, tal y como puede comprobarse para el caso del tomate con los datos que se ofrecen en el Cuadro 1. El que en sus invernaderos puedan estar dándose dos o más cosechas en cada campaña, explica que la superficie dedicada a la producción de sus ocho principales hortalizas alcanzó en la pasada campaña las cuarenta mil hectáreas, lo que supone un índice de intensidad de cultivo superior a 1,5.

Cuadro 1. Producción hortícola intensiva en Almería

Productos	Superficies (Has)		Producciones (Tm)	
	2000	Media 1995-99	2000	Media 1995-99
Sandía	5.828	5.913	331.526	336.238
Melón	5.926	5.926	211.024	250.974
Calabacín	3.780	3.007	219.414	193.065
Pepino	3.636	2.987	272.700	263.870
Berenjena	1.038	1.035	63.318	606.38
Tomate (enero-mayo)	5.750	4.332	425.417	377.681
Tomate (octubre-diciembre)	1.283	2.247	186.948	244.019
Pimiento	8.522	7.694	477.232	442.019
Judías verdes	4.918	4.744	88.524	64.905
<i>Suma 8 Hortalizas</i>	<i>40.681</i>	<i>37.886</i>	<i>2.276.103</i>	<i>2.233.409</i>
<i>Total Provincial^(a)</i>	<i>64.797</i>	<i>57.728</i>	<i>3.749.230</i>	<i>3.518.781</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CAP (2001). ^(a) Incluye superficies hortícolas no invernadas.

Por último señalar el importante desarrollo que ha experimentado este sector en lo relativo a los aspectos comerciales de la actividad, configurándose un complejo entramado agrocomercial, intensivo en el uso de tecnología agraria, con niveles de competitividad difícilmente observables en otros sistemas agrarios, que no obstante, por el carácter intensivo y lo concentrado de esta actividad, plantea algunos interrogantes acerca de su sustentabilidad futura, incertidumbre derivada fundamentalmente de su presión sobre algunos recursos naturales (Martínez y Calatrava, 2001).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS AGENTES DE COMERCIALIZACIÓN

El proceso de distribución hortícola comienza con la decisión del agricultor de a través de qué sistema dar salida comercial a sus hortalizas. El agricultor llevará sus productos a los agentes en origen, disponiendo para ello básicamente de dos opciones: una primera sería la que le ofrecen los sistemas de tipo asociativo, entre los que destacan las entidades cooperativas y de Sociedades Agrarias de Transformación (SAT), siendo la segunda opción la constituida por otras formas comerciales de carácter no asociativo, entre las que destacan las alhóndigas, tradicional sistema de subasta a la baja

con gran implantación en el sector hortícola del sureste español. En caso de emplear el agricultor entidades no asociativas, se produce una ruptura en la relación entre horticultor y producto, en la medida que este no participa en etapas posteriores de la cadena comercial.

Las Sociedades Cooperativas constituyen la principal forma de asociación comercial agraria en el sector; a través de estas los agricultores aúnan sus esfuerzos para comerciar sus productos, acometiendo un proceso de concentración en origen de la oferta; esto permite al agricultor vincularse más activamente en la cadena comercial, apropiándose del valor añadido que el participar en los siguientes niveles del canal le ofrece, alcanzando las ganancias que se derivan de un mayor poder de negociación y de unas economías de escala en la venta de productos o en la adquisición de inputs; además de los beneficios derivados de otros servicios prestados por la entidad, como son los de asesoramiento técnico, fiscal, laboral y las secciones de crédito.

Las Sociedades Agrarias de Transformación, son sociedades civiles de finalidad económico social para la producción, transformación y comercialización de productos agrícolas, con características entre la sociedad anónima y la cooperativa, en la medida que con ella los agricultores se asocian y aglutinan sus esfuerzos, si bien sus socios no se ven subordinados a algunas exigencias propias de sociedades de carácter cooperativo.

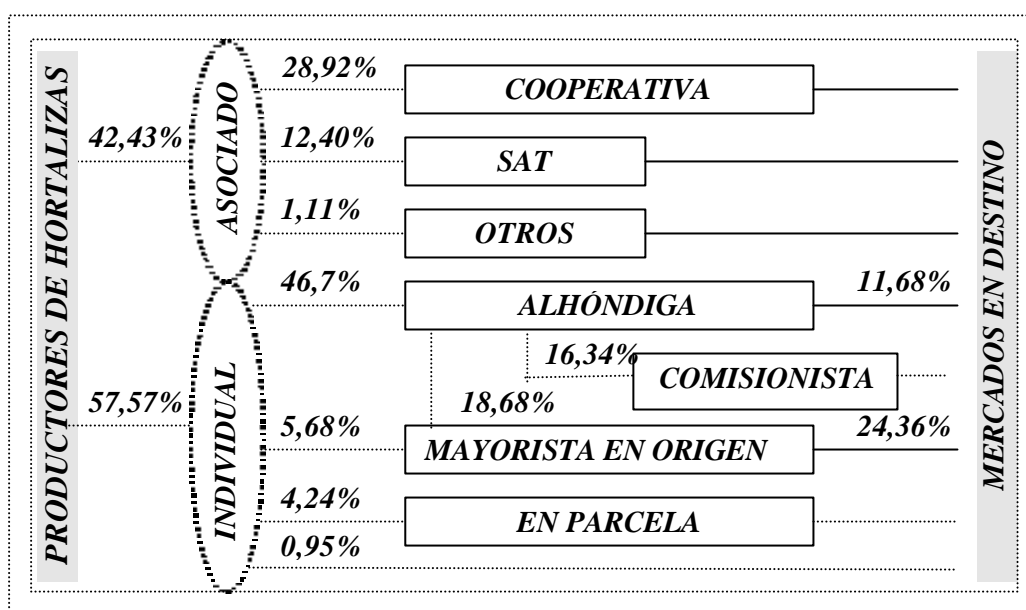
Las alhóndigas son almacenes a los que acuden agricultores y compradores para, mediante un proceso de subasta a la baja, vender las hortalizas, siendo lo usual que no exista vinculación alguna entre la alhóndiga y los agentes que a ella acuden. Los compradores que asisten a las subastas suelen ser intermediarios o representantes de mayoristas en destino y de cadenas detallistas, pero también, de agentes mayoristas en origen. Las partidas de productos a subastar son transportadas por los propios agricultores, sin someterse a ningún tipo de manipulación previa (López, 1982). Los servicios prestados por la subasta le son cobrados a los compradores, en concepto de gastos de descarga de producto y utilización de sus almacenes de subasta y personal, encargándose también la alhóndiga de anticipar al agricultor el importe de las partidas vendidas en su almacén; por lo tanto, será finalmente la alhóndiga la encargada de cobrar al comprador, con lo que es éste el agente que corre con los riesgos y costes de posibles morosos. La alhóndiga ha sido el agente comercial que más ha evolucionado dentro del sistema hortícola almeriense, de tal manera que, conservando su actividad como intermediario que ofrece el servicio de la subasta, ha ido desarrollando su capacidad de manipulación y posterior comercialización. Las principales alhóndigas de

la provincia cuentan en la actualidad, además de con su tradicional sistema de subasta, con almacenes o empresas vinculadas con las que comercializar hortalizas en los mercados en destino. Esta transformación se ha visto acelerada en los últimos años ante la posibilidad de verse al margen de las ayudas y la configuración que establece la actual Organización Común de Mercados (OCM) de Frutas y Hortalizas en Europa (ECOHAL, 1997); en esta se dejan de lado todas las formas en las que la relación entre agricultor y productor sea únicamente de tipo comercial, como era el caso de las tradicionales alhóndigas; pero el marco que supone la actual OCM también ha contribuido a su transformación en la medida que esta obliga a una creciente normalización de los productos, que cada vez serán más difíciles de garantizar por los agricultores que acuden a las subastas. Esta nueva formulación de las alhóndigas confiere a este sistema una gran versatilidad, al compatibilizar su faceta de subasta en origen, que aún sigue siendo el principal sistema comercial empleado en Almería, con sistemas modernos de manipulación y comercialización, siendo estos últimos los que mejor responden a los nuevos requerimientos de calidad y normalización que en los mercados en destino se tienden a demandar.

