



**Productividad y acciones  
medioambientales: un análisis de  
la productividad total en las  
cooperativas hortofrutícolas  
(accésit)**


Emilio Galdeano Gómez

VIII Premio Unicaja de Investigación Agraria

*Reunidos en la Ciudad de Málaga el día 29 de Mayo de 2006 un jurado presidido por Braulio Medel Cámara y compuesto por Isaías Pérez Saldaña, José Javier Rodríguez Alcaide, José Emilio Guerrero Ginel, José Manuel Domínguez Martínez y Francisco Villalba Cabello, decidió por unanimidad conceder a esta investigación un accésit del VIII PREMIO UNICAJA DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. El premio fue convocado por Analistas Económicos de Andalucía en el otoño de 2005 y cuenta con el patrocinio de la Fundación UNICAJA.*

## **Productividad y acciones medioambientales: un análisis de la productividad total en las cooperativas hortofrutícolas**

**Equipo de Investigación y Edición**

<b>Investigación</b>	Emilio Galdeano Gómez
<b>Producción y Coordinación Gráfica</b>	M <sup>a</sup> Dolores Fernández-Ortega Jiménez
<b>Administración</b>	Rosa Díaz Montañez
<b>Proyecto, Realización, y Edición</b>	

## Elaboración:

### **Analistas Económicos de Andalucía**

C/ Ancla, nº 2 - 6ª planta. 29015 MÁLAGA

Tel.: 952 22 53 05 - 06

Fax: 952 21 20 73

e-mail: [aea@unicaja.es](mailto:aea@unicaja.es)

[www.analistaseconomicos.com](http://www.analistaseconomicos.com)

D.L.: MA-1.539-2006

I.S.B.N.-10: 84-95191-88-1

I.S.B.N.-13: 978-84-95191-88-5

La responsabilidad de las opiniones emitidas en este documento corresponde exclusivamente al autor que no son, necesariamente, las de UNICAJA o Analistas Económicos de Andalucía.

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir parte alguna de esta publicación, su tratamiento informático o la transcripción por cualquier medio, electrónico, mecánico, reprografía y otro sin el permiso previo y por escrito del editor.

© Analistas Económicos de Andalucía, 2006

*“Dedicado a Ana y Lucía,  
lo mejor de mí mismo”*

# **Productividad y acciones medioambientales: un análisis de la productividad total en las cooperativas hortofrutícolas**

---

Índice

	<b>RESUMEN</b> .....	11
CAPÍTULO I	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	17
CAPÍTULO II	<b>INDICADORES MEDIOAMBIENTALES EN LAS EMPRESAS Y SU MEDICIÓN</b> .....	25
CAPÍTULO III	<b>EL PAPEL DE LAS COOPERATIVAS EN EL CONTEXTO AGROALIMENTARIO ACTUAL Y LA MOTIVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ACCIONES RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE</b> .....	33
CAPÍTULO IV	<b>PRODUCTIVIDAD Y ACCIONES MEDIOAMBIENTALES: UNA REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS</b> .....	41
CAPÍTULO V	<b>METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ANÁLISIS EMPÍRICO</b> .....	49
	V.1 Los índices de Malmquist de la PTF y las funciones de distancia paramétrico-estocásticas .....	49
	V.2 Ilustración gráfica de los índices de Malmquist de la PTF y la productividad medioambiental .....	53
	V.3 Análisis de los determinantes de los índices de la productividad medioambiental.....	55
CAPÍTULO VI	<b>APLICACIÓN: DATOS Y ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	59
	VI.1 Características de la muestra de cooperativas.....	59
	VI.2 Especificación de las variables .....	61
CAPÍTULO VII	<b>ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> .....	69
	VII.1 Resultados de los índices de productividad.....	69
	VII.2 Análisis de determinantes de cambios en la productividad medioambiental .....	74

<b>CONCLUSIONES E IMPLICACIONES POLÍTICAS</b>	79
<b>ANEXOS</b> .....	81
I Apéndice metodológico .....	83
II Impacto económico de las acciones medioambientales en la competitividad: otros enfoques .....	90
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	113

## RESUMEN

El objeto de este trabajo es analizar el impacto de las acciones o rendimientos medioambientales en la productividad total de los factores a escala empresarial. Las empresas están cada vez más sujetas a una intensa legislación y presión social dirigida hacia la producción respetuosa con el medio ambiente, siendo considerados como factores reguladores del output y de la productividad. De esta forma, la evaluación en las empresas, de la relación entre la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente y los resultados económicos, constituye una de las principales líneas de investigación dentro de la literatura sobre la gestión medioambiental. No obstante, se ha prestado relativamente poca atención a las acciones medioambientales en el sector agrícola. La escala de la empresa, la naturaleza de sus operaciones o los programas recientes y menor normativa obligatoria, entre otros factores, pueden explicar esta situación. La falta de estudios sobre las empresas agrarias y el papel de las entidades cooperativas en el desarrollo sostenible y competitivo dentro del modelo agrícola tanto español como europeo, han motivado considerar esta aplicación sobre las cooperativas de comercialización. Especialmente, en el sector de las frutas y hortalizas (que representan un 40% de la producción final agrícola de la UE y un 50% de la española) dichas entidades vienen siendo claves para la mejora de la productividad y de los componentes medioambientales en el sector. A lo largo de este trabajo, en primer lugar, se realiza una revisión extensa de la literatura sobre los indicadores medioambientales en las empresas y las motivaciones para su desarrollo (con especial referencia al ámbito de las cooperativas agrarias), así como una revisión de los diferentes análisis existentes que relacionan la productividad con las variables medioambientales. En segundo lugar, se realiza un estudio empírico sobre la productividad total de los factores (PTF) haciendo uso de la metodología de los índices de Malmquist, empleando métodos paramétrico-estocásticos de estimación (Fuentes et al., 2001) y tomando como referencia un panel de datos de cooperativas hortofrutícolas para el período 1994-2002. La principal aportación de este análisis consiste en la introducción de inputs y outputs relativos a las acciones medioambientales, obteniendo un ratio de productividad medioambiental (Kaneko y Managi, 2004; Managi y Karemera, 2005), tratando de llenar el vacío de este tipo de análisis en el área de la empresa agraria (Carpentier y Ervin, 2002). El estudio se completa con un análisis econométrico sobre los cambios en la productividad medioambiental, así como de sus componentes de eficiencia y cambio tecnológico, para determinar el impacto de factores relativos a la gestión empresarial y del marco político (Reinhard et al., 2002). Los resultados obtenidos muestran, por una parte, incrementos en la productividad asociados principalmente a la mejora en los componentes de eficiencia y, por otra parte, una alta correlación de los cambios en la productividad medioambiental con variables como la cualificación en el trabajo, la intensidad de capital y el efecto de spillover o de desbordamiento en el esfuerzo medioambiental de las cooperativas en el sector analizado.

**Palabras clave:** Productividad, acciones medioambientales, cooperativa, Malmquist índices, métodos paramétricos, sector hortofrutícola.



# Presentación

---

**Braulio Medel Cámara. Presidente de Unicaja**

# U

NICAJA, consciente de la importancia que el sector agrario tiene en la sociedad y economía andaluza, patrocina la octava edición del **Premio UNICAJA de Investigación Agraria**, con el fin de estimular el conocimiento científico en el ámbito agrario. La continuidad de estos Premios, desde su creación en 1998, refleja la decidida apuesta de nuestra entidad por la promoción de la investigación, como fuente de conocimiento para generar avances tecnológicos que sean instrumento y motor del desarrollo regional en dicho sector, permitiendo mejorar su competitividad y rentabilidad, y contribuyendo a la modernización de la sociedad andaluza. El cumplimiento de este compromiso se refuerza con la elaboración del Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía, que este año ha alcanzado su decimosexta edición.

En la octava convocatoria, se otorgó también un accésit al trabajo **“Productividad y Acciones Medioambientales: Un Análisis de la Productividad Total en las Cooperativas Hortofrutícolas”**, presentado por el investigador Emilio Galdeano Gómez, Profesor Titular de la Universidad de Almería. El objeto de esta investigación es analizar el impacto de las acciones o rendimientos medioambientales en la productividad total de los factores a escala empresarial. El jurado valoró tanto el objetivo del trabajo como su oportunidad, ya que realiza una minuciosa investigación, con un amplio uso de todo el instrumental de análisis económico, aportando valiosos resultados respecto de los incrementos de productividad asociados a la mejora de los componentes de eficiencia y la alta correlación de los cambios en la productividad medioambiental con variables como la cualificación del factor trabajo o la intensidad del capital.

Las empresas están cada vez más sujetas a una intensa legislación y presión social dirigida hacia la producción respetuosa con el medio ambiente, siendo considerados como factores reguladores del output y de la productividad. De esta forma, la evaluación, en las empresas, de la relación entre la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente y los resultados económicos, constituye una de las principales líneas de investigación dentro de la literatura sobre la gestión medioambiental. No obstante, se ha prestado relativamente poca atención a las acciones medioambientales en el sector agrícola. La escala de la empresa, la naturaleza de sus operaciones o los programas recientes y la menor normativa obligatoria, entre otros factores, pueden explicar esta situación. La falta de estudios sobre las empresas agrarias y el papel de las entidades cooperativas en el desarrollo sostenible y competitivo dentro del modelo agrícola, tanto español como europeo, han motivado considerar esta aplicación sobre las cooperativas de comercialización. Especialmente en el sector de las frutas y hortalizas (que representan un 40% de la producción final agrícola de la UE y un 50% de la española), dichas entidades vienen siendo claves para la mejora de la productividad y de los componentes medioambientales en el sector.

La Fundación UNICAJA, a través de su Servicio de Publicaciones, edita la presente investigación, que se encuadra dentro del conjunto de premios que promueve nuestra entidad, incorporándose a la amplia lista de documentos ya publicados, con la certeza de que estos estudios y la difusión de sus resultados serán de gran utilidad dentro de la comunidad científica y entre los agentes económicos y sociales relacionados con el sector, como referente básico para un mejor conocimiento de la agricultura andaluza.



# Introducción

## Capítulo I

## I. INTRODUCCIÓN

Tanto las técnicas de medición como los informes relativos al rendimiento o a las acciones medioambientales de las empresas vienen siendo objeto de un intenso esfuerzo investigador durante los últimos años. Entre las principales razones podemos encontrar motivaciones procedentes de los principales agentes implicados (Tyteca *et al.*, 2002):

- Los directivos utilizan la información como instrumento tanto para la gestión interna como para la información externa de la empresa.
- Los agentes institucionales pueden evaluar la eficacia que tienen las diferentes medidas políticas sobre la mejora del rendimiento medioambiental empresarial.
- Los consumidores y el público en general demandan una creciente información estandarizada sobre las acciones medioambientales de las empresas.

En el caso particular de las empresas agrarias, recientes trabajos de investigación sobre las acciones o el rendimiento medioambiental clasifican las motivaciones en la presión del cumplimiento y en las fuerzas de la demanda (Batie y Ervin, 1998). Estudios en este ámbito muestran, además, como una importante motivación es la mejora de productividad (Reindhart, 2000). Pese a ello, el rendimiento medioambiental en agricultura, en general, ha recibido escasa atención (Carpentier y Ervin, 2002).

Sin embargo, la calidad medioambiental y la salubridad de los productos agroalimentarios, así como la contaminación generada por la agricultura, viene dando muestras de representar roles cada vez más influyentes en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), tanto para el mercado doméstico como para el comercio internacional (OCDE, 2001; Carpentier y Ervin, 2002). Por ejemplo, recientes problemas de salubridad alimentaria, incluyendo productos transgénicos y la acumulación de pesticidas, han provocado alarmas entre los consumidores y han dirigido su atención hacia sistemas de producción que sean menos agresivos con el medio ambiente. También, recientes análisis en la Unión Europea (EU) muestran una mayor diversificación de la demanda con una amplia gama de productos para el consumo. Dichos productos no difieren tanto en términos de composición nutricional, sino más bien en la incorporación de componentes relacionados

con la salud y otros valores añadidos relacionados cada vez más con los factores de calidad medioambiental (Estruch, 1994; OCDE, 2001). Estos últimos factores tienden a jugar un papel relevante en las estrategias de diferenciación de las empresas agrarias y en desarrollo sostenible de la agricultura.

En el modelo agrícola europeo, las expectativas de alcanzar una agricultura sostenible y competitiva descansan, en gran medida, en la capacidad del sector cooperativo para adaptarse a las nuevas condiciones de mercado (CGCA, 1999). Fundamentalmente, la producción y comercialización necesita introducir nuevos requerimientos, como la mejora en la calidad medioambiental, mejores condiciones de comercialización o la eficiencia productiva. En la Unión Europea, las entidades cooperativas son responsables de más del 60% de la recolección, manipulado y comercialización de productos agrícolas, con un volumen de negocios de aproximadamente de 210.000 millones de euros (CGCA, 2000).<sup>1</sup>

Dentro de este contexto de la actividad de las cooperativas en el sector hortofrutícola (que representa el 40% de la producción final agrícola de la UE) es particularmente notable. En países como Dinamarca, Holanda o Bélgica 70-80% del volumen nacional de frutas y hortalizas pasa al mercado a través de las cooperativas. En España el porcentaje es 15% para las frutas y 40% para las hortalizas (GCAG, 2000).

En términos generales, el sector hortofrutícola difiere de los demás debido al número y diversidad de productos que abarca, además de la naturaleza perecedera de la mayoría de ellos (lo que implica unas posibilidades limitadas de almacenamiento y la necesidad de una rápida entrada al mercado). Por extensión, ello también implica que las cooperativas necesitan adaptarse más rápido que en otros sectores (Arcas y Ruiz, 2003).

En el caso concreto del sector español de frutas y hortalizas frescas, el que representa aproximadamente el 50% del total de la producción agrícola, los controles medioambientales son relativamente recientes. La gestión medioambiental se ha venido intensificando desde los primeros años de la década de los noventa y, sobre todo, desde la Organización Común de Mercado (OCM) de la Política Agraria Común (PAC) de 1996.

<sup>1</sup> Las estrategias de las cooperativas agrícolas para la producción y comercialización de sus productos actualmente están sufriendo un proceso de transformación, perdiendo importancia los mercados de contado tradicionales y siendo más relevantes los contratos con la distribución, en los que destaca una preocupación creciente por la calidad y las prácticas medioambientales (una exposición más detallada se hace en el tercer apartado).

El desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente se considera un factor clave en la comercialización de los productos y se incluye, en mayor medida, a través de los llamados Programas Operativos de las entidades cooperativas. No obstante, los requisitos medioambientales se han aplicado con cierto grado de heterogeneidad (por ejemplo, mediante distintas certificaciones de calidad medioambiental), teniendo que realizar una intensa labor de asistencia y coordinación dirigida a los miembros de las mencionadas entidades, con el objeto de adaptar sus actividades de producción y comercialización en el cumplimiento de estos nuevos requisitos. Los cambios subyacentes tanto en la organización como en el funcionamiento de las cooperativas, se consideran que tienen un fuerte impacto sobre la productividad (Galdeano, 2000; Céspedes y Galdeano, 2004).

Debemos matizar que la elección de las cooperativas en este análisis se debe a que, dada su posición intermedia en el canal comercial y su conexión directa con la producción, pueden ofrecer una visión más global del desarrollo de las prácticas respetuosas con el medio ambiente en el sector hortofrutícola. Por ejemplo, las acciones medioambientales objeto de los Programas Operativos de la PAC son en general canalizadas a través de las cooperativas, como organizaciones de productores, teniendo en cuenta que muchos de los controles y certificaciones corresponden a un proceso amplio (producción-comercialización) en el sector. También, se considera que el posicionamiento en el mercado y las características de las entidades cooperativas suelen implicar mayor repercusión de las acciones medioambientales (si se compara, por ejemplo, con otras empresas de comercialización y la industria transformadora). Ello es consecuencia de que el mencionado contacto directo con los productores facilita la mejor difusión de la normativa, la aplicación más rápida de los controles y certificaciones y, sobre todo, que los mismos se desarrollen en el proceso con carácter más global, dado que la producción se basa en explotaciones familiares de pequeña escala (CGCA, 2000; Arcas y Ruiz, 2003; Galdeano y Céspedes, 2004).

Esta incidencia del componente medioambiental, concretamente en el sector hortofrutícola, tampoco se puede desligar de la adaptación de las entidades cooperativas a la normativa comunitaria como organizaciones de productores (OP), la mayoría ya reconocidas como tales. Así, la OCM de 1996 (Reglamento CE 2200/96) viene dando mayor protagonismo a las organizaciones de productores (OPFH en este caso, que responde al término Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas) haciendo especial referencia a su papel en el desarrollo prácticas respetuosas con el medio ambiente. Concretamente, uno de los objetivos fundamentales de

las mismas es “fomentar prácticas de cultivo y técnicas de producción y de gestión de los residuos respetuosas con el medio ambiente, en especial para proteger la calidad de las aguas, del suelo y del paisaje y para preservar y/o potenciar la diversidad”.