Además del sistema de alhóndiga, existen otros agentes comerciales no asociativos, entre los que destaca la categoría correspondiente a mayoristas en origen; estos disponen de almacenes donde manipulan el producto para después comercializarlo en los mercados en destino, abasteciéndose para ello de agricultores independientes o realizando compras en subastas de la provincia.

En el Gráfico 1 se muestra la participación de los principales agentes que intervienen en los circuitos de comercialización de hortalizas frescas de Almería, descritos hasta el momento. En él aparecen los porcentajes que del total de kilogramos producidos en la provincia corresponden a cada tipo de agente comercializador, destacando por su importancia el sistema de alhóndiga, seguido de cooperativas, SAT y mayorista en origen. De cierta importancia en el canal es la modalidad denominada “venta en parcela”, sistema por el cual comerciantes procedentes fundamentalmente del levante español, acuden directamente a la explotación del agricultor para comprar el producto, encargándose de su recolección y posterior distribución. Son limitadas las ocasiones en las que el agricultor dispone de la capacidad para poder enviar de manera individual sus productos a los mercados en destino, siendo muy pocos los agricultores que en la actualidad hacen las funciones de cosecheros-exportadores.

Gráfico 1. Agentes del canal comercial de hortalizas frescas en Almería



Fuente: Elaboración propia a partir de Martínez-Carrasco (2001). La línea discontinua indica que el producto no ha sido manipulado.

Por último señalar que las formas comerciales descritas se han visto afectadas por los procesos de concentración vividos en las últimas décadas en los mercados agroalimentarios en destino. El desarrollo de la moderna distribución (Ramos, 1991) ha supuesto un proceso de creciente desintermediación en el sistema de comercialización que ha provocado una redefinición de las funciones que realizan y dan sentido a cada agente, siendo generalizado el desplazamiento que los modelos comerciales tradicionales están sufriendo en todos los niveles del canal. El impacto de esos procesos se ha dejado notar en los mercados en origen, planteándose para las empresas hortícolas crecientes exigencias en términos de precios, calidad, gama, estacionalidad o servicios incorporados a sus productos.

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS COMERCIALES

El número de empresas que en la provincia de Almería se dedican a la manipulación y comercialización de hortalizas es de 207 según datos del Censo de Industrias de su Delegación de Agricultura y Pesca. Destacan entre todas ellas el número de firmas bajo las formas jurídicas de sociedad anónima y limitada, figuras tradicionalmente adoptadas por alhóndigas y mayoristas en origen, siendo también de importancia las empresas con forma de cooperativa y SAT; otras figuras, como comunidades de bienes o personas físicas, pese a ser también numerosas corresponden normalmente a agentes de reducido tamaño e importancia. La información existente acerca de las empresas que se dedican en este sector a la actividad comercial es

limitada, siendo también reducidos los trabajos que analizan sus características, pudiéndose destacar los realizados por Price Waterhouse (1988) y Montoya (1999) por cuanto aportan de información primaria sobre el sector. El interés de lo que resta de trabajo reside precisamente en el análisis que se realiza de información primaria acerca de las empresas comerciales y sus características.

Los datos empleados en este estudio proceden en su mayoría del anuario estadístico publicado por el diario La Voz (2001), habiéndose completado con la base de datos Duns-50.000 (2001) y el anuario estadístico de productos perecederos publicado por Alimarket (2001). Tras un proceso de selección de las empresas existentes en las tres fuentes, y de eliminación de aquellas firmas de las que se carecía de datos suficientes o que mostraban algún valor atípico, se disponía de una base de datos correspondiente a una muestra de 36 empresas de comercialización y manipulación de hortalizas de la provincia de Almería (7 alhóndigas, 10 cooperativas, 10 mayoristas en origen y 9 SAT). La representatividad de esta muestra se puede considerar adecuada para los propósitos perseguidos de descripción del sector comercial hortícola almeriense, pero sobre todo, de análisis de su eficiencia, pudiéndose señalar que estas empresas alcanzaban en el año 2000 unas ventas de 1.231.281 toneladas, más del 45 % de la producción de hortalizas en la provincia. A partir de la selección de variables obtenida se realiza el análisis de descripción que en este apartado se presenta, y el estudio de eficiencia cuyos resultados se ofrecen en el siguiente epígrafe.

Tal y como se puede observar en el Cuadro 2, las empresas de comercialización y manipulación de hortalizas analizadas presentan en todas sus características una alta variabilidad en sus valores medios, indicio de la heterogeneidad que presenta la población objeto de estudio. Por lo que a la dimensión de las firmas se refiere, alcanzan un volumen medio de 34.000 toneladas comercializadas y manipuladas, con un valor de ventas de 27 millones de euros, cifras nada desdeñables en un sector hortofrutícola muy atomizado; no obstante conviene recordar que son más de doscientas las empresas dedicadas a esta actividad, lo que permite estimar dimensiones poblacionales medias muy inferiores a las alcanzadas con esta muestra en la que se incluyen algunas de las mayores empresas del sector. En lo que a la estructura productiva se refiere, el número de almacenes de manipulación con que cuentan las empresas llega a ser de 4, si bien lo habitual es que se disponga de una única instalación de manipulación. Es más frecuente que las empresas cuenten, además de con un almacén de manipulación, con alguna superficie frigorífica, o en el caso de alhóndigas, con almacenes adicionales donde

efectuar las subastas; tan sólo se ha localizado una cooperativa que disponía de superficie de subasta, tratándose de un caso de gran interés al aplicar ese sistema en la compra de productos a sus agricultores socios. En lo relativo a los datos contables de las empresas de la muestra, estos presentan importantes desviaciones, siendo el valor de su capital social de 746.000 euros y de 2.405.000 euros su activo total. Las empresas tienen en media una vida de 15 años, contándose con una firma que empezó su actividad comercial hace ya casi seis décadas. La orientación al abastecimiento de mercados externos que las empresas de este sector presentan respecto a las de otras zonas productoras de España, se constata en la importancia que alcanzan en media exportaciones o expediciones respecto al total comercializado, con un porcentaje medio del 74%. Este resultado lleva a plantear la mayor inclinación exportadora de las empresas de mayor tamaño, en la medida que el porcentaje provincial de productos destinados al exterior, que no supera el 50%, es inferior al porcentaje antes comentado.

Cuadro 2. Descriptiva general de algunas características de las empresas de comercialización hortícola de Almería (2000)

	<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv. Std.</i>
Producción (Tm.)	34.202	5.900	120.000	26.926
Ventas (miles de euros)	27.046	2.257	75.127	24.009
Número de Almacenes	1,36	1	4	0,79
Superficie:				
- Manipulación (m ²)	8.921	600	32.900	7.117
- Lonja (m ²)	13.100	7.000	19.000	4.792
- Frigorífica (m ³)	1.916	140	7.004	1.560
Número de Empleados:				
- Gestión	14,14	2	50	10,67
- Manipulación	183,64	30	528	129,68
- Fijo	42,69	4	300	53,75
Mercado Exterior (% del total)	74,09	25	100	26,23
Otras variables:				
- Número de Productos	6,28	3	10	1,89
- Número de Marcas	2,42	1	5	1,10

Fuente: Elaboración propia.