Este estudio investiga el impacto de las prácticas medioambientales sobre la productividad total de los factores (PTF) usando un panel de datos de cooperativas de comercialización para el período 1994-2002. Algunos análisis sobre el tema se han aplicado a las empresas agrarias, aunque los mismos sólo se han centrado en el efecto de las acciones medioambientales sobre los indicadores de eficiencia empresarial (Reinhard *et al.*, 1999, 2002, entre otros). También, existen trabajos sobre la productividad en agricultura tomando como referencia a entidades cooperativas (Ferrier y Porter, 1991; Ariyaratne *et al.*, 1997; Kawamura, 2000; Hughes, 1998; Kondo y Yamamoto, 2002, entre otros) en los que se consideran diferentes aspectos de la PTF y sus componentes en términos de eficiencia y cambio tecnológico, pero sin tener en cuenta aspectos relacionados con los factores medioambientales. Por tanto, la principal contribución del presente estudio es la de llenar un hueco en la literatura sobre el análisis de la relación entre la productividad total y las acciones medioambientales en el marco de las empresas agrarias, tomando como referencia las entidades cooperativas.

Para este fin, se utiliza igualmente una metodología que se considera novedosa. Se aplica una especificación *multi-input multi-output* translogarítmica para estimar los índices de productividad de Malmquist, empleando el método de frontera paramétrica-estocástica (Fuentes *et al.*, 2001) y derivando, a continuación, los índices de productividad medioambiental (Kaneko y Managi, 2004; Managi y Karemera, 2005). En el presente estudio también explotamos el planteamiento econométrico (en una segunda etapa) sobre nuestro panel de datos (Sodërbom y Teal, 2002), con el objeto de analizar los determinantes de cambios en la productividad medioambiental en mayor profundidad.

De forma concreta, los objetivos propuestos en esta investigación son:


- Realizar una revisión sobre la literatura centrada en los indicadores medioambientales de las empresas y su motivación, con especial referencia a las cooperativas agrarias, así como en los diferentes análisis sobre los factores medioambientales como componentes de la frontera productiva.
- Obtener evidencias empíricas de la relación entre la productividad total de la empresa (con sus componentes de eficiencia y cambio



tecnológico) y las acciones medioambientales en un sector escasamente analizado, el agrario, tomando como referencia las cooperativas hortofrutícolas.

- Aplicar desarrollos recientes sobre los métodos de frontera paramétrica-estocástica en los estudios de la productividad, la que ofrece mayor posibilidad de contraste de hipótesis.
- Analizar la relación de la productividad medioambiental con otras variables de gestión empresarial (en especial, variables cualitativas relacionadas con la eficiencia y el cambio tecnológico) y con los programas políticos en el sector de las frutas y hortalizas.

El trabajo se estructura en la forma que especifica a continuación. En el siguiente capítulo se hace una revisión de la literatura sobre la medición de los indicadores medioambientales en las empresas. En el tercer capítulo se muestra el papel de las cooperativas en el contexto agroalimentario actual y las motivaciones para el desarrollo de acciones medioambientales. En el cuarto capítulo se revisan los distintos enfoques para analizar la relación entre la productividad y las acciones medioambientales. En el quinto capítulo se explica la metodología usada en la presente aplicación. La muestra de datos y los variables se detallan en el sexto capítulo. En el séptimo capítulo se desarrollan los análisis y se discuten los resultados obtenidos. En el capítulo final se resaltan las principales conclusiones y las implicaciones políticas.



# **Indicadores medioambientales en las empresas y su medición**

Capítulo II

## II. INDICADORES MEDIOAMBIENTALES EN LAS EMPRESAS Y SU MEDICIÓN

Como se ha indicado anteriormente, en las distintas industrias existe una presión creciente para ofrecer informes sobre las acciones y el impacto medioambiental de sus actividades. Mientras que en las últimas dos o tres décadas, el comportamiento de las empresas sobre esta cuestión vino dictado por la regulación y la acción gubernamental, muchas compañías han empezado a reconocer los potenciales beneficios de un comportamiento más específico y proactivo en esta área. De forma paralela, hay una creciente necesidad de instrumentos que permitan una adecuada y objetiva medición, así como el establecimiento de puntos de referencia sobre la mejora en la actuación medioambiental de las empresas (Tyteca *et al.*, 2002).

Las empresas están cada vez más sujetas a una intensa legislación medioambiental, la que a su vez es considerada como un factor regulador del producto final u *output* y de la productividad. Algunas empresas, generalmente entre las más grandes, recientemente vienen admitiendo los potenciales beneficios que pueden obtener haciendo mostrar su posición y comportamiento sobre las acciones respetuosas con el medio ambiente (Tyteca, 1997). En general, la información sobre los avances en términos de mejora medioambiental contribuye a una mejor imagen frente al público y las instituciones. James y Bennett (1994) identifican cinco motivaciones para la medición medioambiental en las empresas: desarrollo sostenible, inversores (accionistas, entidades financieras y otros), otros agentes no inversores (las instituciones reguladoras, aseguradoras, grupos ecologistas, comunidades, medios de comunicación, etc.), compradores (que demandan una creciente información objetiva sobre las acciones medioambientales) y los propios empleados de las empresas (considerando que puede proveer una motivación interna). Sin duda, las presiones para una medición del impacto medioambiental son cada vez mayores. Aunque, como indica Tyteca *et al.* (2002), posiblemente estamos todavía siguiendo los primeros pasos en esta medición, la proporción de los retos a los que se enfrentan las empresas indican que incluso un simple indicador puede ser mejor que la inexistencia de ninguno ellos. Especialmente, cualquier indicador de una mejora en el impacto medioambiental permitiría reducir el riesgo empresarial de una reacción negativa por parte de consumidores, inversores y/o reguladores (James y Bennett, 1994).

La medición de las acciones medioambientales en una empresa entraña, todavía, una serie de dificultades (Tyteca *et al.*, 2002):

- Las cuestiones medioambientales son complejas y, a menudo, difíciles de cuantificar.
- No existen medidas estandarizadas sobre las acciones medioambientales, siendo generalmente pobres en disponibilidad y calidad de datos.
- La comparación entre las acciones y los impactos en el medio ambiente de las empresas que desarrollan diferentes actividades es una cuestión problemática.
- No hay indicadores universalmente aceptados que permitan valorar diferentes acciones o impactos medioambientales frente a otros.

Algunos trabajos, se han centrado en la búsqueda de una estandarización de los indicadores medioambientales (James, 1994; White, 1999; Mullins, 2000; Verfaillie y Bidwell, 2000) concluyendo que la cuantificación de las variables medioambientales requiere detalles específicos y datos técnicos para cada sector. Probablemente, uno de los trabajos más completos es el de James (1994) que distingue entre seis medidas de las acciones medioambientales en las empresas: producción, regulación, ecológica, contable, económica y calidad (Cuadro II.1). Este autor también argumenta que la diversidad de las cuestiones medioambientales se deriva de las variables organizacionales (tamaño y estilo de gestión), las circunstancias económicas y sociales del país o región, así como de las estrategias individuales de cada empresa, lo que conlleva además que los avances en la medición de las actividades continúe variando entre países e industrias. Esta situación ha dado lugar a la existencia de diferentes formas de elaborar informes y de adoptar programas por parte de las empresas (van der Werf, 1998; Wright *et al.*, 1998; NRTEE, 1997).

**CUADRO II.1** Medidas para determinar la mejora en las acciones medioambientales

Aproximación	Orientación	Indicadores	Enfoque de medición	Medida
Producción	Ingeniería	Eficiencia	Masa/balance energético	Eficiencia; uso de recursos
Regulación	Legal	Cumplimiento	Sistemas de control; riesgo; no cumplimiento	Emisiones/residuos; riesgo
Ecológica	Científica	Impacto	Evaluación del impacto; Evaluación basada en el ciclo de vida del producto	Emisiones/residuos; impactos; uso de recursos
Contable	Informe	Costes contables	Responsabilidades	Emisiones/residuos; monetarios
Económica	Bienestar	Internalización de externalidades	Valoración medioambiental	Monetarios
Calidad	Gestión	Prevención o reducción de la contaminación	Emisiones/generación de residuos	Emisiones/residuos; monetarios

Fuente: James (1994) y Tyteca *et al.* (2002).

Considerando esta amplia diversidad de medidas medioambientales, Tyteca et al. (2002) tratan de definir al indicador medioambiental como aquel que supuestamente refleja, en diferentes formas, los diferentes impactos de una actividad sobre el medio ambiente y los esfuerzos realizados para reducirlos. En este sentido, un indicador del redimiendo medioambiental debe reflejar la eficiencia medioambiental de un proceso productivo incluyendo cantidades de *inputs* y *outputs*.

Para obtener un indicador adecuado, éste debe reunir una serie de características (siguiendo trabajos de Bartolomeo, 1995; ISO, 1997; Rauberger y Wagner, 1997; Skillius y Wennberg, 1998, entre otros):

- **Relevancia:** los indicadores deben proveer la información que la empresa y los agentes económicos necesitan. Cada indicador debe cumplir uno o varios objetivos con los que está relacionado. Este criterio implica simplicidad en la interpretación y comprensión de los indicadores. Par ser relevante, un indicador debe reflejar adecuadamente la relación entre una empresa y el medio ambiente, entre otros a través de los flujos de *inputs* y *outputs*. En este sentido, Bartolomeo (1995) señala la necesidad de una medida significativa y comprensible.
- **La precisión del análisis:** este criterio significa que los indicadores deben basarse en fundamentos teóricos (tanto científicos como técnicos). Ello implica que deben ser objetivos y no ambiguos, para garantizar, de una parte, una amplia y sintética representación de la situación o fenómeno bajo consideración y, de otra parte, la coherencia de los indicadores en tiempo y espacio, para permitir su comparación, implicación e identificación de la tendencia. La precisión del análisis también implica que debe existir un límite o valor de referencia, a través del cual el indicador puede ser comparado, para permitir a los usuarios comprobar el significado de su valor.
- **Posibilidad de medición:** esta característica es relativa a la existencia de datos básicos para construir un indicador. Dichos datos deberían estar disponibles o accesibles con un razonable ratio coste-beneficio. Un indicador debe ser sensible con relación a los datos, es decir, ante una pequeña variación del proceso observado, el indicador debe mostrar una variación con aceptable respuesta temporal y margen de error. La posibilidad de medición también se relaciona con la forma del indicador de rendimiento medioambiental. El mismo debe ser, en la medida de lo posible, de tipo cuantitativo, siendo cualitativo sólo si no es posible el anterior.

- **Comparabilidad:** aunque depende del objetivo perseguido en el análisis, los indicadores deben permitir estudiar la evolución de los rendimientos medioambientales de una unidad dada (proceso, planta, empresa, sector, etc.) a lo largo del tiempo, comparar distintas plantas de una empresa dada que realiza el mismo tipo de producción, comparar diferentes empresas de un mismo sector, comparar diferentes industrias o sectores, etc.

Teniendo en cuenta los requisitos descritos, Bartolomeo (1995) propone un esquema útil de clasificación y definición de los indicadores medioambientales (Cuadro II.2). En concreto, dos categorías generales se pueden contemplar:

- **Indicadores del rendimiento o de las acciones medioambientales *sensu stricto*,** relativas a lo que realmente ocurre internamente y en el entorno inmediato de una empresa, una planta o una unidad de procesamiento.
- **Indicadores del impacto,** que tienden a reflejar que pasa en el exterior de una empresa, una planta o un proceso productivo, es decir, como se ve afectado el medio ambiente como resultado de las actividades de dicha entidad.

En ambos casos, los indicadores pueden ser evaluados (a) en términos físicos, relacionando las acciones con cantidades físicas, como son materiales o insumos usados, flujos de residuos, consumo de energía, calidad del aire y del agua en términos de concentración de sustancias contaminantes (indicadores de rendimiento del proceso e indicadores físicos del impacto); (b) en términos financieros o monetarios, mediante la valoración monetaria de los impactos físicos o de las actividades de procesamiento de la entidad considerada. Por último, los indicadores del rendimiento o prácticas medioambientales pueden incorporar indicadores del sistema o programa de control, usados para reflejar el esfuerzo de cumplimiento de una empresa, una planta o un proceso productivo para atenuar sus impactos en el medio ambiente.

**CUADRO II.2** Clasificación de los indicadores medioambientales de la empresa

Indicadores del rendimiento			Indicadores del impacto	
Proceso	Sistema	Eco-financiero	Físico	Monetario
Evaluar la eco-eficiencia de la empresa en el uso de materiales o insumos	Evaluar la efectividad de la empresa en el logro de objetivos de eco-eficiencia	Evaluar la eficiencia económica de la empresa en la implementación de programas medioambientales	Evaluar el impacto medioambiental como contribución a los principales efectos medioambientales	Evaluar el impacto medioambiental en términos monetarios

Fuente: Bartolomeo (1995).

Centrándonos en los indicadores del rendimiento o de las acciones específicamente, en el Cuadro II.3 se muestra el tipo de información que se puede tener en cuenta para la medición; aunque, como señalan Tyteca *et al.* (2002), el mismo debe considerarse como un ejemplo, ya que en la práctica el tipo de indicadores y su medida dependerá de las características particulares del sector o de las empresas objeto de estudio.

**CUADRO II.3**      **Indicadores del rendimiento medioambiental y su medición (un ejemplo)**

PROCESO	SISTEMA	ECO-FINANCIERO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales intermedios</li> <li>- Energía</li> <li>- Emisiones</li> <li>- Accidentes</li> <li>- Productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento</li> <li>- Implementación de sistemas de control</li> <li>- Integración con otras unidades de negocio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidad medioambiental</li> <li>- Coste marginal del control medioambiental</li> <li>- Primas de seguro</li> </ul>
Residuos; Aire; Agua; Suelo; Ruido		Residuos; Aire; Agua; Suelo; Ruido

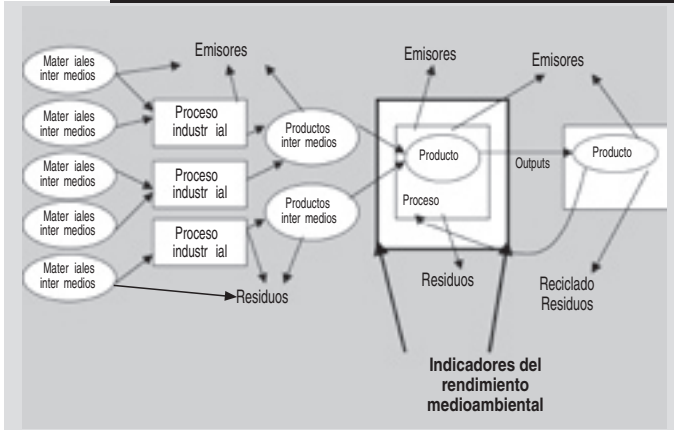
Fuente: Bartolomeo (1995).

Un caso especial de los indicadores de impactos físicos lo constituye “la evaluación del ciclo de vida” (LCA – SETAC, 1997), más frecuentemente utilizado en los procesos industriales. Dicho indicador puede definirse como el proceso de evaluación de los efectos que un producto tiene sobre el medio ambiente a lo largo de todo el período de su ciclo de vida (UNEP, 1996). Ello implica que todos los impactos, desde la etapa de producción hasta la de consumo, desde la obtención de materiales intermedios hasta la disposición final, son enumerados y evaluados, incluyendo los numerosos residuos, emisiones y flujos de reciclado durante todas las etapas intermedias (Gráfico 1). Por su parte los indicadores de rendimiento o prácticas medioambientales se concentran sobre un proceso industrial dado, teniendo en cuenta los flujos de *inputs* hacia dentro y los flujos de *outputs* hacia fuera (incluyendo, residuos, emisiones, etc.) del proceso.



**GRÁFICO 1**

**Ciclo de vida del producto y los indicadores de rendimiento medioambiental (ejemplo en los procesos industriales)**



Fuente: SET AC (1997) .





**El papel de las  
cooperativas en el  
contexto  
agroalimentario  
actual y la  
motivación para  
el desarrollo de  
acciones  
respetuosas con el  
medio ambiente**

Capítulo III

### **III. EL PAPEL DE LAS COOPERATIVAS EN EL CONTEXTO AGROALIMENTARIO ACTUAL Y LA MOTIVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ACCIONES RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE**

Las empresas agrarias, de la misma forma que el resto de industrias, no están exentas de la presión en el desarrollo de acciones medioambientales. En general, las nuevas condiciones del mercado agroalimentario representan nuevos retos para las empresas agrarias y vienen imponiendo cambios de actitud estratégica en su actividad, especialmente ante una demanda cada vez más diversificada y un mercado más global, donde ocupa un interés creciente la aplicación de prácticas respetuosas con el medio ambiente en la obtención de los distintos productos.

En este contexto, se considera que las cooperativas agrarias tienen un papel clave para la adaptación que se requiere en el sector agrario. Estas entidades actúan como puente entre la producción y la industria y el comercio, fomentando que los productores participen en la transformación y comercialización. Las cooperativas son agentes estratégicamente bien situados en el mercado, tanto por su posición intermedia como por conexión directa con las primeras fases de producción y comercialización. Esta posición les concede una capacidad privilegiada para adaptar la producción a los requerimientos del mercado.

Particularmente, en la Unión Europea (UE), la relevante cuota de participación de las entidades cooperativas en la comercialización de productos agrarios (más de un 60%) hacen que las expectativas para alcanzar una agricultura sostenible y competitiva descansan, en gran medida, en los procesos de adaptación de dichas entidades a las nuevas condiciones del mercado (CGCA, 1999), especialmente en la adecuación de la producción y comercialización a los requerimientos de la demanda (mejora de la calidad, mejores condiciones para la comercialización, eficiencia en la producción, etc.) y en el logro de una posición competitiva dentro del sistema agroalimentario, tanto en el marco europeo como en el contexto internacional.

Estos factores están conduciendo a las cooperativas a un cambio organizacional y de funcionamiento, más orientado a la competitividad de la empresa, lo que algunos autores han denominado como “revolución empresarial” (Nilsson et al., 1997). Se observan, en general, tendencias y estrategias dirigidas a aspectos como innovación, inversión tecnológica, inversión en calidad medioambiental y recursos humanos, productividad o capitalización.

La adaptación de estas entidades de economía social a las nuevas condiciones del mercado es un proceso generalizado en muchos países. Además de caracterizar al cooperativismo en la Unión Europea, actualmente se trata de un fenómeno que se observa también en países como Estados Unidos, Canadá, Japón, Australia o Nueva Zelanda (Ménard y Klein, 2004). En este nuevo marco de competitividad y liberalización del mercado, diversos estudios se han centrado en los cambios de gestión o ajustes estratégicos de las cooperativas europeas (Van Bekkum y Van Dijk, 1997; Galdeano y Rodríguez, 2000; Parnell, 2001; García *et al.*, 2002, entre otros).

La acelerada innovación tecnológica, la competencia creciente y globalizada, así como cambios en los valores y hábitos de consumo, entre otros factores, vienen marcando las nuevas condiciones ambientales en las que las cooperativas se ven inmensas. En el cuadro siguiente se recogen algunas de las tendencias actuales en el mercado agroalimentario.

<b>CUADRO III.1</b>	
<b>Cambios en el sector agroalimentario durante las últimas décadas</b>	
<b>Actividad tradicional</b>	<b>Tendencias en el mercado actual</b>
- Producción de materias primas (producto homogéneo)	- Producción diferenciada
- Mercados de contado con poca información y planificación	- Aumento de la contratación y planificación
- Agricultores y comercializadores que realizan muchas actividades	- Especialización en las etapas de la producción y comercialización
- Financiación e inversión como elementos de control	- Información del mercado como elemento de control
- Nula participación del productor en el precio	- Productor implicado en la comercialización y en la negociación
- Mercados de origen influenciados por factores locales o regionales	- Creciente influencia de la internacionalización en los mercados productores
- Etapas de la producción, comercialización, distribución y consumo independientes	- Sistema agroalimentario con etapas interdependientes
- <b>Competitividad basada en la concentración de la producción y en el capital físico</b>	- <b>Mayor relevancia de competitividad basada en la intensificación tecnológica y eficiencia productiva</b>
- <b>Elevado riesgo de precio y de producción</b>	- <b>Disminución de la incertidumbre y creciente relación del riesgo en la actividad con la salubridad y calidad medioambiental</b>
Fuente: Fulton y Sanderson (2002). Elaboración propia.	

Los nuevos retos que impone el actual sistema agroalimentario se reflejan en las estrategias de las cooperativas (Nilsson *et al.*, 1997; Fulton y Sanderson, 2002):

- Comercialización diferenciada (incremento de valores añadidos) y tendencia a la especialización (como la búsqueda de nichos de mercado).
- Aumento de la planificación y la contratación directa con los centros distribuidores (integración vertical).
- Provisión de mayor información a los socios productores y conexión con el resto de agentes de la cadena agroalimentaria.
- Reducción del riesgo de precio y desarrollo de estrategias basadas en la calidad y en las prácticas respetuosas con el medio ambiente.
- Aumento de la competitividad basada en la innovación tecnológica y en la eficiencia económica.

De forma particular, en el ámbito europeo, aunque la rapidez con que se producen determinados acontecimientos económicos supera a veces la capacidad de reacción de las organizaciones cooperativas, la tendencia de los últimos años es hacia la consolidación de estas entidades como oferentes de los elementos de competitividad necesarios para adaptar la actividad agraria al mercado agroalimentario (Nilsson, *et al.*, 1997). Además, como mostraremos más adelante, las cooperativas vienen mostrando una mayor motivación para el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Revisando las motivaciones para la inversión medioambiental en las empresas agrarias, tenemos que aquéllas se relacionan principalmente con aspectos comerciales y económicos (Carpertier y Ervin, 2002):

- La mejora de productividad: la creación de sistemas integrados de producción y marketing, además de otras tareas necesarias para la implementación de un programa de gestión medioambiental, como auditoría medioambiental, pueden llevar a una reducción de costes y/o oportunidades para nuevos productos (Esty y Porter, 1998; Reinhardt, 2000).
- La diferenciación de productos para atender los requerimientos de la demanda (por ejemplo, los consumidores de productos ecológicos): aunque se trata todavía de una proporción reducida del mercado, el volumen de productos etiquetados con referencia a indicadores medioambientales crecen rápidamente en los países de la OCDE.

- La prevención o la mitigación de futuras regulaciones medioambientales: tradicionalmente, esta motivación ha sido ampliamente considerada para el sector industrial. No obstante, estudios de la OCDE (1998) muestran que se trata de un importante incentivo de los productores asociados para mejora de las condiciones medioambientales (contaminación del agua, elevado uso de insecticidas, etc.). Esta motivación también incluye acciones para asegurar el acceso a los mercados internacionales, los que no están exentos de barreras de tipo sanitario y fitosanitario (por ejemplo, el caso del comercio de productos agrarios con desarrollo biotecnológico puede aplicarse aquí).
- Gestión estratégica frente a los competidores: costes adicionales en las acciones medioambientales pueden aumentar el beneficio, ya que pueden dar lugar a la necesidad de unos costes mayores en los competidores, que tratarán de mantener su posición en el mercado (Salop y Scheffamn, 1983).
- Repercusión de más valor en el mercado: esta estrategia combina la reducción del coste, la diferenciación del producto frente a la competencia y la captura de mayor valor a través de la cadena de producción y comercialización (Reinhardt, 2000).
- La gestión del riesgo y la incertidumbre de forma más efectiva: la empresa está preocupada de los riesgos de tipo financiero que pueden causar los incidentes relacionados con el medio ambiente. Este tipo de riesgo incluye el coste de limpieza ante un accidente medioambiental, la responsabilidad legal de un daño al medio ambiente, la pérdida ocasionada por la interrupción en la actividad empresarial o las pérdidas causadas por el daño en la reputación ante los ojos de la Administración, los consumidores y el público en general.

Aunque los estudios sobre la incidencia de estas motivaciones en agricultura son bastantes escasos (Swinton *et al.*, 1999), estos incentivos son de aplicación a la mayoría de las empresas agrarias. Pero además, en el caso de las cooperativas, podemos encontrar incentivos adicionales (a la mejora de productividad o la adecuada gestión del riesgo) para el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente de forma más intensa que en otras empresas del sector agrario. Especialmente, hay que mencionar que la posición intermedia en la comercialización y el contacto directo con los productores facilita la mejor difusión de la normativa, la

aplicación más rápida de los controles y certificaciones y, sobre todo, que los mismos se desarrollen en el proceso de forma más global, teniendo en cuenta que la producción se basa en explotaciones de pequeña escala, frecuentemente de tipo familiar (CGCA, 2000; Arcas y Ruiz, 2003).<sup>2</sup>

En este sentido, también hay que considerar el papel de las entidades cooperativas como organizaciones de productores (OP) de acuerdo con la normativa comunitaria. Así, en el sector de las frutas y hortalizas, concretamente la OCM de 1996 (Reglamento CE 2200/96), viene dando mayor protagonismo a las organizaciones de productores (OPFH en este caso) como reguladoras del mercado y por su papel en el desarrollo prácticas respetuosas con el medio ambiente. De este modo, uno de los objetivos fundamentales de dichas organizaciones es “fomentar prácticas de cultivo y técnicas de producción y de gestión de los residuos respetuosas con el medio ambiente, en especial para proteger la calidad de las aguas, del suelo y del paisaje y para preservar y/o potenciar la diversidad”.<sup>3</sup>

Adicionalmente, se podrían considerar otras motivaciones particulares de estas empresas, como la de conseguir beneficios de tipo social. En especial, durante los últimos años se viene reafirmando el llamado principio de “interés por la Comunidad”, del que se deriva la responsabilidad de trabajar a un ritmo constante para la protección medioambiental de las comunidades (Alianza Cooperativa Internacional, 1995; Marí y Juliá, 2001).

Dichos factores le confieren a las cooperativas una mayor relevancia en el desarrollo de acciones medioambientales.

2 En el nuevo modelo de agricultura europeo se considera que las explotaciones familiares son las que mejor responden a objetivos como la multifuncionalidad y la realización de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente, plasmado a través de las últimas reformas de la PAC. Pero, la creciente competitividad hace menos viable su supervivencia y reduce las posibilidades de alcanzar los objetivos medioambientales mencionados (Marí y Juliá, 2001).

3 La OCM de 1996, continuando, en buena medida, con los principios del Reglamento CE 1035/72 (OCM anterior) establece como objetivos básicos de la organización de productores los siguientes:

- Asegurar la programación de la producción y su adaptación a la demanda en cantidad y calidad.
- Fomentar la concentración de la oferta y la puesta en el mercado de la producción de los miembros de la organización
- Reducir los costes de producción y regularizar los precios de la producción.
- Fomentar la producción respetuosa con el medio ambiente en los términos descritos anteriormente.





# Productividad y acciones medioambientales

Capítulo IV

#### IV. PRODUCTIVIDAD Y ACCIONES MEDIOAMBIENTALES: UNA REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

La evaluación de la relación entre la adopción por parte de las empresas de prácticas respetuosas con el medio ambiente y sus resultados económicos constituye una de las principales líneas de investigación dentro de la literatura sobre la gestión medioambiental (Cohen *et al.*, 1995). Tradicionalmente, se vienen contemplando dos hipótesis explicativas generales de la relación entre el desarrollo de acciones medioambientales y los resultados económicos. La primera perspectiva, conocida como la hipótesis *win-win*, sostiene que las empresas que aumentan su inversión en tecnología medioambiental pueden obtener una ventaja competitiva, y así incrementar sus beneficios (Hart, 1997; Porter y Van der Linde, 1995). La perspectiva *win-lose*, por su parte, sostiene que la inversión medioambiental simplemente supone más costes, incluyendo los de oportunidad, lo que termina por reducir los beneficios (Greer y Bruno, 1996; Walley y Whitehead, 1994). Los supuestos de las dos teorías se han debatido y revisado ampliamente en estudios tanto teóricos (por ejemplo, Palmer *et al.*, 1995) como empíricos (por ejemplo, Wagner, 2002).

Sin embargo, se hace evidente la poca atención que se ha prestado a las acciones medioambientales en el sector agrícola (Carpentier y Ervin, 2002). Como se ha indicado anteriormente, la escala de la empresa, la naturaleza de una contaminación difusa (si la comparamos con industrias más grandes) o los programas recientes y menor normativa obligatoria (programas voluntarios), entre otros factores, pueden explicar la falta de estudios sobre este tema. Recientes investigaciones sobre las prácticas medioambientales en la agricultura, como también se mencionó en apartados anteriores, dividen las principales motivaciones en la presión del cumplimiento y en las fuerzas de la demanda (Batie y Ervin, 1998): las primeras proceden de las expectativas sobre unas más estrictas exigencias institucionales en los programas medioambientales, mientras que las segundas se derivan de los agentes del mercado y de las preferencias de los consumidores sobre atributos relacionados con la calidad medioambiental. Carpentier y Ervin (2002) señalan a la mejora de productividad como un impulsor importante de las acciones medioambientales en la empresa agraria, como se expuso en el apartado precedente. Se considera, que la creación de sistemas integrados de producción y marketing, además de otras tareas necesarias para la implementación de un programa de gestión medioambiental, como auditoría medioambiental, pueden llevar a una reducción de costes y/o oportunidades para nuevos productos (Esty y Porter, 1998; Reinhardt, 2000).



En el contexto de los estudios de productividad (la relación *outputs/inputs*), la medición de las prácticas medioambientales de las empresas ha atraído cada vez más atención en los últimos años. Se vienen proponiendo diversos indicadores para tratar de medir las prácticas medioambientales, los que se pueden agrupar en dos categorías (Reinhard *et al.*, 1999; Graham, 2004): los que ajustan los índices convencionales del cambio de productividad (por ejemplo, trabajos pioneros como los de Gollop y Roberts, 1983; Barbara y McConnell, 1990; Gray y Shadbegian, 1995) y los que se incorporan en las medidas convencionales del componente de eficiencia (normalmente relacionados con los términos “eco-eficiencia” o “eficiencia medioambiental”) (por ejemplo, Färe *et al.*, 1989; Boyd y McClelland, 1999).

En ambos casos, los ajustes implican la incorporación de efectos medioambientales cuantificables (contaminación, residuos, etc.) normalmente como *outputs no deseables*, en el vector de *outputs* o *inputs* (véase por ejemplo Tyteca, 1997). Para contabilizar más *inputs* y *outputs*, Färe *et al.* (1989) desarrollaron un vector de medida de prácticas medioambientales, evaluando la actuación del productor en términos de la capacidad de obtener un incremento equi-proporcionado de *output* deseable y una reducción de *output* no deseable. Estos autores usan la técnica de programación matemática no paramétrica conocida como análisis de la envolvente (análisis *DEA*)<sup>4</sup> para construir su frontera tecnológica (ver también Ball *et al.*, 1994; Tyteca, 1997; Zaim y Taskin, 2000; Kanna *et al.*, 2002). Las técnicas de programación matemática también se usan para calcular los parámetros de una función de distancia de los *outputs* (ver Färe *et al.*, 1993; Coggins y Swinton, 1996; Kumar y Rao, 2002; Murty y Kumar, 2002, 2004). Varios estudios también usan métodos econométricos (por ejemplo, Hetemäki, 1996; Reinhard *et al.*, 2002; Kumar y Rao, 2003; Murty y Kumar, 2003), cuya principal diferencia con respecto a los anteriores es el planteamiento estocástico<sup>5</sup>.

Las ventajas e inconvenientes de los distintos métodos han sido tratados ampliamente (por ejemplo Lovell, 1993). Reinhard *et al.* (1999) consideran que la medida estocástica de la eficiencia medioambiental es superior y, por tanto, preferible a la versión determinista porque en el primer caso la empresa es comparada con una empresa eficiente encontrándose en idénticas condiciones estocásticas; mientras que en el segundo caso la

<sup>4</sup> Esta técnica es más comúnmente conocida en la literatura por su terminología inglesa como *Data Envelopment Analysis* (DEA).

<sup>5</sup> Las estimaciones de las funciones de distancia mediante métodos estocásticos han sido todavía escasamente utilizados y se encuentran en las primeras fases de su desarrollo (Murty y Kumar, 2003).

empresa es comparada con una empresa eficiente sin ningún ruido o aleatoriedad (para una mayor ilustración, véase el Anexo I). Hjalmarsson et al. (1996) sostienen que uno de los principales atractivos del planteamiento de la frontera estocástica es que ofrece la posibilidad de una especificación más apropiada para el caso de un panel de datos. También, la metodología econométrica permite el contraste estadístico formal de las hipótesis.