Otros datos de interés acerca de la actividad y capacidad comercial de las firmas analizadas sería el que más de la mitad de estas estaban constituidas como Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH), con lo que esto significa en términos de concentración de la oferta y de acceso a las ayudas que para estas agrupaciones se plantean en el seno de su OCM. Señalar igualmente que más de un 60% de las empresas contaban con alguna marca de calidad, entre las que destacan las relativas a la certificación de sus productos a través de AENOR, de ISO 9002/UNE 155001, o las marcas de Agricultura Ecológica y Producción Integral.

5. EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA

Uno de los problemas clásicos del análisis económico viene siendo la determinación de las diferencias entre los niveles de productividad de los agentes que operan en un mismo sector, desde el momento mismo que la ciencia económica trata de la mejor asignación de los recursos – que son escasos – con el fin de conseguir el mayor y/o mejor nivel de producción. El cálculo de la productividad resulta sencillo en procesos con un único producto o factor – obteniendo los clásicos rendimientos - siendo más compleja la estimación de la productividad en el caso de tratarse de procesos multiproducto o multifactor, para los que es preciso un sistema de agregación común, normalmente de tipo monetario. Una primera aproximación en este tipo de procesos suele ser el cálculo de la productividad aparente de los factores, es decir, la ratio entre el producto obtenido por cada empresa y el conjunto de factores utilizados para su obtención.

Una vez fijado el concepto de productividad, se plantea determinar las causas de las diferencias de productividad entre varias unidades productivas de un mismo sector, o incluso las diferencias de una misma unidad productiva en distintos momentos del tiempo. Estas diferencias pueden deberse a distintas causas, entre las que cabe destacar (Färe *et al.*, 1985): las debidas a la tecnología productiva empleada, al entorno productivo y comercial - especialmente importante en los análisis de carácter dinámico - y también a la existencia de diferencias en la eficiencia de sus procesos productivos. De las causas mencionadas, la eficiencia técnica va a ser objeto del análisis de este trabajo, puesto que el entorno productivo y comercial y la tecnología son aspectos de gran dinamismo temporal en el sector considerado, pero que se muestran bastante homogéneos para un análisis estático como el que aquí se va a presentar. Antes de comenzar el estudio de la influencia que sobre la productividad de las empresas hortícolas tiene su nivel de eficiencia técnica, conviene establecer un marco teórico previo de la metodología empleada, que se presenta a continuación.

5.1. La eficiencia técnica y su medición

Por eficiencia de una “unidad de decisión productiva” (DMU¹) se entiende la comparación entre los valores óptimos y los observados, de productos y factores. Su

¹ Por DMU (Decision Making Unit), se entiende cualquier ente de producción con capacidad de decisión sobre el proceso productivo; al considerar a esta como unidad objeto de estudio se amplía el concepto clásico la empresa como unidad central de análisis.

cálculo se puede realizar enfrentando la producción observada y la óptima para un nivel de factores (orientación al output) o también a través de la ratio entre el mínimo de factores requeridos y los factores observados para un nivel de producto (orientación al input), o combinando ambas formas. Esta aproximación a la eficiencia, por su carácter técnico, permite definir los óptimos en términos físicos.

Para el estudio de la eficiencia de naturaleza económica sería preciso introducir valoraciones económicas en esos ratios, mediante el empleo de costes (precio de los factores) e ingresos (precio de los productos); esta última concepción de la eficiencia coincide con la propuesta por Farrell (1957), quien establece que la eficiencia de una firma o unidad de decisión puede dividirse en dos componentes: el primero, la *eficiencia técnica*, que se refiere a la habilidad de la DMU para obtener el máximo de productos dados los inputs disponibles, y el segundo, la *eficiencia asignativa*, que se refiere a la habilidad de la unidad de decisión para usar los factores en una proporción óptima, dados sus precios. La combinación de ambas medidas de eficiencia constituye lo que Farrell dio en llamar *eficiencia total*, conocida en la literatura como *eficiencia económica*.

Retomando el concepto de eficiencia técnica, esta puede ser objeto de estudio mediante distintas técnicas. La más simple correspondería al cálculo de índices como la ya anteriormente mencionada productividad aparente de cada factor, siendo la empresa más eficiente la que mayor productividad aparente de los factores manifieste, o el uso de índices complejos como por ejemplo la productividad total de los factores, que pese a su facilidad de cálculo, se basan normalmente en supuestos muy restrictivos como el suponer que las DMU se encuentran sobre su frontera tecnológica, excluyéndose la posibilidad de que existan ineficiencias de producción, que en caso de solventarse, permitirían mejoras de productividad sin necesidad de cambio técnico (Quirós y Picazo, 2001). Es por ello que en el estudio de la eficiencia se viene optando por utilizar el concepto de frontera de producción (Seiford y Thrall, 1990) consistente en comparar el nivel alcanzado por cada DMU con el que le correspondería en caso de aplicar de manera totalmente eficiente la tecnología de producción existente. El método empleado para el cálculo de esa frontera permite agrupar las técnicas de medición de la eficiencia en las dos metodologías que a continuación se exponen:

1.- *Técnicas econométricas*. Parten de la estimación de una forma funcional a partir de las observaciones disponibles, incorporando las modificaciones necesarias para lograr la característica de frontera. Las técnicas para construir la frontera van desde

las más triviales, como las fronteras determinísticas estimadas por Mínimos Cuadrados Corregidos (Afriat, 1972), hasta las más sofisticadas, como son las fronteras de producción estocásticas estimadas por máxima verosimilitud tras imponer una serie de restricciones a los residuos (Greene, 1993).

2.- *Técnicas de programación matemática.* Estas técnicas, en general, no imponen ninguna restricción sobre la forma funcional de la frontera al utilizar directamente la información contenida en las observaciones. En este grupo destaca sin ninguna duda el denominado Análisis Envolvente de Datos – DEA-. Otra técnica de programación matemática es el modelo FDH - Free Disposal Hull-, que se diferencia del DEA en la no imposición de las condiciones de convexidad características de una frontera no paramétrica tipo DEA (Tulkens, 1993).

La solidez de ambas técnicas de medición de la eficiencia lleva a que la elección por una u otra obedezca fundamentalmente a razones prácticas de cada problema objeto de estudio (Bjurek *et al.*, 1988); en este trabajo se ha optado por el enfoque DEA, que pese a no permitir separar los efectos aleatorios sobre la producción, de los efectos de la existencia de ineficiencias (circunstancia que sí se logra con los métodos econométricos por su carácter estocástico), permite no incurrir en el error de llegar a confundir los efectos de la eficiencia con los provocados por una mala especificación de la forma funcional o de la estructura de la ineficiencia (Knox, 1993). Además DEA permite de forma sencilla el estudio de la eficiencia de escala de las unidades y asumir la existencia de rendimientos de escala variables, dos características de interés en el presente estudio.

5.2. Análisis Envolvente de Datos

Esta técnica de programación lineal permite comparar los niveles de eficiencia alcanzados por unidades de decisión, que producen uno o varios outputs a partir de un conjunto común de inputs. La eficiencia de cada unidad se define como el cociente de la suma ponderada de outputs respecto a la suma ponderada de inputs, tal que su eficiencia no será evaluada en base a una frontera de producción ideal sino por comparación con las unidades más eficientes de la muestra, siendo por tanto una medida de eficiencia relativa. Sus fundamentos teóricos fueron propuestos por Charnes *et al.* (1978) a partir de la formulación realizada por Farrell (1957) de la isocuanta unitaria, siendo numerosas las extensiones y modificaciones que con posterioridad surgen en lo relativo a la orientación de la medida o la asunción de distintos tipos de escalas en la producción (Färe *et al.*, 1985).

Pese a la relativa juventud de la técnica DEA, son numerosas las aplicaciones que de esta técnica se pueden encontrar en la literatura. Cabe destacar la exhaustiva recopilación de trabajos teóricos y empíricos realiza por Emrouznejad (2001), en la que se detallan más de mil quinientas referencias. Pese a ello, son aún insuficientes las aplicaciones que de este método existen en España, siendo aún menos numerosas las realizadas en el estudio del sistema comercial agroalimentario.

De entre las aplicaciones realizadas en el análisis del sector agroalimentario cabría citar el trabajo de Singh *et al.* (2000), en el que analiza la eficiencia, a nivel global y empresarial, en el procesado de lácteos en la India, sector también estudiado por Ferrier y Porter (1991) pero para los Estados Unidos; Caputo y Lynch (1993) estudian la eficiencia del sector de las cooperativas de desmotado de algodón en California; Athanassopoulos y Ballantine (1995) analizan la eficiencia de la industria de alimenticia a nivel agregado en el Reino Unido, sector que también es estudiado por Aldaz y Millán (2000), aportando una perspectiva de evolución temporal para el caso regional en España. La perspectiva temporal es también la empleada por Damas y Romero (1997) en el estudio de la eficiencia de las cooperativas almazareras de la provincia de Jaén, mientras que Vidal *et al.* (2000) estudian la eficiencia de las cooperativas de cítricos en la Comunidad Valenciana en el período 1989-1997, pero utilizando una perspectiva estática, pese a disponer de un panel de datos. Por último señalar el trabajo de Dios *et al.* (2002) donde se analiza la eficiencia técnica de los 22 Mercas españoles, tanto de forma estática como desde una óptica dinámica, estudiando la productividad total de los factores y el cambio técnico en el periodo 1997-2000.

Formulación del modelo

El desarrollo genérico del modelo matemático comienza con la definición de las n unidades de decisión (DMU) objeto de estudio, que emplean j inputs (F) para producir m productos (P), tal que la i -ésima unidad de decisión – DMU _{i} - quedaría representada por los vectores F_i y P_i . Para cada DMU se plantea obtener una medida de eficiencia como la ratio de todos sus outputs entre todos sus inputs, $\frac{\alpha P_i}{\beta F_i}$ siendo α y β respectivamente los vectores de ponderación de productos y factores de dimensión $(m \times 1)$ y $(j \times 1)$. Estos vectores deben ser determinados de forma tal que maximicen la medida de la eficiencia que se acaba de definir para cada unidad, pero de forma tal que dicho sistema no dé lugar a que alguna unidad productiva quede por encima de la

frontera. Si se adopta una óptica de orientación al input, se plantea para cada DMU un programa matemático que surge de considerar el problema dual - de más fácil resolución - asociado al programa lineal genérico de maximización de la eficiencia (Coelli, 1996), tal y como se expresa a continuación:

$$\begin{aligned}
 &\text{minimizar } \mathbf{q} \text{ en } (\mathbf{q}, \mathbf{I}) \\
 &s.t. \\
 &-\mathbf{P}_i + \mathbf{A}\mathbf{I} \geq \mathbf{0}, \forall m \\
 &\mathbf{q}\mathbf{F}_i - \mathbf{B}\mathbf{I} \geq \mathbf{0}, \forall j \\
 &\mathbf{I}\mathbf{I} = 1 \\
 &\mathbf{I} \geq \mathbf{0}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Donde:

- El conjunto de observaciones disponibles de factores para las DMU queda recogido en la matriz \mathbf{A} , de dimensión $j \times n$. De igual modo, en la matriz \mathbf{B} , de dimensión $m \times n$, se recogen las observaciones de productos para cada DMU.
- \mathbf{q} es un escalar que mide la eficiencia de la i -ésima DMU, y que se encontrará siempre en el intervalo $]0,1]$, tomando el valor de 1 en aquellas unidades situadas sobre la frontera ideal de producción, y por tanto, sean totalmente eficientes.
- λ es un vector de constantes ($n \times 1$) que pondera cada una de las DMU de la muestra.
- La restricción $\mathbf{I}\mathbf{I} = 1$, siendo \mathbf{I} un vector de unos, fue introducida por Banker *et al.* (1984) en el modelo inicial con rendimientos constantes a escala (CRS) planteado por Charnes *et al.* (1978) que carece de esta restricción; esa extensión permite asegurar la condición de convexidad de la frontera y, por consiguiente, la asunción de rendimientos a escala variables (VRS).

La resolución de esta formulación permite obtener una medida de la menor distancia posible, en un espacio de tantas dimensiones como inputs existan en el modelo, entre los parámetros que caracterizan a la DMU en estudio y los mejores resultados del grupo analizado. A través de la misma se mide la eficiencia de cada unidad como el porcentaje de la distancia existente entre el valor observado y su óptimo, obtenido a partir de las explotaciones más eficientes de entre todas.

Cálculo y caracterización de la Eficiencia de Escala

El que la técnica DEA contemple en su formulación la posible existencia de rendimientos de escala variables, permite, además de identificar la *eficiencia técnica* descomponer la misma en dos componentes: la *eficiencia técnica pura* y la *eficiencia de*

escala. Para ello se resolverá la formulación propuesta, primero asumiendo rendimientos variables (q_{VRS}), y después, rendimientos constantes a escala (q_{CRS}); a partir de los dos ratios de eficiencia técnica calculados bajo ambos supuestos, se podrá obtener una medida de la *eficiencia de escala* (q_E) de cada unidad que vendrá dada, dado el carácter radial de las medidas de eficiencia, por la siguiente relación:

$$q_{SE} = \frac{q_{CRS}}{q_{VRS}} \quad (2)$$

Esta relación surge de considerar que la eficiencia técnica de una unidad productiva que mide la aproximación CRS, pero que no opera en una escala óptima, tiene una ineficiencia de escala, que no puede ser achacada directamente a la eficiencia técnica pura medida por la aproximación VRS.

Dado que $q_{VRS} \geq q_{CRS}$ la eficiencia de escala así definida tiene, como el resto de los indicadores de eficiencia, un recorrido posible en el intervalo] 0,1]. Aquella unidad que opere en una escala óptima con rendimientos constantes a escala tendrá un valor de eficiencia de escala igual a 1. Una vez calculada la ineficiencia en escala se puede analizar qué tipo de rendimientos son los que originan dicha ineficiencia: si la DMU excede el tamaño de escala más productivo, y por tanto presenta rendimientos a escala decrecientes, o si presenta rendimientos a escala crecientes, y por tanto no ha alcanzado el límite de crecimiento proporcionado por esta situación (Read y Thanassoulis, 2000). Con el fin de identificar estas situaciones se calcula el modelo lineal general de eficiencia presentado en el apartado anterior, pero imponiendo ahora la restricción de *rendimientos a escala no crecientes* (NIRS), que viene dada por $N1' I \leq 1$, obteniendo el indicador de eficiencia q_{NIRS} para cada DMU con ineficiencia de escala. En el caso de que el $q_{NIRS} = q_{VRS}$ la DMU estará operando en la zona de rendimientos decrecientes a escala, mientras que el incumplimiento de esta igualdad pondrá de manifiesto la existencia de rendimientos crecientes a escala. En el Anexo se han representado gráficamente las distintas posibilidades de escala en el análisis envolvente de datos.