CUADRO IV.1

**Resumen de los trabajos más relevantes sobre factores medio ambientales y productividad** (según la metodología empleada en el cálculo de las funciones de distancia)

<b>Método: no paramétrico (análisis DEA)</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Ajuste</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Sector analizado</b>
Ball et al. (1994)	Productividad total (índices de Malmquist)	Análisis regional	Agricultura
Ball et al. (2001)	Productividad total (índices de Malmquist)	Análisis regional	Agricultura
Boyd y McClelland (1999)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Färe et al. (1989)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Graham (2004)	Eficiencia productiva	Empresa	Agricultura
Jeon y Sickles (2004)	Productividad total (índices de Malmquist-Luenberger)	Análisis regional	General (PIB)
Kaneko y Managi (2004)	Productividad total (índices de Malmquist-Luenberger)	Análisis regional	General (PIB)
Khanna et al. (2002)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Kousmanen y Kortelainen (2005)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Lindenberger (2004)	Productividad total (índices de Malmquist-Luenberger)	Análisis regional	General (PIB)
Managi y Karamera (2005)	Productividad total (índices de Malmquist-Luenberger)	Análisis regional	Agricultura
Managi et al. (2004)	Productividad total (índices de Malmquist)	Análisis regional	Industrial
Tyteca (1996)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Tyteca (1997)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Tyteca et al. (2002)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Zaim y Taskin (2000)	Eficiencia productiva	Análisis regional	General (PIB)
<b>Método: paramétrico (mediante técnicas de programación matemática)</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Ajuste</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Sector analizado</b>
Coggins y Swinton (1996)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Färe et al. (1993)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Forsund y Hjalmarsson (1987)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Hailu y Veeman (2000)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Hailu y Veeman (2001)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Kumar y Rao (2002)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Murty y Kumar (2002)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Murty y Kumar (2004)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
<b>Método: paramétrico-estocástico (análisis econométricos)</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Ajuste</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Sector analizado</b>
Hetemäki (1996)	Eficiencia productiva	Empresa	Industrial
Kumar y Rao (2003)	Eficiencia productiva	Empresa	Servicios
Managi y Kaneko (2004)	Productividad total (índices de Malmquist)	Análisis regional	General (PIB)
Reinhard et al. (1999)	Eficiencia productiva	Empresa	Agricultura
Reinhard et al. (2002)	Eficiencia productiva	Empresa	Agricultura

Fuente: Elaboración propia.


En el cuadro anterior puede observarse como es la actividad agraria la que ha recibido menos atención en este tipo de estudios. Además, se muestra como el método de análisis econométrico ha sido todavía escasamente desarrollado en el ámbito de la productividad (Murty y Kumar, 2003).

Como se ha indicado, existe también diversidad de aproximaciones en la incorporación de los efectos medioambientales en el vector de *inputs* u *outputs*. Tyteca (1996) y Reinhard *et al.* (1999) afirman que un indicador de las acciones medioambientales puede derivarse como ratio entre la medida global de productividad (usando el *output* tanto deseable como no deseable) y el índice de productividad bruta donde el *output* no deseable se ignora. En una línea similar, Kaneko y Managi (2004) y Managi y Karemera (2005) derivan los índices medioambientales como ratio entre un índice de productividad total y un índice de productividad ordinario o comercial. En este estudio seguimos esta aproximación, pero utilizando métodos econométricos para estimar los índices de productividad medioambiental y analizar los efectos sobre los mismos de diferentes factores de gestión económica en el sector objeto de estudio.

La heterogeneidad en la medición de las acciones medioambientales es otra cuestión importante. Tyteca *et al.* (2002) muestran la dificultad de estandarizar las medidas utilizadas e intentan sintetizar los procedimientos más recientes. Siguiendo la descripción anteriormente expuesta de James (1994), se sugieren seis marcos distintos para identificar medidas sobre las acciones medioambientales: producción, auditoría, ecología, contabilidad, economía y calidad. La medida de calidad se relaciona con la adopción por parte de la empresa de sistemas certificados de gestión medioambiental y de objetivos medioambientales. Bartolomeo (1995) también clasifica a estas medidas con indicadores de acciones medioambientales (como se ha indicado en el anterior capítulo) y se refiere a ellas como indicadores eco-financieros, que principalmente evalúan la eficiencia económica de implementar los programas medioambientales<sup>6</sup>. Tyteca *et al.* (2002) describen esta medida (basada en la adopción de sistemas certificados de gestión medioambiental) como un criterio cualitativo. En el presente análisis usamos unos indicadores relacionados a la medición de la calidad medioambiental, en términos que se especifican más adelante.

<sup>6</sup> Es preciso volver a señalar que estos indicadores pueden evaluarse en términos físicos, financieros o monetarios, así como en indicadores del sistema aplicado, que tratan de reflejar el esfuerzo de cumplimiento por parte de la empresa, la planta o el proceso productivo en la atenuación de los impactos en el medio ambiente.

Aunque el trabajo desarrollado por Tyteca *et al.* (2002) muestra pocas pruebas de la relación entre el esfuerzo de gestión y los resultados medioambientales analizando varios sectores industriales, en nuestro caso los resultados pueden ser distintos. Para este planteamiento, hemos de tener en cuenta que en el presente estudio analizamos la actividad de cooperativas que comercializan productos frescos y hay un mayor impacto de las acciones medioambientales, sobre los centros de distribución y la percepción del consumidor, que en el caso de productos procesados o industriales (Céspedes y Galdeano, 2004). Además, la reciente adopción de controles medioambientales implica cambios importantes tanto en el funcionamiento como en la organización de las cooperativas hortofrutícolas (Galdeano, 2000), lo cual explica también el interés por analizar el impacto desde el punto de vista de la productividad.



# Metodología para el desarrollo del análisis empírico

Capítulo V

## V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ANÁLISIS EMPÍRICO

### V.1 Los índices Malmquist de la PTF y las funciones de distancia paramétrico-estocásticas

El método más elemental de estudiar la productividad es calculando la llamada “productividad aparente” de un factor (productividad parcial), que se mide como el cociente entre una medida de *output* y la cantidad de *input* usada para obtenerlo. No obstante, la producción suele ser el resultado de la aplicación de un grupo de diferentes factores y, por lo tanto, es más apropiado calcular un indicador de la **productividad total de los factores** (PTF) que considera todos los *inputs* del proceso productivo conjuntamente.

Los estudios sobre la productividad se han popularizado gracias a la aplicación de los denominados índices Malmquist. La productividad total de los factores de Malmquist es una medida específica de la PTF basada generalmente en niveles de *output*. Mide el cambio en la PTF entre dos observaciones temporales de datos, calculando la relación de dos funciones de distancia asociadas (Malmquist, 1953; Caves *et al.*, 1982). Una ventaja clave, del enfoque de la función de distancia, es que proporciona una manera conveniente de describir una tecnología *multi-input/multi-output* de producción sin la necesidad de especificar la forma funcional, ni tampoco objetivos como la minimización de costes o la maximización de beneficios.

La especificación de la función de distancia permite formular el problema de la siguiente manera. Suponiendo que  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_K) \in \mathbf{R}^{K+}$  e  $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_M) \in \mathbf{R}^{M+}$  son los vectores de *inputs* y *outputs* respectivamente, definimos las posibilidades de producción en un tiempo  $t$  como:

$$\mathbf{S}^t \equiv \{(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) : \mathbf{x}^t \text{ puede producir } \mathbf{y}^t\} \quad (1)$$

donde se refleja el conjunto de todos los posibles vectores de producción. Consideramos que  $\mathbf{S}^t$  satisface los axiomas estándares suficientes para definir unas significativas funciones de distancia del nivel de *output* (Färe y Primont, 1995; Hailu y Veeman, 2000). Si designamos mediante  $\phi$  la recíproca del índice escalar evaluado, que mide la eficiencia en el tiempo  $t = 1, \dots, T$ , podemos definir la función de distancia del *output* en  $t$  como:



$$D_0^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = \inf \{ \phi : (\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t / \phi) \in \mathbf{S}^t \} \quad (2)$$

donde  $1/\phi$  es la máxima cantidad proporcional que el vector de *output*,  $\mathbf{y}^t$ , puede expandirse sin dejar de ser tecnológicamente factible dado el conjunto de posibilidades de producción,  $\mathbf{S}^t$ , y el vector de *input*,  $\mathbf{x}^t$ . Se asume que  $D_0^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) \leq 1$  si  $(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) \in \mathbf{S}^t$ , y  $D_0^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = 1$  si  $(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$  está en el límite de la frontera de producción. Por definición, la función de distancia es lineal homogénea en *outputs* (Färe y Primont, 1995).

Para estimar una función de distancia paramétrica, se elige la función translogarítmica (y no la función Cobb-Douglas, por ejemplo, que es más restrictiva) porque entre otras ventajas ofrece flexibilidad, es fácil de derivar y permite la imposición de homogeneidad (Lovell *et al.*, 1994; Grosskopf *et al.*, 1997). Siguiendo a Grosskopf *et al.* (1997) y Fuentes *et al.* (2001) la función translogarítmica para estimar una función de distancia paramétrica corresponde a una tecnología *multi-output/multi-input* con el progreso tecnológico definido de la manera usual como un variable de tendencia. Esta función para una empresa  $i$  en un momento en el tiempo  $t$  puede expresarse como:

$$\begin{aligned} \ln D_0^t(\mathbf{x}^{it}, \mathbf{y}^{it}) = & \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln x_k^{it} + 1/2 \sum_k \sum_l \alpha_{kl} \ln x_k^{it} \ln x_l^{it} \\ & + \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln x_k^{it} \ln y_m^{it} + \sum_m \beta_m \ln y_m^{it} + 1/2 \sum_m \sum_n \beta_{mn} \ln y_m^{it} \ln y_n^{it} \\ & + \gamma_1 t + 1/2 \gamma_2 t^2 + \sum_k \eta_k \ln x_k^{it} t + \sum_m \mu_m \ln y_m^{it} t \end{aligned} \quad (3)$$

$i = 1, \dots, I; t = 1, \dots, T$

donde  $k, l \in \{1, \dots, K\}$  son indicadores de *inputs*, siendo  $m, n \in \{1, \dots, M\}$  indicadores de *outputs*.

Los parámetros de la función (3) deben satisfacer un conjunto de restricciones. Por una parte, las usuales restricciones para la simetría se aplican como sigue:

$$\alpha_{kl} = \alpha_{lk} \text{ and } \beta_{mn} = \beta_{nm} \quad \forall k, l, m, n \quad (4)$$

Por otra parte, la homogeneidad lineal de grado  $+1$  se impone en los *outputs*:

$$\sum_m \beta_m = 1, \sum_n \beta_{mn} = 0, m = 1, \dots, M; \sum_k \delta_{km} = 0, k = 1, \dots, K; \text{ and } \sum_m \mu_m = 0 \quad (5)$$

Definimos la función de distancia de translogarítmica estimada [ $\ln D_0^t(\mathbf{x}^{it}, \mathbf{y}^{it})$ ] como  $\ln TL(\mathbf{x}^{it}, \mathbf{y}^{it}, t; \theta)$ , donde  $\theta$  es un vector parámetros estimados  $(\alpha, \beta, \delta, \gamma, \eta, \mu)$ . Siguiendo a Lovell *et al.* (1994) y Fuentes *et al.*

(2001), obtenemos el siguiente modelo de frontera estocástica eligiendo de forma arbitraria a uno de los *outputs* (por ejemplo,  $y_{M^{it}}$ )

$$-\ln y_{M^{it}} = \ln TL(x^{it}, y^{it} / y_{M^{it}}, t; \theta) + \varepsilon^{it}, \quad \varepsilon^{it} = v^{it} + u^{it} \quad (6)$$

donde  $\varepsilon^{it}$  es el error compuesto;  $v^{it}$  es el término de error aleatorio, distribuido independientemente e idénticamente como  $N(0, \sigma_v^2)$ ;  $u^{it}$  explica la ineficiencia en la producción y se asume que es un término aleatorio no negativo truncado en 0, distribuido independientemente e idénticamente como  $N(\phi, \sigma_u^2)$ . Ambos términos se distribuyen independientemente ( $\sigma_{uv} = 0$ ).

Dada la naturaleza estocástica de la frontera de producción [ $TL + v^{it}$ ], el valor pronosticado de la función de distancia de *output* para la empresa  $i$  en el tiempo  $t$  puede estimarse como una expectativa condicional (Batesse y Coelli, 1995) que se expresa de forma reducida como:  $D_0^t(x^{it}, y^{it}) = E[\exp(-u^{it}) | \varepsilon^{it}]$ . Los parámetros de la función de distancia de translogarítmica (3) se estiman simultáneamente con tres parámetros más,  $\sigma^2$ ,  $\psi$  y  $\phi$  (siendo:  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ;  $\psi = \sigma_u^2 / \sigma^2$ ).<sup>7</sup>

El índice Malmquist de la PTF se puede descomponer en medidas asociadas con el índice de cambio tecnológico (CTE) y con el índice de cambio en la eficiencia (CEF) bajo rendimientos constantes a escala (Färe *et al.*, 1994)<sup>8</sup>:

$$PTF(x^{it}, y^{it}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = CTE(x^{it}, y^{it}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) * CEF(x^{it}, y^{it}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) \quad (7)$$

<sup>7</sup> En el presente análisis estos parámetros son usados básicamente para explicar el grado de ineficiencia en la primera fase del análisis como consecuencia de las variables omitidas (Fuentes *et al.*, 2001; Reinhard *et al.*, 2002).

<sup>8</sup> La asunción de rendimientos constantes a escala (RCE) en la estimación de los índices de Malmquist viene siendo ampliamente discutida. Como demuestran Grifell-Tatjé y Lovell (1995), un índice de Malmquist puede no ser una medida correcta de los cambios de la PTF cuando se asumen rendimientos variables a escala (RVE) para la tecnología. Ray y Desly (1997) indican que pueden existir confusiones cuando se usan simultáneamente RCE y RVE para la tecnología en la misma descomposición de los índices de Malmquist. Coelli y Rao (2003) consideran que es importante que RCE sean impuestos sobre cualquier tecnología que sea usada en la estimación de las funciones de distancia para calcular los índices de la PTF de Malmquist, aplicable tanto para datos relativos a empresas como para datos agregados; de otro modo, las medidas resultantes pueden no reflejar adecuadamente las ganancias o pérdidas de la PTF procedentes de los rendimientos a escala. Sin embargo, trabajos recientes proponen alternativas de descomposición de los índices de la PTF de Malmquist en economías a escala usando métodos paramétricos (por ejemplo, Orea, 2002). Fuentes *et al.* (2001) incluso indican que las funciones de distancia usadas en este caso podrían permitir considerar RVE. No obstante, en el presente análisis la medida de los rendimientos a escala obtenida (sumatoria de las elasticidades del *output* con respecto a los convencionales *inputs*: trabajo, capital y tiempo) es un valor muy cercano a la unidad (0.998, véase el Cuadro 8), por lo que la asunción de RCE puede ser apropiada.



El cambio tecnológico mide cambios en la frontera de producción. El cambio de eficiencia mide cambios en la posición relativa respecto a la frontera tecnológica, también conocido en terminología anglosajona como “catching up” (Färe et al., 1994). Según Fuentes et al. (2001) las funciones de distancia paramétrica pueden emplearse para medir la productividad de Malmquist y su descomposición como sigue:

$$\text{CTE}(x^{it}, y^{it}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = \exp \{ \sum_m \mu_m (\ln y_m^{i,t+1} - 2 \ln y_m^{it}) + \sum_k \eta_k (\ln x_k^{i,t+1} - 2 \ln x_k^{it}) - [\gamma_1 + \gamma_2 (t + 1/2)] \} \quad (8)$$

y

$$\text{CEF}(x^{it}, y^{it}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = \exp [ \text{TL}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1} / y_M^{i,t+1}, t+1; \theta) - \text{TL}(x^{it}, y^{it} / y_M^{it}, t; \theta) ] \quad (9)$$

Este enfoque implica que la estimación de parámetros (por la ecuación 3) sea usada para evaluar el cambio tecnológico, siendo el cambio de eficiencia determinado por la relación de dos sucesivas funciones de distancia.

El formalismo de los índices de Malmquist puede ampliarse para tener en cuenta factores medioambientales además de los *inputs* y *outputs* ordinarios. En este caso extendemos el modelo estándar introduciendo un *output* asociado con residuos o desperdicios de la producción (*output no deseable*) y un *input* asociado con el esfuerzo en el desarrollo de acciones medioambientales.

En la misma línea que Kaneko y Managi (2004), Managi y Karemera (2005) o Managi et al. (2004) estimamos la mejora de productividad asociada con el uso eficiente del esfuerzo medioambiental o la reducción eficaz del producto residual. Esta productividad medioambiental se obtiene como ratio entre la medida de productividad global o total (incluyendo los *inputs* y *outputs* ordinarios y los medioambientales) y el índice de productividad bruta o comercial (que incluye sólo los *inputs* y *outputs* ordinarios), como también sugieren Tyteca (1996) y Reinhard et al. (1999).