El lector interesado en profundizar en esta metodología puede acudir, además de a las referencias que han sido citadas, a textos como el de Cooper *et al.* (1999), Fried *et al.* (1993) o Álvarez (2001), este último de los pocos textos específicos sobre análisis de la eficiencia en castellano. Para terminar este apartado señalar que en la resolución del total de modelos de programación lineal que necesita la técnica DEA (tres distintos para cada DMU) se han utilizado dos programas de ordenador específicos: DEAP 2.1

(Coelli, 1996), siguiendo una formulación multietápica (Coelli, 1997), y el EMS 1.3 (Scheell y Scholtes, 1998).

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EFICIENCIA

Para el cálculo de la eficiencia del sector comercializador hortícola en Almería siguiendo la formulación que acabamos de exponer, se ha tomado como *output* los kilogramos de hortalizas comercializados y manipulados por cada empresa, y como *inputs* 6 variables, agrupadas en tres categorías:

1) Relacionadas con el factor trabajo se consideran tres variables correspondientes al número de empleados fijos (EF), de gestión (EG) y de manipulación (EM) existentes en cada firma. En general el empleo eventual de la empresa se puede obtener por diferencia, ya que este es fundamentalmente empleo de manipulación.

2) Relacionadas con el capital de la empresa, se consideró como variable más representativa la superficie instalada destinada a la manipulación de los productos (SM), que actúa como *proxy* del capital fijo, y que no contiene el sesgo que algunas variables contables (tipo activo total o capital social) pueden presentar, dada la distinta forma jurídica de las empresas analizadas.

3) Un último grupo de variables estarían relacionadas con la gestión comercial de la empresa, y son el número de productos hortícolas diferentes a los que se dedicaban en su actividad (NP) y el número de marcas propias con las que los comercializan (NM). Con la primera de las variables se mide el grado de especialización que cada empresa, mientras que la segunda es representativa del nivel de orientación comercial de la misma, de forma que un mayor número de marcas prima la segmentación de la producción y la implicación en el proceso de distribución, mientras que empresas con una única marca actúan en mayor medida como meras manipuladoras.

Antes de pasar al análisis de los resultados del DEA, se ha realizado una primera aproximación al estudio de la eficiencia ofreciendo la productividad aparente de cada uno de los inputs seleccionados en el análisis, calculando la ratio output entre input. De los resultados de este análisis, que se muestran en el Cuadro 3, cabe destacar la gran variabilidad que la productividad de los factores presenta, lo que es un primer indicador de las diferentes combinaciones de factores que emplean las empresas de la muestra. Destacan por su mayor dispersión los referentes a la intensidad de uso de la superficie de manipulación o el número de marcas distintas con las que las empresas comercializan sus productos. En el extremo opuesto, pero presentando también gran

variabilidad, se encuentra la cantidad de Kg. manipulados de cada tipo de producto o la productividad del empleado de manipulación.

Cuadro 3. Productividad aparente de los factores (Tm./Unidad de factor)

<i>Productividad</i>	<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Std. Dev.</i>	<i>C. Variación</i>
Empleados de Gestión (EG)	3.348	667	10.880	2.858	0,854
Empleados de Manipulación (EM)	234	52	725	179	0,767
Empleados Fijo (EF)	1.530	167	7.250	1.493	0,976
Superficie manipulación (SM)	6,91	1,82	36,27	9,61	1,391
Número de Productos (NP)	5.455	600	14.286	3.706	0,679
Número de Marcas (NM)	16.562	2.000	120.000	19.139	1,156

Fuente: Elaboración propia a partir de la muestra de comercializadoras.

Por lo tanto, aunque en general la tecnología de manipulado, en sentido estricto, sea bastante homogénea dentro del sector analizado, no lo es la tecnología en el sentido lato (incorporando aspectos de gestión o habilidad comercial) como tampoco lo es la eficiencia en el uso que de dicha técnica hacen las distintas empresas analizadas, como se comprueba a continuación.

En el Cuadro 4 se ofrecen los resultados de análisis DEA a las 36 empresas de comercialización de productos hortícolas de la muestra. En este trabajo se ha optado por una óptica de reducción de los inputs, al ser esta la política usual en la zona cuando se llevan a cabo políticas de mejora en la empresa, ya que el aumento del output es en muchos casos difícil dado, por ejemplo, el carácter cooperativo de muchas de estas manipuladoras-comercializadoras.

Cuadro 4. Resultados de los índices de eficiencia y del tipo de rendimientos

<i>DMU_i</i>	<i>q_{CRS}</i>	<i>q_{VRS}</i>	<i>q_{SE}</i>	<i>Rtos de escala</i>	<i>DMU_i</i>	<i>q_{CRS}</i>	<i>q_{VRS}</i>	<i>q_{SE}</i>	<i>Rtos de escala</i>
1	1	1	1	Constantes	19	0,765	0,881	0,868	Crecientes
2	0,327	1	0,327	Crecientes	20	1	1	1	Constantes
3	1	1	1	Constantes	21	0,806	0,827	0,975	Decrecientes
4	1	1	1	Constantes	22	1	1	1	Constantes
5	1	1	1	Constantes	23	0,721	0,737	0,977	Crecientes
6	0,299	0,634	0,471	Crecientes	24	0,47	0,63	0,746	Crecientes
7	0,597	0,784	0,762	Crecientes	25	0,571	0,761	0,75	Crecientes
8	0,841	1	0,841	Crecientes	26	0,559	0,847	0,660	Crecientes
9	0,901	0,974	0,925	Crecientes	27	0,431	1	0,431	Crecientes
10	1	1	1	Constantes	28	0,567	0,859	0,660	Crecientes
11	0,237	1	0,237	Crecientes	29	0,402	0,782	0,514	Crecientes
12	1	1	1	Constantes	30	0,242	0,4	0,605	Crecientes
13	0,919	1	0,919	Decrecientes	31	0,464	1	0,464	Crecientes
14	0,348	1	0,348	Crecientes	32	0,199	0,75	0,265	Crecientes
15	0,332	1	0,332	Crecientes	33	0,770	0,805	0,957	Crecientes
16	0,464	0,535	0,868	Crecientes	34	0,602	0,629	0,958	Crecientes
17	0,296	1	0,296	Crecientes	35	0,984	1	0,984	Crecientes
18	0,426	1	0,426	Crecientes	36	0,595	0,671	0,888	Crecientes

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo DEA.

De la muestra de empresas analizadas, tan sólo un 22% eran eficientes desde una perspectiva total, siendo un 53% las que se mostraban eficientes técnicamente (eficiencia “pura”). De las 28 empresas que mostraban ineficiencias técnicas tan sólo dos operaban en la zona de rendimientos decrecientes, frente a las 26 que lo hacían en la zona de rendimientos crecientes, con lo que esto significa en términos de la necesidad de que la escala de las empresas debiera crecer para lograr unos niveles de eficiencia superiores, en la medida que la mayoría de estas se encuentran aún en el tramo de rendimientos crecientes de escala.

Toda la información que se ofrece para cada DMU en el cuadro anterior, se sintetiza para la muestra en el Cuadro 5, en el que se ofrece un análisis descriptivo de los ratios de eficiencia. De esos datos cabe resaltar el que el sector comercializador de hortalizas presenta un nivel de eficiencia técnica puro elevado, puesto que su media es 0,875, su mediana de 1 con un muy reducido coeficiente de variación. Ese nivel de eficiencia técnica pura tan elevado contrasta con un valor inferior en sus niveles de eficiencia de escala, que lleva a que la *eficiencia técnica total* del sector alcance un nivel medio no muy elevado en relación al obtenido en otros sectores.

Cuadro 5. Estadística básica de los índices de eficiencia

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Std. Dev.	Coef. Var.
q_{CRS} Eficiencia Técnica Total	0,642	0,596	0,199	1,000	0,277	0,431
q_{VRS} Eficiencia Técnica Pura	0,875	1,000	0,400	1,000	0,164	0,187
q_{SE} Eficiencia de Escala	0,735	0,855	0,237	1,000	0,269	0,366

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo DEA

La técnica del Análisis Envolvente de Datos permite, además de calcular los indicadores de eficiencia de cada DMU, estudiar la reducción que es posible realizar en los niveles utilizados de cada uno de los inputs (conocida como slacks) en el proceso productivo, manteniendo inalterada la cantidad de output obtenida en cada caso. La ineficiencia técnica pura es el origen de dicho sobredimensionamiento en la dotación factorial. En el Cuadro 6 se presentan los resultados de este tipo de análisis para la muestra de empresas analizadas, considerando, por una parte todas las estudiadas (eficientes e ineficientes) y por otra, sólo las ineficientes. Analizando los resultados ofrecidos para todas las empresas, se ve que los inputs más sobredimensionados son la superficie de manipulación (34,73%) y el número de empleados con tareas de gestión (33,46%), siendo el factor con menor nivel de exceso de utilización el número de productos diferentes objeto de manipulación, seguido del número de empleados fijos. De las ratios del grupo de empresas técnicamente ineficientes cabe señalar el elevado

sobredimensionamiento en la dotación factorial para todos los inputs, destacando de nuevo el caso de la superficie de manipulación y el empleo, tanto de gestión como de manipulación. Así las variables correspondientes al factor capital parecen encontrarse ligeramente más sobredimensionadas en el sector que las relativas al factor trabajo, para las que su mayor flexibilidad parece permitir un ajuste más eficiente en su uso. No obstante, incluso en lo relativo al factor trabajo podría plantearse la idoneidad de ajustar mejor su dimensión, siendo una posibilidad a plantear la ampliación de la actividad permitiendo reducir el impacto que la estacionalidad de la producción impone.

Cuadro 6. Análisis de los inputs

		<i>Inputs</i>					
		<i>EG</i>	<i>EM</i>	<i>EF</i>	<i>NP</i>	<i>NM</i>	<i>SM</i>
Todas las Empresas	Inputs Medios (A)	14,14	183,64	42,69	6,28	2,42	8.921
	Slacks Medios (B)	4,73	54,62	9,09	1,14	0,55	3.098
	Ratio (B / A) (En %)	33,46	29,74	21,28	18,14	22,92	34,73
Empresas Ineficientes	Inputs Medios (A)	16,06	206,65	37,47	6,76	2,76	10.547
	Slacks Medios (B)	8,26	106,50	17,74	1,96	1,17	5.864
	Ratio (B / A) (En %)	51,43	51,53	47,34	28,97	42,43	55,60

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo DEA.

Análisis de relación entre factores y eficiencia

En este apartado se analizan los factores que inciden en la eficiencia de las firmas del sector hortícola, pudiéndose derivar del mismo los elementos que pueden permitir mejorar los niveles de eficiencia del conjunto del sector. Para el estudio de los factores que inciden en la eficiencia de las empresas se realiza un análisis conocido como de *segunda etapa*, en el que se intentan relacionar los índices de eficiencia calculados, con otras variables que de las DMU se disponía. El objeto de dicho análisis es el de encontrar patrones de comportamiento entre las firmas más eficientes, pudiéndose derivar de estos políticas que pudieran ser implementadas de cara a mejorar los niveles de eficiencia del conjunto de firmas del sector.

Para la realización de ese análisis se ha empleado, para las variables continuas, un análisis de correlación clásico, y sobre las variables categóricas, un análisis de tablas de contingencia y del estadístico χ^2 de Pearson (Snedecor y Cochran, 1989). Para la construcción este último análisis ha sido necesario una categorización de los índices de eficiencia, lo que se realizó estableciendo tres estratos a partir del rango de los mismos. El análisis de regresión clásico utilizado para esta segunda etapa en muchos trabajos (Fried *et al.*, 1993) no nos parece apropiado, dadas las características estadísticas de los índices de eficiencia, que son no normales y truncados en 0 y 1.

La eficiencia técnica pura (q_{VRS}) presenta una correlación positiva con el disponer una marca de calidad (MC) o el estar constituida la firma como una Organización de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH). Por el contrario se constata la existencia de una correlación negativa con el número de productos tratados por la empresa o los años de vida de la organización; esta última relación de que cuando mayor es la antigüedad de la empresa menores son sus niveles de eficiencia técnica plantea la necesidad de actualización de la tecnología de planta. Respecto al nivel de eficiencia en economías de escala (θ_{SE}), se detecta una correlación positiva, nuevamente, con el hecho de estar constituido como OPFH, y también, con el número de almacenes de manipulación, la superficie destinada a manipulación, el número de empleados de manipulación y los kilos tratados por las firmas. Se constata por tanto el mayor aprovechamiento de las economías de escala a medida que las plantas de manipulación del producto son mayores, pero también, en la medida que se dispone de varias plantas con las que poder aprovechar ventajas de localización. Por último, señalar que la eficiencia técnica global muestra una correlación positiva con las mismas variables que para la eficiencia de escala se señalaba. En todas las relaciones planteadas se detecta cierta coincidencia en plantear la necesidad de que las empresas alcancen una adecuada dimensión que pasaría por aumentar el volumen de negocio que las empresas del sector tienen, uno de los requisitos precisos para que una empresa del sector adquiriera la condición de OPFH, lo que explicaría su correlación positiva con el nivel de eficiencia de escala o técnica.

Finalmente señalar, en lo relativo al análisis de relación, que todos los índices de eficiencia presentan una correlación significativa con el tipo de organización empresarial, lo que lleva a plantear en el Cuadro 7 los resultados alcanzados con el análisis. En el valor del indicador de eficiencia técnica pura (q_{VRS}) no existe una diferencia significativa entre los distintos tipos de empresas comerciales, circunstancia que no sucede en lo que a indicadores de eficiencia de escala (θ_{SE}) y de eficiencia técnica (q_{CRS}) se refiere, donde las alhóndigas destacan por su alto nivel de eficiencia frente al resto. Tras ese cuadro se encuentran algunas respuestas acerca de cuál pudiera ser la forma comercial más idónea dentro del sector, al menos desde una perspectiva de eficiencia técnica, no necesariamente desde una perspectiva económica o incluso social, que en este trabajo no es abordada. Se puede concluir de este análisis dos grandes resultados: primero, que el sistema de alhóndiga se presenta como el modelo comercial más eficiente, desde cualquier perspectiva; los niveles de eficiencia técnica total de SAT

y cooperativas resultan ser los más bajos, lo que viene explicado fundamentalmente por la presencia en este tipo de empresas de una ineficiente escala.

Cuadro 7. Niveles de eficiencia según la tipología empresarial

	<i>Alhóndigas</i>	<i>Cooperativas</i>	<i>SAT</i>	<i>Mayoristas</i>
q_{CRS} Eficiencia Técnica Total	0,912	0,556	0,703	0,487
q_{VRS} Eficiencia Técnica Pura	0,934	0,820	0,854	0,909
q_{SE} Eficiencia de Escala	0,970	0,676	0,823	0,550

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo DEA.