De esta forma, usamos dos versiones de los modelos para medir y descomponer los cambios de productividad. Primero un modelo básico se usa para calcular la productividad total del *output* comercial,  $\text{PTF}_{\text{comercial}}$ , usando los *inputs* y *outputs* usuales de producción. En segundo lugar un modelo conjunto,  $\text{PTF}_{\text{total}}$ , que mide el efecto total de los incrementos en tecnología y productividad debido a mejoras tecnológicas y de eficiencia para la multi-producción de *outputs* comercializable y no deseable (producto residual). Los incrementos en el *output* comercial, y/o la reducción del *output* no deseable, dado un nivel de *inputs*, aumentará la  $\text{PTF}_{\text{total}}$ . Así, los efectos residuales de los dos indicadores explican los

cambios de productividad relacionados con los factores medioambientales ( $PTF_{\text{medioambiental}}$ ), lo que se puede expresar como:

$$PTF_{\text{medioambiental}} = PTF_{\text{total}} / PTF_{\text{comercial}} \quad (10)$$

donde un incremento en la  $PTF_{\text{medioambiental}}$  implica mejoras de productividad relacionadas con las variables medioambientales. Estas pueden ser, bien por una mayor reducción del producto no deseable dado el mismo nivel de esfuerzo o *input* medioambiental, bien por la reducción de este esfuerzo dado el mismo nivel de producto no deseable, o bien por ambas cosas (Kaneko y Managi, 2004).

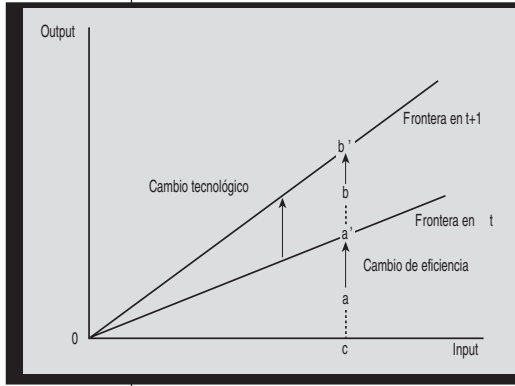
## V.2 Ilustración gráfica de los índices de Malmquist de la PTF y la productividad medioambiental

Tradicionalmente, la productividad de los factores se considera que se debe al cambio tecnológico. Es decir, se asume que las unidades productivas se encuentran siempre sobre sus fronteras tecnológicas, excluyéndose la posibilidad de que existan ineficiencias en la producción. Sin embargo, en presencia de ineficiencias productivas una mejora en la eficiencia puede constituir también una importante fuente de avance en la productividad sin necesidad de que se produzca un cambio técnico o tecnológico; de la misma forma, una mejora en la tecnología no tiene necesariamente que ir acompañada por un aumento de productividad si paralelamente no se ha registrado una pérdida de eficiencia productiva (Nishimizu y Page, 1982). Así, aceptando que es posible descomponer el cambio productivo en el resultado del progreso tecnológico y las variaciones en los niveles de eficiencia, Färe et al. (1994) relacionan los índices de Malmquist de productividad con las medidas de eficiencia y proponen la descomposición del crecimiento de la productividad de una misma observación en los mencionados componentes (cambio tecnológico y eficiencia):  $PTF = CTE \times CEF$ .

Estas medidas entre dos períodos,  $t$  y  $t+1$ , pueden ilustrarse en el siguiente gráfico para el caso simple de un *input* y un *output*.

GRÁFICO V.1

**Productividad total, cambio tecnológico y cambio de eficiencia**

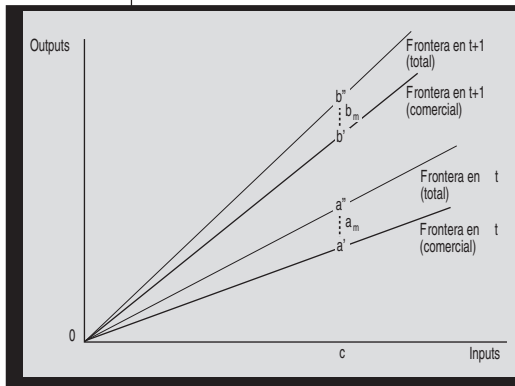


En este gráfico se muestra como el desplazamiento del punto *a* (comparándolo con una frontera productiva *a'*) al punto *b* (comparándolo con una frontera productiva *b'*) representa un cambio de eficiencia. La medida asociada con el cambio en la eficiencia es el

ratio de las distancias  $bc / b'c / ac / a'c$ . El cambio tecnológico mide las desviaciones en la frontera de producción entre los dos periodos. La medida del cambio tecnológico asociado con un desplazamiento del punto *a'* al punto *b'* es el ratio de las distancias  $b'c / a'c$ . Multiplicando ambos componentes (CEF y CTE) obtenemos el cambio en la productividad total (PTF), que es el ratio de las distancias  $bc / ac$ .

GRÁFICO V.2

**Efecto positivo en la productividad total de la productividad medioambiental**



Si consideramos que el gráfico anterior se refiere a un *input* y un *output* ordinario o comercial, podemos añadir a la productividad total el efecto de la introducción de variables medioambientales. Así, en el Gráfico V.2, incorporamos el resultado de un incremento de la  $PTF_{total}$  como

consecuencia de la  $PTF_{medioambiental}$  (efecto positivo) reflejado mediante un desplazamiento hacia arriba de las fronteras productivas. Dicho efecto positivo en el cambio de eficiencia, de la productividad total, viene dado por un desplazamiento del punto  $a_m$  al punto  $b_m$ , siendo

representado el mismo efecto en el cambio tecnológico total por un desplazamiento del punto  $a$  al punto  $b$ ”.

En esta figura el cambio en la productividad total (comercial y medioambiental) vendrá determinado por el ratio de las distancias  $b_m c / a_m c$ . Combinando las dos ilustraciones, la  $PTF_{\text{medioambiental}}$  vendrá determinada por el ratio de las distancias  $b_m c / bc / a_m c / ac$ , es decir, medirá el cociente  $PTF_{\text{total}} / PTF_{\text{comercial}}$ .

De forma similar se podría obtener una  $PTF_{\text{medioambiental}}$  con efecto negativo (desplazamiento hacia debajo de la frontera tecnológica), así como la descomposición de dicha productividad en los componentes de cambio tecnológico y cambio de eficiencia.

### V.3 Análisis de determinantes de los índices de la productividad medioambiental

El enfoque econométrico nos permite estimar el efecto de determinadas características económicas de las cooperativas sobre los índices de productividad. En la mayoría de los casos, estas variables se relacionan con la ineficiencia y se estiman simultáneamente en la función translogarítmica (enfoque de una etapa) o por un enfoque de dos etapas. Para el análisis en una segunda etapa, hay varios métodos que se han desarrollado en la literatura (véase por ejemplo Kumbhakar y Lovell, 2000). El método estándar es hacer una regresión de los índices estimados sobre un conjunto de variables explicativas, frecuentemente usando mínimos cuadrados ordinarios (por ejemplo, Hallam y Machado, 1996) o la técnica Tobit (por ejemplo, Weersink *et al.*, 1990). No obstante, sea cual sea el procedimiento empleado, el enfoque de dos etapas padece una inconsistencia fundamental. Se asume que en la primera etapa las ineficiencias están independientemente e idénticamente distribuidas, pero esta suposición se contradice en la regresión de la segunda etapa, en la que se asume que las estimaciones tienen una relación funcional con las variables explicativas (Battese y Coelli, 1995). Por esta razón varios análisis optan para identificar a los determinantes de las ineficiencias introduciéndolas como variables explicativas del parámetro aleatorio ( $\phi^{it}$ ). Una clase general de tales modelos se presenta en los trabajos de Battese y Coelli (1992) o de Battese y Coelli (1993).

Sin embargo, una característica poco atractiva de estos modelos es que se asume normalmente que no hay correlación entre el término de ineficiencia y las variables explicativas en la función de la frontera de producción. Si los términos de ineficiencia están efectivamente correlacionados con

los atributos de las empresas, los parámetros estimados y los niveles de ineficiencia de tales modelos estarán sesgados (Tybout, 1992). Como indican también Söderbom y Teal (2002), con datos de corte transversal no es posible separar la forma residual del término de la eficiencia sin hacer suposiciones paramétricas sobre la distribución residual y el término de ineficiencia, lo cual resulta poco atractivo.<sup>9</sup> No obstante, si se dispone de un panel de datos, y es razonable suponer que la ineficiencia es aproximadamente constante durante el tiempo en el que se observa a la empresa, entonces podemos modelar la ineficiencia como un efecto específico a la empresa y que no varía con el tiempo (Söderbom y Teal, 2002).

Otra consideración de Reinhard *et al.* (2002) es que la inconsistencia indicada por Batesse y Coelli (1995) acerca del uso de eficiencias estimadas como variables dependientes en una regresión de segunda etapa, no se puede aplicar a los índices de productividad medioambiental derivados de dichas estimaciones.<sup>10</sup>

Teniendo en cuenta estas consideraciones (y evitar problemas como la estimación sesgada de los índices de la PTF medioambiental) optamos por el enfoque en dos etapas. La incidencia de varias características económicas sobre los índices de productividad se estima como un modelo de efectos fijos usando nuestro panel de datos (obteniendo los efectos medios para toda la muestra).

El modelo lineal de efectos fijos se expresa como sigue:

$$Y^{it} = \alpha + \beta Z^{it} + \gamma_t + \varepsilon^{it} \quad (11)$$

donde  $Y$  es el logaritmo de la variable dependiente,  $\alpha$  es el término constante,  $Z$  es el vector de logaritmos de las variables explicativas,  $\beta$  es el vector de coeficientes asociados con las variables explicativas,  $\gamma_t$  es el vector de efectos temporales y  $\varepsilon$  es un término de error. Como variables dependientes consideramos el cambio en PTF medioambiental, y su descomposición en CTE y CEF.

<sup>9</sup> Incluso si se está dispuesto a hacer tales suposiciones sobre la distribución, es difícil de medir la ineficiencia con datos de corte transversal. Puesto que todos los *inputs*, que determinan el *output* y que se omiten de la función de producción, darán lugar a la aparición de ineficiencias, pudiendo resultar que la ineficiencia medida de esta forma sea simplemente un reflejo de la imperfección de las medidas de los *inputs* más que de la pobre actuación en la gestión de la actividad, a la hora de transformar *inputs* en *outputs* (Tybout, 1992).

<sup>10</sup> Aunque la derivación de estimadores medioambientales de Reinhard *et al.* (2002) es diferente de la que se presenta en este estudio, la consideración expuesta por estos autores también puede aplicarse aquí.



**Aplicación: datos  
y especificación  
de las variables**

Capítulo VI

## VI APLICACIÓN: DATOS Y ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

### VI.1 Características de la muestra de cooperativas

La relevancia del sector hortofrutícola en el total de la producción final agrícola, tanto en España como en la UE (un 50% y 40% respectivamente), y las exigencias de la demanda actual hacen que se preste cada vez más atención al papel de las cooperativas en la sostenibilidad de este sector, como se ha expuesto en el tercer apartado.

Las cooperativas hortofrutícolas se encargan de la manipulación y/o transformación, además de la posterior comercialización de los productos de sus agricultores miembros. Son de particular importancia a la hora de buscar respuestas a los requisitos actuales de demanda en el sector agroalimentario, teniendo en cuenta la naturaleza de muchas de las empresas productoras, que suelen ser de pequeña escala y se basan en la explotación familiar. Además, las organizaciones cooperativas están resultando ser elementos claves en las prácticas medioambientales en este sector primario (CGCA, 2000; Galdeano y Céspedes, 2004).

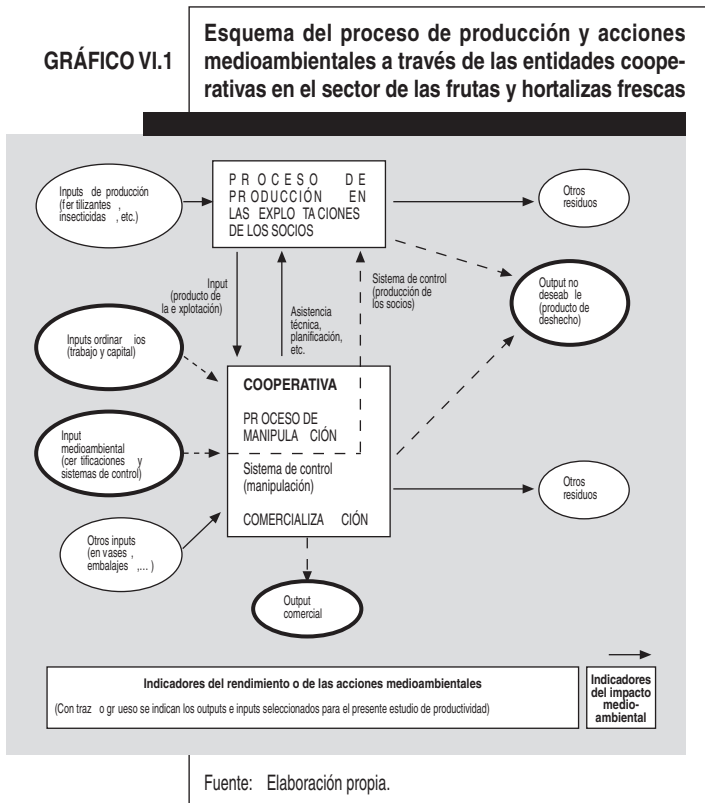
En el caso específico de España, las cooperativas hortofrutícolas han aprovechado los distintos programas de incentivos de la PAC para mejorar la gestión de la calidad medioambiental desde los años noventa. El Reglamento de la Comisión Europea (CE) 2078/92 y en un sentido más amplio el Reglamento CE 2200/96 son de particular interés. Este último viene suponiendo una considerable intensificación del esfuerzo medioambiental en las actividades de producción y comercialización, canalizando, además, los programas de incentivos (mediante los mencionados Programas Operativos) a través de las entidades cooperativas

Las acciones medioambientales en las cooperativas hortofrutícolas han sido dirigidas principalmente a fomentar una producción más ecológica: la aplicación de gestión integral de plagas; inversión en sistemas de riego para fomentar el ahorro y evitar la contaminación; la aplicación de métodos que eviten la contaminación del suelo; la mejora en el tratamiento de los residuos y deshechos; los análisis más frecuente del suelo, agua, plantas y residuos. Todo ello ha significado un importante esfuerzo en la ayuda técnica y los controles por parte de la cooperativa a sus agricultores asociados.



En la mayoría de los casos estas medidas se incluyen en las recientes certificaciones de calidad medioambiental a las hortalizas frescas, como el código EUREP-GAP (Buenas Prácticas Agrícolas) u otros de más específica aplicación en el sector hortofrutícola, como la UNE-155001 o la Producción Integrada.

Un esquema del proceso en el sector hortofrutícola (comercialización en fresco) se puede ver a través del Gráfico VI.1.



Este análisis se ha basado en un panel de datos balanceado usando memorias anuales y encuestas complementarias sobre 51 cooperativas para el período 1994-2002. La muestra se ha seleccionado en cooperativas ubicadas en Andalucía, las que representan un 18-20% de la producción de hortícola española (considerando las cifras medias para el período del estudio). Las mismas se caracterizan por el sistema intensivo de producción empleado por sus miembros y la existencia de mercados y clientes comunes (Céspedes y



Galdeano, 2004). En esta región el sector hortofrutícola ha experimentado un crecimiento considerable durante las últimas décadas,<sup>11</sup> representando un 50% aproximadamente de la producción final agrícola y un 48% de la exportación agraria regional. Este fenómeno que no se puede desligar del desarrollo de las entidades cooperativas (Fuentes y Veroz, 1998).

Adicionalmente, estas entidades se han visto reforzadas por la actual Organización de Mercados de frutas y hortalizas (con el reconocimiento de su papel como organizaciones de productores<sup>12</sup> y la indicada canalización de subvenciones al sector en acciones de calidad y medio ambiente), así como por la nueva legislación, en especial la Ley de Sociedades Cooperativas 2/1999 de la Comunidad Autónoma andaluza, con una normativa más acorde al nuevo entorno competitivo de dichas entidades.

## VI.2 Especificación de las variables

La actividad productiva de las cooperativas se ha caracterizado por la consideración de un *output* comercializable, un *output* no deseable y tres *inputs*: dos factores productivos tradicionales, trabajo y capital, y un *input* medioambiental.

El *output* comercial (ordinario) se ha obtenido mediante valor añadido bruto (valor de ventas menos las compras, es decir, el valor de la producción de los agricultores y otros materiales intermedios – envases, embalajes, etc.). Como señalan Tyteca et al. (2002), el valor añadido se recomienda como un buen candidato porque se supone que refleja la contribución de la actividad empresarial al bienestar global. El *output* también se mide, frecuentemente, con el volumen de negocios o el volumen de producción, pero en este caso debemos tener presente las actividades de intermediación de las cooperativas (aunque están estrechamente relacionadas a la actividad de los agricultores asociados), es decir manipulación, envasado, coordinación de la oferta de los agricultores, gestión de la calidad medioambiental, ayuda técnica, etc. Además, se considera un valor añadido bruto en lugar del valor añadido contable ordinario, debido a que en el mismo se incluyen

<sup>11</sup> No obstante, especialmente desde mediados de los años 90, la superficie de cultivo y el número de agricultores asociados se ha estabilizado bastante. Además, la común localización regional conlleva a una cierta homogeneidad de los productos y los sistemas de producción de las entidades de la muestra.

<sup>12</sup> En esta región existen algo más de 100 cooperativas reconocidas como OPFH, ubicadas principalmente en Huelva y Almería (primeras provincias productoras) y que representan un 64% de la exportación de frutas y hortalizas en la región (Consejería de Agricultura y Pesca, 2002).

los incentivos medioambientales (ya sean tasas o subsidios, por ejemplo) de los programas políticos, sobre los que resulta interesante analizar sus implicaciones separadamente (Tyteca *et al.*, 2002).

Aparte de los materiales intermedios, la mayor proporción de los factores de producción en la actividad de las cooperativas se engloban en el trabajo y el capital. El factor trabajo se ha medido a través de los costes anuales de personal (Kondo y Yamamoto, 2002; Fuentes *et al.*, 2001)<sup>13</sup>; la existencia de un salario regulado por la Administración para los trabajadores en este sector permite una medida apropiada de la intensidad de trabajo calculada mediante del coste anual. El factor capital se mide a través de los gastos de amortización (valor contable de la depreciación de los activos fijos), incluyendo la depreciación de edificios, equipos y maquinaria. Aunque una medida correcta del factor capital se suele obtener a través del inventario permanente, no disponemos de suficiente información disponible para construirlo. No obstante, Martínez *et al.* (1999), entre otros, consideran la amortización contable como una aproximación a esta medida.<sup>14</sup>

En cuanto a las variables medioambientales podemos encontrar ciertas dificultades de medición. A diferencia del sector industrial, que suele caracterizarse por unas medidas institucionales y relativamente estandarizadas de *output* no deseable (polución, contaminación del agua, residuos, etc.) y que puede permitir considerar tanto las acciones medioambientales como el impacto medioambiental (Bartolomeo, 1995), en el sector objeto de análisis estas medidas todavía no se han desarrollado.

Limitando, por tanto, el ámbito de nuestro estudio a las acciones o rendimientos medioambientales de las cooperativas, unas medidas indicativas de las mismas serán variables relacionadas con la gestión en la aplicación de sistemas o certificaciones medioambientales (Tyteca *et al.*, 2002). Así, el *output* medioambiental, *output* no deseable, se mide por el volumen de productos desechados o residuales, obtenido a partir de la producción de los agricultores que no alcanza los niveles mínimos exigidos por los controles medioambientales; además, se considera que estos productos no deseables pueden incluir una medida indirecta de la reducción de pesticidas, la contaminación de la tierra y agua, etc., y por lo tanto una medida general de prácticas de producción respetuosa con

<sup>13</sup> Escogemos esta medida debido a la importante estacionalidad en el número de empleados en este sector, sobre todo en los trabajadores de las actividades de manipulación.

<sup>14</sup> Además, en el período del estudio no existen facilidades fiscales para la amortización en las cooperativas de este sector que puedan distorsionar su medición.

el medio ambiente. El *input* medioambiental (o esfuerzo medioambiental) se mide por el gasto anual (medición del esfuerzo) en la aplicación las certificaciones medioambientales, considerando que en general este gasto se incluye en los Programas Operativos anuales de las cooperativas hortofrutícolas. Debido a la existencia de incentivos asociados con estos Programas, los subsidios han sido restados de este gasto anual. Estas variables cumplen con los criterios generales para su selección con indicadores medioambientales, tales como objetividad, no ambigüedad, medición (disposición de suficientes datos), comprensión y comparabilidad (Bartolomeo, 1995; Tyteca *et al.*, 2002). El *output* no deseable puede considerarse como la medida del resultado del desarrollo de acciones medioambientales y la estimación de la productividad medioambiental mostrará la relación entre ambas variables. Como se indicó anteriormente, un incremento en la  $PTF_{\text{medioambiental}}$  puede ser debido a una reducción del *output* no deseable dado el mismo nivel de *input* medioambiental y/o por una reducción de este esfuerzo medioambiental dado el mismo nivel de *output* no deseable.

La producción residual u *output* no deseable se mide en miles de kilogramos<sup>15</sup>. Las variables monetarias (valor añadido, trabajo, capital e *input* medioambiental) han sido corregidas por la inflación (año base 1994) y se expresan en términos reales (convertidos en miles de euros). Los estadísticos descriptivos de dichas variables se muestran en el Cuadro 2.

El vector de variables explicativas (*Z*) en la segunda etapa del análisis se construye considerando varios atributos de gestión en las entidades analizadas. También consideramos que las posibles ineficiencias que se obtengan serán, en parte, consecuencia de las variables omitidas y relacionados con las capacidades de producción (Reinhard *et al.*, 1999). La elección de variables que puedan influir en dicha ineficiencia siempre supone cierto grado de arbitrariedad (Irz y Thirtle, 2004). En este caso, seguimos estudios recientes sobre este sector (por ejemplo, Céspedes y Galdeano, 2004) y la consideración de que estas variables no son *inputs/outputs* estrictamente convencionales, sino más bien características de estos *inputs/outputs* (Reinhard *et al.*, 2002). De este modo, la cualificación

<sup>15</sup> La agregación en términos físicos puede ser difícil cuando hay varios productos hortícolas. No obstante, en la última década la intensificación de contratos y programas de suministros entre las cooperativas y las cadenas de distribución agroalimentaria han llevado a una especialización de la producción en este sector. Las cooperativas de la muestra están especializadas en 3-4 productos con certificaciones medioambientales. El cálculo para el producto residual se ha obtenido mediante una media ponderada usando la proporción en cada hortaliza como coeficiente de ponderación.

del trabajo puede constituir un variable relevante y consideramos dos: la proporción de personal cualificado (número de ingenieros, técnicos y directores sobre el número total de empleados) y una productividad contable (beneficio antes de intereses y impuestos sobre costes de personal). Una variable que especifique la intensidad del capital puede obtenerse de la inversión anual en nueva maquinaria y equipos dividido por el activo total. También tenemos en cuenta el tamaño de la cooperativa (activo total) para medir el efecto escala.<sup>16</sup> El efecto de las políticas de incentivos sobre las prácticas medioambientales se mide mediante los subsidios anuales dividido por las ventas (ya que estos subsidios se estiman en los Programas Operativos en función del valor de las ventas anuales). Las variables *dummy* temporales (incluidas en el modelo de efectos fijos) puede también ser un indicador de estos efectos institucionales y del crecimiento de los cambios de productividad (Reinhard *et al.*, 2002). Además, consideramos una variable *spillover* o efecto de desbordamiento tecnológico (frecuentemente relacionada a I+D) como otro *input* de la producción relacionado con la transmisión de conocimientos de las empresas. En este caso los gastos medioambientales en otras empresas del sector hortofrutícola andaluz (datos obtenidos del total de Programas Operativos) se usa para medir una variable *proxy* del efecto *spillover* relativo a la innovación medioambiental, considerando que otros métodos de producción o técnicas de gestión medioambiental llevan a una competición más severa (Blomstrom y Kokko, 1998). Los estadísticos descriptivos de estas variables también se muestran en el Cuadro VI.1.

Análisis	Variable	Media	Desviación típica	Máximo	Mínimo
Outputs e inputs	Valor añadido	515.36	297.56	1,002.05	192.51
	Output no deseable	283.25	102.13	485.62	109.17
	Capital	267.79	135.04	441.13	107.48
	Trabajo	206.74	92.48	411.22	98.20
	Input medioambiental	108.38	33.04	146.10	89.23
Variables atributo	Tamaño	1,208.04	421.22	1,860.12	598.74
	Cualificación trabajo	7.91	2.46	11.19	5.03
	Productividad trabajo	4.75	2.13	6.31	2.18
	Efecto spillover	11,633.02	6,221.63	18,650.34	6,402.081
	Intensidad capital	11.07	4.15	15.23	6.83
	Incentivos políticos	2.81	0.97	3.58	1.96

Fuente: Elaboración propia.

<sup>16</sup> Es preciso indicar que el efecto escala es distinto de la elasticidad a escala (o medida de rendimientos a escala). Estas medidas sólo son equivalentes cuando el índice de eficiencia y la elasticidad a escala, ambos son iguales a la unidad (ver Ray, 1998, para un mayor detalle).

Para medir su impacto, las variables explicativas de los índices de productividad se expresarán en primeras diferencias, dada la naturaleza de nuestras variables dependientes. Ya que la heteroscedasticidad está presente en este tipo de análisis, se usa el método de mínimos cuadrados generalizados (MCG).



# **Análisis y resultados**

Capítulo VII

## VII. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### VII.1 Resultados de los índices de productividad

De acuerdo a la metodología adoptada, estimamos el modelo de frontera estocástica con dos especificaciones separadas. La primera excluye el *output* no deseable y el *input* medioambiental, mientras la segunda los incluye.

Construimos la especificación de translogarítmica completa y comprobamos previamente si algunos parámetros podrían omitirse (considerando la función Cobb-Douglas o una función translogarítmica restringida). Los resultados del test del ratio de verosimilitud rechazan las hipótesis nulas considerando la función Cobb-Douglas y la función translogarítmica restringida en ambos casos (sin incluir variables medioambientales e incluyendo éstas), indicando que las dos funciones de distancia translogarítmica completa son aproximaciones aceptables (Cuadro VII.1).

**CUADRO VII.1** Tests de especificación para funciones estocásticas de distancia alternativas

Modelo	Hipótesis nula	Razón de verosimilitud ( $\lambda$ ) <sup>(a)</sup>	$\chi^2$ Valor crítico (95%)	Resultado
Función de distancia sin variables medioambientales				
Cobb-Douglas	$\alpha_{kl} = \delta_{km} = \beta_{mn} = 0$ <i>todo k, todo l, todo m, todo n</i>	108.2	30.1	Rechazo
Función translogarítmica restringida	$\alpha_{kl} = \delta_{km} = 0$ <i>todo k, todo l, todo m</i>	57.3	25.0	Rechazo
Función de distancia con variables medioambientales				
Cobb-Douglas	$\alpha_{kl} = \delta_{km} = \beta_{mn} = 0$ <i>todo k, todo l, todo m, todo n</i>	74.5	30.1	Rechazo
Función translogarítmica restringida	$\alpha_{kl} = \delta_{km} = 0$ <i>todo k, todo l, todo m</i>	32.9	25.0	Rechazo

(a)  $\lambda = -2[\text{Logaritmo verosímil } (H_0) - \text{Logaritmo verosímil } (H_1)]$ .

Los resultados de las estimaciones máximo verosímiles<sup>17</sup> de ambos modelos se recogen en los Cuadros VII.2 y VII.3<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Las estimaciones se han llevado a cabo usando el programa informático Frontier Version 4.1 (Coelli, 1994).

<sup>18</sup> En ambas estimaciones el valor añadido se escoge como variable dependiente y como variable de normalización. La normalización del otro *output* se aplica en la segunda estimación donde se incluye el *output* no deseable. Los cálculos de los parámetros relacionados con el valor añadido se realizan aplicando la condición de homogeneidad (Fuentes et al., 2001).



Todas las variables han sido normalizadas alrededor de sus valores medios y los parámetros de primer orden pueden interpretarse como las elasticidades para la empresa media de la muestra. En ambos cuadros (VII.2 y VII.3) la mayoría de los parámetros estimados se muestran significativos (entre 99% y 90% nivel de significación) y, en general, los coeficientes para la mayoría de los variables tienen el signo esperado. El signo negativo de los *inputs* en relación con la función de distancia del *output* indica que el valor de la función no se incrementa con relación a los *inputs*, es decir, la eficiencia del uso del *input* aumenta (una cooperativa se acerca más a la frontera). Esto puede aplicarse también al *output* no deseable en términos de mejora de la eficiencia. En general, los signos positivos de dichas variables se obtienen mediante parámetros no significativos. No obstante, en el Cuadro VII.3 (donde se incluyen las variables medioambientales) la variable “Trabajo<sup>2</sup>” tiene un parámetro positivo y significativo. Ello indica que un elevado incremento en el coste laboral no mejora la productividad, lo que puede ser debido a que sólo incrementos en el empleo de personal especializado permite incrementos en la productividad medioambiental. Este aspecto relacionado con la cualificación del trabajo será analizado con más detalle en siguiente apartado.

Por su parte, los coeficientes de las variables temporales indican la presencia de progreso tecnológico o regresión. Unos parámetros negativos para todas las variables con el tiempo indican cambios positivos en la tecnología, es decir, hay progreso tecnológico y menos *inputs* se requieren para producir el mismo nivel de *outputs*; dicho de otra forma, la distancia entre el valor observado de los *outputs* y la frontera se ha reducido; un parámetro positivo indica una regresión tecnológica. En este caso, los parámetros positivos que se han obtenido, relacionados con la variable temporal, no son significativos.

En ambas estimaciones las ineficiencias se identifican dentro del término del error compuesto. El test de máxima verosimilitud en el error unilateral es significativo y se rechaza la hipótesis nula que  $\phi = 0$ . La parte de ineficiencia en la varianza total ( $\psi$ ) tiene un valor alto y significativo en las dos estimaciones, lo que sugiere que una alta proporción residual se debe a las ineficiencias y, también, que el ruido o error aleatorio ( $v$ ) juega un papel pequeño para explicar las medidas de eficiencia.

**CUADRO VII.2**

**Estimaciones de las funciones de distancia paramétricas sin variables medioambientales**

Período	1994-2002	Observaciones	459
Constante	-1.284 (-3.42)***	Trabajo*Capital	0.032 (1.86)**
Trabajo	-0.567 (-2.35)**	Tiempo	-0.121 (-3.85)***
Capital	-0.310 (-2.04)**	Tiempo <sup>2</sup>	-0.034 (-1.72)*
Trabajo <sup>2</sup>	0.082 (0.62)	Tiempo*Trabajo	-0.065 (-2.10)**
Capital <sup>2</sup>	-0.123 (-1.77)*	Tiempo*Capital	0.029 (1.32)
$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$	0.092 (3.08)***	$\Phi$	-0.822 (-4.31)***
$\Psi = \sigma_u^2/(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$	0.796 (17.30)***	Test de verosimilitud de un componente de error	156.37
Logaritmo verosímil	-355.60		

Nota: El estadístico t-Student es indicado entre paréntesis. \*\*\* Significación al 99%; \*\* significación al 95%; \* significación al 90%. El valor añadido es escogido como variable dependiente y como variable de normalización. Todos los parámetros son multiplicados por -1 (Fuentes *et al.*, 2001).