7. CONCLUSIONES

Los malos resultados que el sector hortícola almeriense vivió hace dos campañas llevaron a plantear entre los agentes del sector algunos interrogantes acerca de los retos a los que este sistema, que había ininterrumpidamente crecido durante casi dos décadas, se enfrentaba. La incertidumbre acerca de la crisis del sector y su envergadura se diluyeron con los buenos resultados alcanzados la campaña siguiente, no recuperándose no obstante los volúmenes de producción alcanzados en años pasados. Esta circunstancia y la creciente competencia a la que las empresas hortícolas se están enfrentando en sus mercados de destino, las obliga a reflexionar acerca de sus niveles de competitividad, hasta el momento muy supeditados a las ventajas naturales con que esta zona cuenta. Un aspecto esencial en la competitividad del sector es la escasa dimensión de sus firmas de comercialización y manipulación; efectivamente, si bien son numerosas las empresas comerciales que alcanzan un elevado tamaño, al menos respecto a la existente en otros sectores agrarios, no es así para el grueso de las firmas del sector. Tras estos comentarios se encontraría la necesidad del establecimiento en este sector, excesivamente atomizado y apenas coordinado, de estrategias que garanticen un proceso de concentración que les permita enfrentarse adecuadamente a los requerimientos del mercado.

Tal y como se ha comprobado con este estudio, el grueso de las empresas líderes del sector comercializador no alcanzan una dimensión adecuada, operando en la zona de rendimientos a escala crecientes, pese a ser aceptables sus niveles de eficiencia global. Es preciso el establecimiento de estrategias públicas y privadas que inciten entre las firmas del sector a la consecución de procesos de concentración, pero también, de colaboración empresarial, que les podría proporcionar escalas más adecuada, que el crecimiento de las firmas, pese a haber sido importante, no ha garantizado. En esa línea conviene señalar el mayor esfuerzo que cooperativas y mayoristas en origen deben

hacer de cara poder alcanzar niveles de tamaño de comercialización más adecuados que les permitan mejorar sus niveles de eficiencia; convendría destacar la oportunidad que para estas dos formas puede representar formar parte de cooperativas de segundo grado, apenas desarrolladas en este sistema, o de consorcios de exportación y otros tipos de colaboraciones empresariales, que sin suponer una pérdida de autonomía empresarial permiten el acceso a nuevos mercados y la ganancia de volúmenes de actividad. Además, y en el caso particular de las cooperativas, la prestación de servicios añadidos al analizado en este trabajo (manipulador y comercial) deben matizar los resultados del análisis de escala, pues estos servicios no están medidos como output, pero sí pueden haber utilizado parte de los inputs; es por ello que creemos que este trabajo se pudiera completar con un análisis específico de la eficiencia del subsector cooperativo.

Por otra parte, se ha contrastado el sobredimensionamiento que presenta la superficie de manipulación instalada de las firmas del sector y de sus empleados de gestión, lo que apuntaría a un mayor aprovechamiento de las inversiones realizadas y la infraestructura empleada, que pasaría por un aumento, no tanto de las instalaciones existentes como de la absorción de la actividad realizada por las firmas menos eficientes a favor de las de mayor tamaño y líderes en el sector, pero también, mediante una ampliación de los calendarios de producción o mediante una diversificación de las actividades por ellas realizadas, con la incorporación de nuevos productos, procesos o tareas. Valga como ejemplo para garantizar un continuo de la producción hortícola almeriense, el caso de la uva de mesa, cultivo característico del interior de la provincia que, además de presentar un calendario de producción -de Julio a principios de Octubre- complementario al de la horticultura almeriense, necesita de un proceso de manipulación y acondicionamiento intenso, pudiendo ser un producto a añadir a la gama de hortalizas comercializadas en los mercados de destino.

Pese a lo aparentemente estandarizado de las técnicas de manipulación y comercialización empleadas en este sistema hortícola, se han detectado ineficiencias en su uso que plantean la realización de mayores esfuerzos encaminados a la mejora en su utilización, siendo determinante en ese proceso los recursos destinados al capital humano y a la formación continua. Por último señalar que el Análisis Envolvente de Datos se ha mostrado una técnica adecuada en el estudio y la medición de los niveles de eficiencia de las firmas del sector comercial hortícola, siendo sus resultados de gran interés en el establecimiento de estrategias encaminadas a la mejora de la productividad empresarial derivada de un uso más adecuado de los recursos empleados.

8. REFERENCIAS

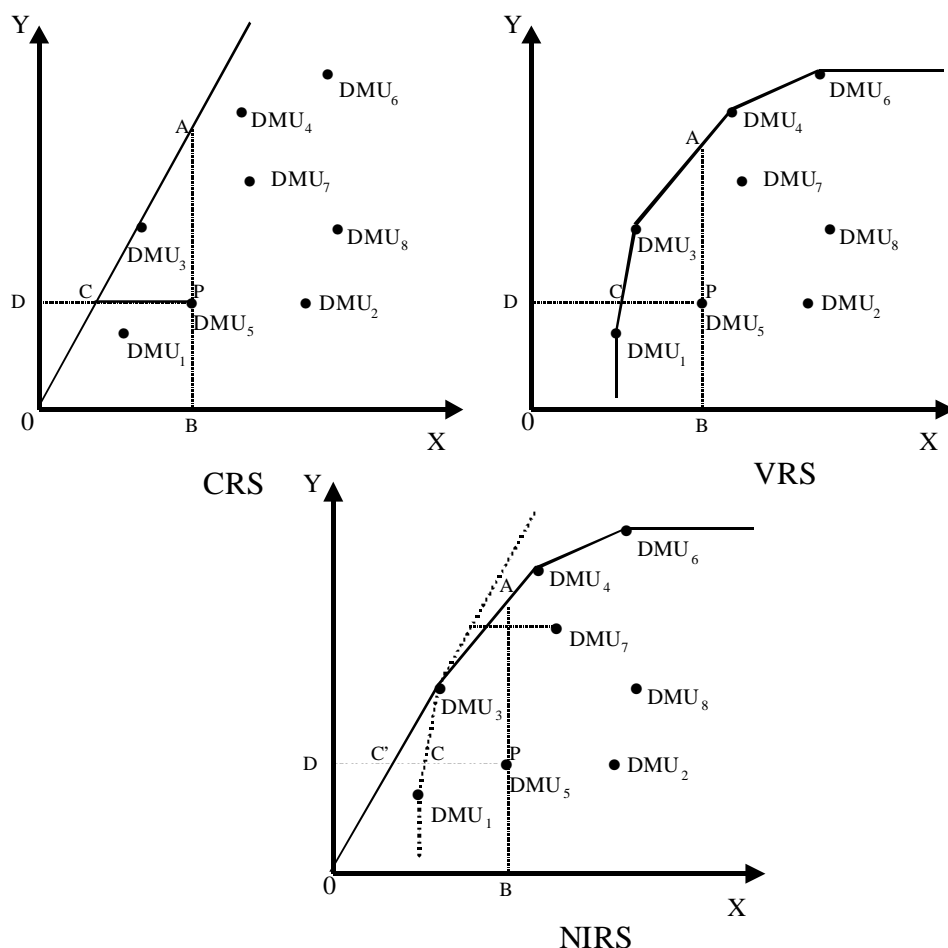
- Afriat, S. (1972): "Efficiency Estimation of Production Function". *International Economic Review*, nº 13, pp. 568-598.
- Aldaz, N. y J. Millán (2000): "Análisis no paramétrico de productividad regional en la industria alimentaria". III Encuentro de Economía Aplicada, Valencia, Junio 1-3.
- Alimarket (2001): "Anuario estadístico de productos perecederos". Ed. Alimarket.
- Alvarez, A. (ed) (2001): "La medición de la eficiencia y la productividad". Ed. Pirámide.
- Athanassopoulos, A.D. y J.A. Ballantine (1995): "Ratio Frontier Analysis for Assessing Corporate Performance - Evidence From the Grocery Industry in the UK". *Journal of The Operational Research Society*, nº 46 (4). Pp. 427-40.
- Banker, R.; A. Charnes y W. Cooper (1984): "Some models for estimating technical and scales inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, nº 30. Pp. 1078-1092.
- Bjurek, H.; L. Hjalmarsson y F. Forsund (1988): "Parametric and Nonparametric Estimation of Efficiency in Service Production a Comparison". Working Paper. University of Gothenburg, August, 27 p.
- CAP (2001): "Memoria Resumen". Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía.
- Caputo, M.R. y L. Lynch (1993): "A Nonparametric Efficiency Analysis of California Cotton Ginning Cooperatives". *Journal of Agricultural and Resource Economics*, nº 18 (2). Pp. 251-65.
- Charnes, A.; W. Cooper y E. Rhodes (1978): "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, nº 2, pp. 429-444.
- Coelli, T. (1996): "A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program". CEPA N6/08. University of New England, Armidale, 49 p.
- Coelli, T. (1997): "A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models". CEPA W.P. N2/1997, University of New England, Armidale, 32 p.
- Cook, R. (1997): "Tendencias internacionales en el sector de frutas y hortalizas frescas". *Economía Agraria*, nº 181. Septiembre-Diciembre. Pp. 183-208.
- Cooper, W.; L. Seiford y K. Tone (1999): "Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software". Kluwer Academic Publisher.