**CUADRO VII.3**

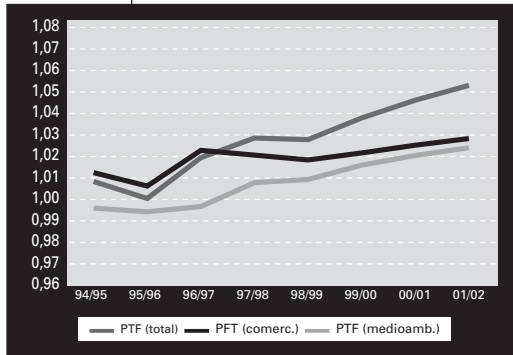
**Estimaciones de las funciones de distancia paramétricas con variables medioambientales**

Período	1994-2002	Observaciones	459
Constante	1.021 (3.18)***	Valor añadido*Trabajo	-0.153
Trabajo	-0.354 (-2.89)***	Valor añadido*Capital	0.027
Capital	-0.310 (-2.15)**	Capital*Input medioambiental	-0.109 (-2.20)**
Input medioambiental	-0.135 (-1.71)*	Capital*Output no deseable	-0.027 (-0.48)
Valor añadido	1.790	Valor añadido*Input medioamb.	1.069
Output no deseable	-0.785 (-2.06)**	Output no deseable*Input medioamb.	-1.069 (-1.93)**
Trabajo <sup>2</sup>	0.341 (2.37)**	Valor añadido*Output no deseable	-0.047
Capital <sup>2</sup>	0.026 (0.83)	Tiempo	-0.203 (-2.90)***
Input medioambiental <sup>2</sup>	0.948 (2.91)***	Tiempo <sup>2</sup>	0.062 (1.71)*
Valor añadido <sup>2</sup>	-0.052	Tiempo*Trabajo	-0.015 (1.98)**
Output no deseable <sup>2</sup>	0.089 (1.07)	Tiempo*Capital	0.005 (0.59)
Trabajo*Capital	-0.048 (-1.69)*	Tiempo*Input medioambiental	-0.184 (3.10)***
Trabajo*Input medioambiental	-0.363 (-2.27)**	Tiempo*Output no deseable	-0.077 (-1.85)**
Trabajo*Output no deseable	0.152 (1.92)**	Tiempo*Valor añadido	0.077
$\sigma_v^2 + \sigma_u^2$	0.112 (1.97)**	$\Phi$	-0.774 (-1.94)**
$\Psi = \sigma_u^2/(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$	0.821 (14.55)***	Test de verosimilitud de un componente de error	283.14
Logaritmo verosímil	-437.84		

Nota: El estadístico t-Student es indicado entre paréntesis. \*\*\* Significación al 99%; \*\* significación al 95%; \* significación al 90%. El valor añadido es escogido como variable dependiente y como variable de normalización. Todos los parámetros son multiplicados por -1 (Fuentes *et al.*, 2001).

GRÁFICO VII.1

Media anual del cambio en la productividad total de los factores



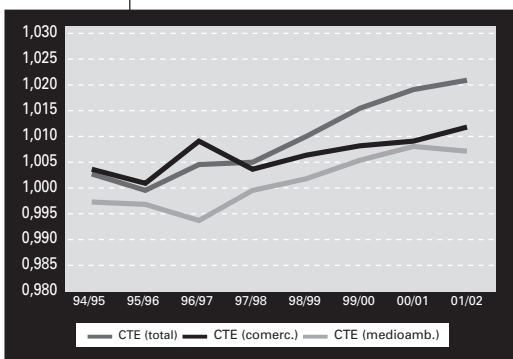
Fuente: Elaboración propia.

Observamos a continuación los resultados estimados de los índices de productividad usando las ecuaciones (7), (8) y (9). El Gráfico VII.1 muestra los cambios en los índices de la TFP (medias anuales)<sup>19</sup> para los *outputs* totales, y el cambio en la PTF descompuesto en los *outputs* comercial

y medioambiental. La  $PTF_{total}$  tiene un crecimiento medio anual de 2,9% durante el período estudiado, aumentando de 0,9% en 1994/95 hasta 5,3% en 2001/02. Este aumento se explica por el crecimiento en la  $PTF_{comercial}$  y la  $PTF_{medioambiental}$  que crecieron una media anual de 1,9% y 1% respectivamente. El incremento de este último es de particular interés, subiendo de -0,04% en 1994/95 hasta 2,3% en 2001/02. Las ineficiencias en las prácticas medioambientales se observan para los tres primeros períodos. Sin embargo, a partir de 1997/98 estos indicadores (superiores a la unidad) muestran eficiencia y se observa una reducción de los diferenciales con relación a la productividad comercial.

GRÁFICO VII.2

Media anual del cambio tecnológico



Fuente: Elaboración propia.

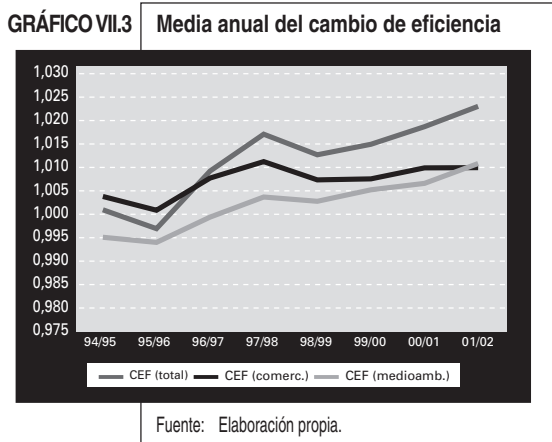
El Gráfico VII.2 representa los mismos tres índices para CTE, evidenciando una evolución similar a los cambios en la PTF. Los resultados de CTE de los *outputs* totales indican un cambio medio anual de 1,6%, y podría

<sup>19</sup>

Se pueden usar otras representaciones gráficas como los índices acumulativos o las tasas de crecimiento. Aquí nos limitamos a los cambios anuales considerando que ilustran suficientemente la evolución de los índices de productividad.

explicar aproximadamente la mitad del crecimiento total de PTF. Éste es también el caso de CTE de las variables comerciales y medioambientales.

La evolución similar de los resultados de CEF (ver Gráfico VII.3), con un cambio medio anual 1,3%, indica que el incremento de la eficiencia es casi tan relevante como el incremento de CTE para explicar las mejoras de la PTF. La eficiencia de las variables medioambientales aumenta de -0,3% en 1994/95 hasta 1,5% en 2001/02, alcanzando un nivel más alto que el CEF del *output* comercial al final del período de estudio. La intensificación del esfuerzo medioambiental (por ejemplo, personal mejor cualificado, unos controles medioambientales más estrictos, etc.) durante el período de análisis podría explicar estos resultados, como se trata de mostrar en el siguiente análisis.



## VII.2 Análisis de los determinantes de los cambios en la productividad medioambiental

Las estimaciones mediante MCG del modelo de efectos fijos, descrito en la ecuación (11), se presentan en el Cuadro VII.4. Para la mayoría de las variables pueden formarse expectativas plausibles acerca de los signos de sus coeficientes, pero no de sus magnitudes.

**CUADRO VII.4** Estimaciones de MCG del modelo de efectos fijos (período 1994-2002)

Variable <sup>(a) (b)</sup>	Variables dependientes		
	Cambios PTF (medioambiental)	CTE (medioambiental)	CEF (medioambiental)
Constante	1.027 (5.08)***	0.836 (4.12)***	0.743 (2.35)**
Cualificación del trabajo	0.331 (2.23)**	0.287 (2.11)**	0.402 (2.85)***
Productividad del trabajo	0.092 (1.94)**	0.078 (1.82)**	0.037 (1.63)*
Tamaño	0.009 (0.21)	0.015 (0.86)	-0.003 (-0.42)
Efecto <i>spillover</i>	0.023 (1.80)**	0.007 (0.32)	0.016 (1.68)*
Intensidad de capital	0.191 (1.98)**	0.205 (2.33)**	0.089 (1.87)**
Incentivos políticos	0.015 (1.71)*	0.008 (1.03)	0.012 (1.29)
$\gamma_{95/96}$	-0.011 (-0.29)	0.000 (0.05)	-0.014 (-0.36)
$\gamma_{96/97}$	0.006 (0.18)	-0.039 (-1.72)*	0.021 (1.66)*
$\gamma_{97/98}$	0.048 (1.90)**	0.104 (2.06)**	0.032 (1.73)*
$\gamma_{98/99}$	0.039 (1.67)*	0.156 (2.26)**	0.112 (1.89)**
$\gamma_{99/00}$	0.268 (2.95)***	0.194 (2.38)**	0.049 (1.63)*
$\gamma_{00/01}$	0.052 (1.65)*	0.055 (1.71)*	0.155 (2.24)**
$\gamma_{01/02}$	0.176 (1.94)**	-0.017 (-0.59)	0.212 (2.78)***
R <sup>2</sup>	0.765	0.669	0.708
Contraste F para efectos fijos	85.03***	58.41***	62.17***

Nota: El estadístico t-Student es indicado entre paréntesis.  
 \*\*\* Significación al 99%; \*\* significación al 95%; \* significación al 90%.

(a) Las variables explicativas son medidas en primeras diferencias.  
 (b) La variable *dummy* temporal para 94/95 es omitida.

Como podría esperarse, la cualificación del trabajo muestra unos parámetros altamente correlacionados (y significativos al 95% y 99%) con los índices de productividad medioambiental, lo que sugiere la importancia relativa de un personal cualificado en las acciones medioambientales (Galdeano y Céspedes, 2004). Aunque en menor grado que la variable anterior, la productividad del trabajo muestra unos parámetros significativos (al 90% y 95%).

Por su parte, la variable de tamaño no muestra parámetros significativos, incluso en el caso de CEF el efecto es negativo. Esto podría deberse a las características del sector analizado, ya que los miembros productores se

caracterizan por la pequeña explotación de tipo familiar. Otros estudios de Kondo *et al.* (1997) o Kondo y Yamamoto (2002), sobre las cooperativas agrícolas japonesas, también muestran que no hay relación entre la escala y la eficiencia productiva<sup>20</sup>. Esto sugiere que la eficiencia en la gestión (planificación, capacidad de adaptarse, transferencia de información, etc.) puede ser mayor para una cooperativa de pequeña o mediana escala, al menos a corto o medio plazo.<sup>21</sup>

La variable *spillover* o de desbordamiento tecnológico tiene un efecto positivo sobre las medidas de productividad y los parámetros son significativos (al 95%) para los cambios de CEF y PTF, indicando una transferencia relativa de técnicas de gestión en acciones medioambientales para este sector; aunque, ello podría ser el resultado de un aumento generalizado del esfuerzo medioambiental observado en las empresas hortofrutícolas (Galdeano y Céspedes, 2004). Como podría suponerse, la intensidad del capital muestra coeficientes positivos y significativos para el caso de CTE y PTF. Las políticas de incentivos también tienen un efecto positivo, pero los coeficientes sólo son significativos para la PTF (al 90%). El relativo reducido impacto de esta variable podría ser una consecuencia del bajo nivel de subsidios (2-4% aproximadamente del volumen de negocios) y del mantenimiento de este porcentaje durante el período analizado (Galdeano, 2000). Las variables *dummy* temporales son indicativas de la evolución de los índices de productividad, mostrando unos parámetros significativos sobre todo desde el período 1997/98, debido a la intensificación del esfuerzo medioambiental.

En general, los  $R^2$  de las estimaciones, considerando el número de variables explicativas, son estadísticamente significativos (Novales, 1996).

<sup>20</sup> En el caso de las cooperativas agrícolas en los Estados Unidos, sin embargo, estudios realizados por autores como Ariyaratne *et al.* (1997) indican que hay una relación significativa entre ambas variables, aunque la actividad productiva se lleva a cabo en explotaciones de gran tamaño.

<sup>21</sup> Debemos tener presente que, durante los últimos años, las cooperativas analizadas se encuentran adaptando su organización y funcionamiento, especialmente en relación con los sistemas y certificaciones medioambientales. Un análisis a más largo plazo, probablemente determinaría ganancias de eficiencia correlacionadas con el efecto escala.



# **Conclusiones e Implicaciones políticas**

Capítulo VIII



## VIII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES POLÍTICAS

Este estudio se ha centrado en la aplicación de varios marcos analíticos para tener una mejor visión de la relación entre la productividad y las acciones medioambientales en las empresas agrarias, tomando como referencia las cooperativas en el sector hortofrutícola.

Se ha considerado dicha referencia de análisis debido al papel que las cooperativas están representando en el sistema agroalimentario, marcado por una concentración en la fase de distribución y por una creciente liberalización comercial. Estrategias de las cooperativas, basadas en el desarrollo de la calidad medioambiental, la innovación tecnológica o la eficiencia tienen especial interés en el actual escenario económico en el que se ve inmersa la actividad agraria, en general, y el sector hortofrutícola, en particular.

A través de la aplicación realizada, se desprende que las cooperativas analizadas muestran un crecimiento medio anual en la productividad de 2,9% durante el período del estudio (aumentando de 0,9% en 1994/5 hasta 5,3% en 2001/02). Este crecimiento es causado por el crecimiento en el cambio tecnológico (1,6%) y en el cambio de eficiencia (1,3%). Se evidencia un impacto relevante de los variables medioambientales en la productividad, sobre todo a partir de 1997/98, alcanzando un impacto similar al de las variables comerciales.

De la segunda fase del análisis se puede deducir que estos resultados se deben, especialmente, a la intensificación del esfuerzo por implementar acciones medioambientales en las cooperativas hortofrutícolas. Dichas prácticas han sido condicionadas por la cualificación del trabajo, la mejora de la productividad laboral y la mayor intensidad de capital. También podemos considerar la existencia de un efecto *spillover* o de desbordamiento positivo en este proceso. Por su parte, las políticas de incentivos probablemente han tenido un papel importante en la orientación y el fomento de las primeras etapas de estas acciones medioambientales, pero el nivel estable y su baja proporción con relación al volumen de negocios pueden haber hecho decrecer su impacto en el desarrollo de las prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Otra implicación, que se puede deducir, es que los programas de incentivos para la adopción de acciones medioambientales pueden favorecer la productividad en el corto o medio plazo y, una vez que las cooperativas

perciben dicha mejora, muchas de ellas están dispuestas a realizar más inversiones en dichas acciones. De hecho, en algunas cooperativas los gastos en calidad medioambiental están superando la previsión general de los Programas Operativos (Galdeano, 2000).

En general, se constata como la mejora en la productividad puede constituir una motivación importante en el desarrollo de las acciones medioambientales en el sector. Los resultados también son indicativos de que las cooperativas están consiguiendo adaptar la actividad de los productores asociados para cumplir con los requerimientos medioambientales. El hecho de que la mayoría de los programas políticos vayan canalizados a través de las entidades cooperativas como organizaciones de productores (por ejemplo, las acciones incluidas en los Programas Operativos) representa un aspecto positivo de las directrices de la PAC. Como antes se mencionó, la posición intermedia en la comercialización y el contacto directo con los productores facilita la mejor difusión de la normativa, la aplicación más rápida de los controles y certificaciones y, sobre todo, que los mismos se desarrollen en el proceso de forma más global teniendo en cuenta, además, que la producción del sector hortofrutícola se basa en explotaciones familiares de pequeña escala.

Por último, como limitaciones de este trabajo podemos considerar que el análisis se ha centrado solamente en las acciones medioambientales y que se ha usado un único (aunque representativo) *output* no deseable. Un estudio a más largo plazo y la obtención de unos indicadores estandarizados del impacto medioambiental podría ser una forma adecuada de ampliar el análisis expuesto de las cooperativas hortofrutícolas, ayudando a orientar mejor a las políticas de incentivos.



**Anexos**

## ANEXO I. APÉNDICE METODOLÓGICO

### Consideraciones sobre la estimación paramétrico-estocástica de los índices de Malmquist

Un índice de Malmquist basado en la función de distancia del *output* es definido como el ratio entre dos funciones de distancia correspondientes a los vectores de *inputs* y *outputs* de la empresa *i* en los periodos *t* y *t+1*:

$$M_0^t(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = \frac{D_0^t(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})}{D_0^t(x^{i,t}, y^{i,t})}, \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T - 1 \quad (\text{A.1})$$

Ambas funciones de distancia en la ecuación (A.1) corresponden a la tecnología disponible en el período *t*.<sup>1</sup> De esta forma  $D_0^t(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$  puede ser menor, igual o mayor que 1.

Una vez definida la función de distancia respecto al *output* para el período *t+1*,  $D_0^{t+1}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$ , el índice de Malmquist puede expresarse como el producto de los dos ratios:

$$\begin{aligned} M_0^t(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) &= \frac{D_0^{t+1}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})}{D_0^t(x^{i,t}, y^{i,t})} * \frac{D_0^t(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})}{D_0^{t+1}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})} \\ &= \text{CEF}(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) * \text{CTE}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

donde  $\text{CEF}(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$  representa el cambio en la eficiencia (eficiencia técnica) y  $\text{CTE}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$  representa el cambio tecnológico, medidos con datos del período *t+1*. El cambio en la eficiencia es el ratio entre dos sucesivas funciones de distancia y mide la capacidad del productor de mejorar la eficiencia del período *t* al período *t+1*. CTE corresponde al cambio radial en el grupo de *outputs* (medido con datos del período *t+1*).