- Damas, E. y C. Romero (1997): "Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las Almazaras Cooperativas en la Provincia de Jaén Durante el Período 1975-1993". *Revista Española de Economía Agraria*, nº 180, 2. Pp. 263-279.
- Dios, R.; J. Martínez y V. Madroño (2002): "Efficiency and productivity in food distribution units". Paper prepared for the XTH Congress of The European Association of Agricultural Economics. Zaragoza.
- Duns-50.000 (2001): "Las 50000 principales empresas españolas 2000". Ed. CD-ROM. Dun & Bradstreet España.
- ECOHAL (1997): "En el futuro el distintivo de las alhóndigas será la calidad". *Revista Mercado en Origen*. Asociación de Empresarios Comercializadores de Productos Hortofrutícolas de la Provincia de Almería. Noviembre (ECOHAL).
- Emrouznejad, A. (2001): "An Extensive Bibliography of Data Envelopment Analysis (DEA)". Business School. Univ. of Warwick, Coventry CV4. Vol. I-V. England.
- Färe, R., S. Grosskopf y C. Lovell (1985): "The measurement of efficiency of production". Kluwer Publishing, Boston.
- Farrell, M. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*, A CXX, part 3, pp. 253-290.
- Ferrier, G. y P. Porter. (1991): "The Productive Efficiency of United-States Milk Processing Co-operatives". *Journal of Agricultural Economics*, nº 42(2), pp.61-73.
- Fried, H.; C. Lovell y S. Schmidt (1993): *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and applications*. (Eds). Oxford University Press, New York.
- Greene, W. (1993): "The Econometric Approach to Efficiency Analysis". En Fried, H., C. Lovell y S. Schmidt (eds), *The Measurement of Productive Efficiency*. Oxford University Press, New York, pp. 68-119.
- Junta de Andalucía y Cajamar (2000): "Almería. Quality Mark". Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía y Cajamar.
- Knox, C. (1993): "Production frontiers and productive efficiency". en Fried *et al.* (eds) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and applications*. Oxford University Press, New York, pp. 122-156.
- La Voz (2001): "Anuario 2001: Agricultura almeriense en 2001". Novotecnía S.A.180.
- López, J. L. (1982): "Aspectos de estructura y conducta de las alhóndigas en Almería". *Información Comercial Española*, nº 583, pp. 125-128
- Martínez, J. y J. Calatrava (2001): "Economic Valuation of water in protected horticulture in Almería area". *Acta Horticulturae*. 559(II), pp 731-736.

- Martínez-Carrasco, F. (2001): "El sistema de comercialización en origen de la horticultura intensiva almeriense: un análisis de asimetría del comportamiento de precios y márgenes". *Tesis Doctoral*. Universidad de Almería. Departamento de Economía Aplicada. Mayo. Almería. 383 p.
- Montoya, B. (1999): "Las cooperativas hortofrutícolas almerienses, problemáticas y perspectivas de futuro". Tesis Doctoral. Economía, Sociología y Política Agrarias. Universidad de Córdoba.
- Price Whaterhouse (1988): "Estudio sobre la comercialización de los productos hortofrutícolas en Almería". (Vol I y II). Caja Rural de Almería, Junio, 170 p.
- Quirós, C. y A. Picazo (2001): "Liberalización, eficiencia y cambio técnico en telecomunicaciones". *Revista de Economía Aplicada* IX (25). Pp 77 – 113.
- Ramos, F. (1991): "Estrategias de la distribución alimentaria: perspectiva para el sector hortícola español". *Revista de Estudios Agrosociales* nº 157. Pp. 153-181.
- Read, L y E. Thanassoulis (2000): "Improving the identification of returns to scale in data envelopment analysis". *Journal of the Operational Research Society*, Vol.51, Pp.102-110.
- Seiford, L. y R. Thrall (1990): "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis". *Journal of Econometrics*, nº 46. Pp.7-38.
- Scheel, H. y S. Scholtes (1998): "Stability of DEA efficiency scores". Judge Institute of Management Studies Working Paper Series 36. 15 p.
- Singh, S.; T. Coelli y E. Fleming (2000): "Performance of Dairy Plants in the Cooperative and Private Sectors in India", CEPA Working Papers, N 2/2000, University of New England, Armidale, pp 28.
- Snedecor, G. y W. Cochran (1989): "Statistical Methods". 8ª Edi, Iowa, State University Press.
- Tulkens, H. (1993): "On the FDH Efficiency Analysis: Some Methodological Issues and Applications to Retail Banking, Courts and Urban Transit". *Journal of Productivity Analysis*, nº 4, Pp. 183 –210.
- Vidal, F., B. Segura y F. del Campo (2000): "Eficiencia de las cooperativas de comercialización hortofrutícola de la Comunidad Valenciana". *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, nº 188, Pp. 205 – 224.

Anexo. Representación de los supuestos de escala.

En el siguiente gráfico se muestran la características de las fronteras para los tres supuestos de escala en una situación simplificada de un output (Y) y un input (X), identificando en el mismo las medidas de eficiencia.



En este gráfico se ha representado, en primer lugar, el supuesto de retornos a escala constantes (CRS), donde la DMU₃ define la frontera, al ser la única unidad totalmente eficiente. En el caso del supuesto de retornos variables de escala la frontera queda definida por 4 empresas, que serían las que tendrían una eficiencia técnica pura igual a 1. La asunción del supuesto de retornos de escala no crecientes (NIRS) hace que la frontera sea una composición de los dos tipos de frontera anterior, al eliminar la zona de retornos crecientes a escala en la frontera (VRS), de tal manera que explotaciones con eficiencia técnica pura se muestran ineficientes en cuanto a la escala se refiere; por ejemplo, la DMU₁ se muestra ineficiente en escala, operando en la zona de rendimientos a escala crecientes (IRS), y explotaciones como DMU₇ o DMU₄, se muestran ineficientes en escala, pero operando en la zona de retornos a escala decrecientes o DRS.