Siguiendo a Färe *et al.* (1997) una mayor descomposición del cambio tecnológico nos permite identificar otros dos componentes en el índice de Malmquist, como se indica en la siguiente ecuación:

<sup>1</sup> Otras definiciones del índice de Malmquist también suelen hacerse considerando la media geométrica de las funciones de distancia considerando las tecnologías disponibles en dos periodos, *t* y *t+1*.

$$\begin{aligned} \text{CTE} (x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) &= \frac{D_0^t (x^{i,t}, y^{i,t})}{D_0^{t+1} (x^{i,t}, y^{i,t})} \left[ \frac{D_0^t (x^{i,t+1}, y^{i,t+1})}{D_0^{t+1} (x^{i,t+1}, y^{i,t+1})} * \frac{D_0^{t+1} (x^{i,t}, y^{i,t})}{D_0^t (x^{i,t}, y^{i,t})} \right] \\ &= \text{CTE} (x^{i,t}, y^{i,t}) * B (x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

El primer componente, CTE  $(x^{i,t}, y^{i,t})$ , es un índice del cambio tecnológico con datos del período t. En otros términos, mide el cambio tecnológico sin cambios en los *inputs* y *outputs*. El segundo componente, B  $(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$ , es definido como un sesgo del índice, que mide el sesgo en el cambio tecnológico cuando se calcula con datos del período t o del período t+1.

Este sesgo del índice puede descomponerse en otros dos elementos:

$$\begin{aligned} B (x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) &= \left[ \frac{D_0^t (x^{i,t+1}, y^{i,t+1})}{D_0^{t+1} (x^{i,t+1}, y^{i,t+1})} * \frac{D_0^{t+1} (x^{i,t+1}, y^{i,t})}{D_0^t (x^{i,t+1}, y^{i,t})} \right] \\ &\times \left[ \frac{D_0^t (x^{i,t+1}, y^{i,t})}{D_0^{t+1} (x^{i,t+1}, y^{i,t})} * \frac{D_0^{t+1} (x^{i,t}, y^{i,t})}{D_0^t (x^{i,t}, y^{i,t})} \right] \\ &= [\text{OB} (y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1})] * [\text{IB} (x^{i,t}, y^{i,t}, y^{i,t+1})] \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

La primera expresión define el sesgo del índice de *outputs*, OB  $(y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$ . Esta medida compara el cambio en el grupo de *outputs* correspondiente a un cambio en las combinaciones de *outputs* del período t al período t+1. La segunda expresión define el sesgo del índice de *inputs*, IB  $(x^{i,t}, y^{i,t}, y^{i,t+1})$ . Esta medida compara los cambios en el grupo de *outputs* en los períodos t y t+1 correspondiente a cambios en el grupo de *inputs*.<sup>2</sup> Färe *et al.* (1997) establecen las condiciones bajo las cuales esos dos índices no tienen impacto sobre el cambio tecnológico.

A continuación, siguiendo a Fuentes *et al.* (2001) se muestran la estimación de los índices de Malmquist y su descomposición a partir de las funciones de distancia paramétricas (de la misma forma que se suele hacer con funciones de distancia no paramétricas). Estas funciones de distancia estocásticas son adecuadas para actividades *multi-output/multi-input*, como muestran los citados autores.

<sup>2</sup> Para un mayor detalle sobre el significado del sesgo en el cambio tecnológico usando funciones de distancia, puede verse Färe *et al.* (1997) y Grifell-Tatjé y Lovell (1997) quienes dan una interpretación del índice de sesgo (A.4) en términos de mejora de gestión.

En las expresiones (A.3) y (A.4), el cambio tecnológico con datos del período  $t+1$  aparece como el producto de tres índices: cambio tecnológico con datos del período  $t$ , índice de sesgo de los *outputs* e índice de sesgo de los *inputs*. Usando los parámetros de la ecuación (3), función de distancia translogarítmica (expuesta en el apartado 5 de Metodología), el cambio tecnológico con datos del período  $t$  es estimado como sigue:

$$\begin{aligned} \text{CTE}(x^{i,t}, y^{i,t}) &= \exp [\ln D_0^t(x^{i,t}, y^{i,t}) - \ln D_0^{t+1}(x^{i,t}, y^{i,t})] \\ &= \exp [\ln \text{TL}(x^{i,t}, y^{i,t}, t; \theta) - \ln \text{TL}(x^{i,t}, y^{i,t}, t+1; \theta)] \end{aligned}$$

donde  $\theta$  es un vector parámetros estimados  $[\alpha, \beta, \delta, \gamma, \eta, \mu]$ . Dado que en ambos términos de las funciones de distancia los *inputs* y *outputs* se refieren al mismo período, considerando además el término asociado a la variable de tendencia, se obtiene la siguiente expresión (véase para un mayor detalle Fuentes *et al.*, 1998):

$$\text{CTE}(x^{i,t}, y^{i,t}) = \{-[\gamma_1 + \gamma_2(t + 1/2)] + \sum_m \mu_m \ln y_m^{i,t} + \sum_k \eta_k \ln x_k^{i,t}\} \quad (\text{A.5})$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se pueden derivar los índices de sesgo relacionados con los *outputs* e *inputs* como sigue:

$$\text{OB}(y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = \exp [\sum_m \mu_m (\ln y_m^{i,t+1} - \ln y_m^{i,t})]; \quad (\text{A.6})$$

$$\text{IB}(x^{i,t}, y^{i,t}, y^{i,t+1}) = \exp [\sum_k \eta_k (\ln x_k^{i,t+1} - \ln x_k^{i,t})] \quad (\text{A.7})$$

Por extensión, el índice de sesgo en el cambio tecnológico, se obtiene como el producto de las expresiones (A.6) y (A.7). Del mismo modo, el índice de cambio tecnológico con datos del período  $t+1$ ,  $\text{CTE}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1})$ , se obtiene mediante el producto de las expresiones (A.5), (A.6) y (A.7). Así, combinando las funciones de distancia de dos períodos sucesivos, obtendremos el índice de cambio tecnológico expuesto en la ecuación (8) del apartado de Metodología:

$$\begin{aligned} &\text{CTE}(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) \\ &= \exp \{ \sum_m \mu_m (\ln y_m^{i,t+1} - 2 \ln y_m^{i,t}) + \sum_k \eta_k (\ln x_k^{i,t+1} - 2 \ln x_k^{i,t}) - [\gamma_1 + \gamma_2(t + 1/2)] \} \quad (\text{A.8}) \end{aligned}$$

Finalmente, el índice de cambio de eficiencia como también como ratio de dos funciones de distancia sucesivas se obtiene como:

$$\text{CEF}(x^{i,t}, y^{i,t}, x^{i,t+1}, y^{i,t+1}) = \exp [\text{TL}(x^{i,t+1}, y^{i,t+1}, t+1; \theta) - \text{TL}(x^{i,t}, y^{i,t}, t; \theta)] \quad (\text{A.9})$$

donde incorporando el factor de normalización, que se describe a continuación, obtendríamos la ecuación (9) utilizada para la realización de las estimaciones.

Además de la descripción realizada, el método econométrico requiere el tratamiento adecuado de la función de distancia translogarítmica y de los componentes estocásticos. Así, siguiendo el método de Battese y Coelli (1988), entre otros aspectos, se debe considerar un factor de normalización en las funciones de distancia. Para ello, partiendo de que la homogeneidad en *outputs* implica (Shephard, 1970):

$$D_0^t(x^{it}, \omega y^{it}) = \omega D_0^t(x^{it}, y^{it}), \text{ para cualquier } \omega > 0$$

Siguiendo a Lovell *et al.* (1994) y Fuentes *et al.* (2001), se puede escoger uno de los *outputs* de forma arbitraria, por ejemplo  $y_M^{it}$ . Considerando que  $\omega^{it} = 1/y_M^{it}$  expresamos las funciones de distancia como:

$$D_0^t(x^{it}, y^{it}/y_M^{it}) = D_0^t(x^{it}, y^{it}) / y_M^{it}$$

Mediante la transformación logarítmica y reordenando los términos, la función de distancia se expresa como sigue, con el *output* seleccionado para normalización como variable dependiente:

$$-\ln y_M^{it} = \ln TL(x^{it}, y^{it}/y_M^{it}, t; \theta) - \ln D_0^t(x^{it}, y^{it})$$

donde designando  $u^{it} = -\ln D_0^t(x^{it}, y^{it})$  y añadiendo un término estocástico, se puede obtener una representación común de una frontera paramétrica-estocástica (Aigner *et al.*, 1977; Fuentes *et al.*, 2001):

$$-\ln y_M^{it} = \ln TL(x^{it}, y^{it}/y_M^{it}, t; \theta) + \varepsilon^{it}, \quad \varepsilon^{it} = v^{it} + u^{it} \quad (\text{A.10})$$

la que corresponde a la ecuación (6) descrita en el apartado de Metodología, donde  $\varepsilon^{it}$  es el error compuesto;  $v^{it}$  es el término de error aleatorio, distribuido independientemente e idénticamente como  $N(0, \sigma_v^2)$ ;  $u^{it}$  explica la ineficiencia en la producción y se asume que es un término aleatorio no negativo truncado en 0, distribuido independientemente e idénticamente como  $N(\phi, \sigma_u^2)$ . Ambos términos se distribuyen independientemente ( $\sigma_{uv} = 0$ ).

Los parámetros de la función de distancia translogarítmica (A.10) son estimados simultáneamente con otros tres parámetros,  $\sigma^2$ ,  $\psi$  y  $\phi$ , usando el método de máxima verosimilitud (Coelli, 1994).

Dada la naturaleza estocástica de la frontera de producción  $[TL + v^{it}]$ , el valor pronosticado de la función de distancia de *output* para la empresa  $i$  en el tiempo  $t$  puede estimarse como una expectativa condicional (Battese y Coelli, 1995) que se expresa como:



$$D_0^t(x^{it}, y^{it}) = E[\exp(-u^{it}) | \varepsilon^{it}]$$

$$= \frac{1 - \Phi(\sigma_A - z^{it} / \sigma_A)}{1 - \Phi(z^{it} / \sigma_A)} \exp[z^{it} + \sigma_A^2 / 2] \quad (\text{A.11})$$

donde  $z^{it} = (1 - \psi)\phi + \psi \varepsilon^{it}$ ,  $\sigma_A = [\psi(1 - \psi) \sigma^2]^{1/2}$ ,  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ,  $\psi = \sigma_u^2 / \sigma^2$  y  $\Phi(\cdot)$  representa la función de distribución normal de una variable aleatoria estándar.<sup>3</sup>

Para llevar a cabo la estimación y descomposición de los índices de Malmquist, se procede del mismo modo que el caso determinista. De una parte, el cambio en la eficiencia corresponde al ratio de dos funciones de distancia sucesivas y, de otra parte, el cambio tecnológico y sus componentes son calculados usando los parámetros estimados, como se ha descrito a través de las ecuaciones (A.5), (A.6) y (A.7). La única diferencia con el método determinista es que en este caso no se puede estimar alternativamente el índice de Malmquist usando directamente el ratio descrito en la ecuación (A.1) [ $D_0^t(x^{it+1}, y^{it+1}) / D_0^t(x^{it}, y^{it})$ ]. Ello se debe a que con fronteras estocásticas no es posible estimar la expectativa condicional (A.11) combinando la tecnología y datos de dos períodos diferentes. Dicho problema también se presenta en la descomposición del cambio tecnológico. En este caso, todos los ratios utilizan los datos de un mismo período (numerador y denominador) pero diferentes tecnologías, como también se ha descrito a través de las expresiones (A.5), (A.6) y (A.7), obteniendo dichos ratios (como en el caso determinista) a partir de los parámetros estimados (Fuentes *et al.*, 2001).

## Comparación entre la estimación determinista y estocástica de la frontera de producción con inclusión de un *input* medioambiental

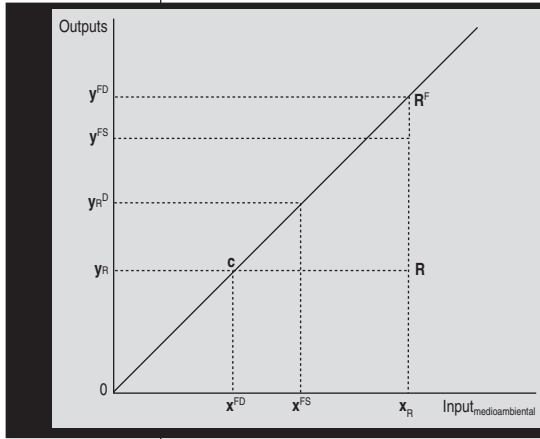
En general, la estimación econométrica de los índices de Malmquist tiene diversas ventajas. Además de permitir un apropiado tratamiento de las medidas de error y de la aleatoriedad, se pueden contrastar diversas hipótesis estadísticas: la significación de los parámetros, la separabilidad entre *outputs* e *inputs* o la obtención de diferentes elasticidades.

<sup>3</sup> La expresión (A.11) de la expectativa condicional es una modificación de la propuesta por Jondrow *et al.* (1982) y Battese y Coelli (1988) introducida por Coelli (1994). Aquí utilizamos la expresión descrita por Fuentes *et al.* (2001).

Autores como Reinhard *et al.* (1999), además, muestran la superioridad de la estimación estocástica en un análisis con variables medioambientales. A través de una ilustración (Gráfico A.1.1.) describen el papel del término aleatorio,  $v^{i,t}$ , en la estimación de la eficiencia medioambiental.

GRÁFICO A.1.1

Frontera de producción estocásticas y deterministas con *input* medioambiental



Fuente: *et al.* (2001)

Bajo el supuesto de un término aleatorio negativo ( $-v$ ), en esta figura se muestra a una empresa que usa un *input* medioambiental  $x_R$ , obteniendo un *output*  $y_R$ , el que tiene un correspondiente *output* en la frontera estocástica  $y^{FS}$ , que a su vez es menor que el valor correspondiente en la frontera determinista  $y^{FD}$ ,

debido a que la actividad productiva es asociada a condiciones desfavorables (que vendrían recogidas por el error aleatorio). El *output* en la frontera estocástica,  $y^{FS}$ , es igual a  $y^{FD} \cdot \exp[v]$  y el *output* corregido por esas condiciones no favorables,  $y_R^D$ , es el resultado de  $y_R = y_R^D \cdot \exp[v]$ . Con estas condiciones, el mínimo *input* medioambiental usado (con otros *inputs* ordinarios) para la obtención del *output*  $y_R^D$  se corresponde con  $x^{FS}$ . Dicho valor es mayor que la cantidad de *input* medioambiental usado en el caso determinista  $x^{FD}$ , debido a que bajo condiciones “normales” el *output* sería mayor.

Todo ello, vendría a indicar que la medida estocástica de la eficiencia medioambiental es preferida a la versión determinista porque, en la primera, la empresa es comparada con una empresa eficiente que se enfrenta a unas condiciones estocásticas idénticas. En la segunda versión, la empresa es comparada con una empresa eficiente sin ningún tipo de aleatoriedad. Por tanto, una empresa con condiciones ambientales desfavorables (un  $v$  negativo) tendrá una frontera productiva (ordinaria y medioambiental) mayor que en el caso determinista (Reinhard *et al.*,

1999). El mismo supuesto, en sentido inverso, se puede hacer para el caso de un término aleatorio positivo (+v).

Debemos añadir que las comparaciones entre las estimaciones de productividad deterministas (no paramétricas) y econométricas (paramétrico-estocásticas) suelen ser complejas. En especial, cuando se incorporan más *outputs* e *inputs* (como es el caso de las variables medioambientales) la estimación determinista suele ofrecer índices de productividad y eficiencia más elevados (véase por ejemplo el trabajo de Kumar y Gupta, 2005), haciendo aún más compleja la realización de análisis comparativos basados en contrastes de hipótesis complementarias (por ejemplo, la relación con otras variables económicas, como se ha hecho en la presente aplicación).

## ANEXO II. IMPACTO ECONÓMICO DE LAS ACCIONES MEDIOAMBIENTALES EN LA COMPETITIVIDAD: OTROS ENFOQUES

En este apartado complementario vamos a mostrar otros enfoques sobre el análisis de las acciones medioambientales. Fundamentalmente, se resumirán algunos de los estudios desarrollados en los trabajos de Galdeano (2002), Galdeano y Céspedes (2004), que toman como referencia dichas acciones en el sector de las cooperativas hortofrutícolas andaluzas para el período 1997-2000.

En estos trabajos se consideran diversas variables de competitividad empresarial como la eficiencia, la rentabilidad o la cuota de mercado. Se muestra, en primer lugar, un análisis de la función de producción de Cobb-Douglas, incluyendo las acciones medioambientales como parte del *input* productivo, para determinar la incidencia sobre el valor añadido empresarial. En segundo lugar, se resume un análisis basado en la estimación de ecuaciones simultáneas, partiendo del efecto diferenciador de las inversiones en acciones medioambientales y teniendo en cuenta posibles problemas de endogeneidad entre los indicadores de competitividad.

### Consideraciones metodológicas

El carácter voluntario de la política agroambiental en el ámbito de la PAC<sup>4</sup> y la heterogeneidad de acciones y tipos de prácticas (sistemas de normalización, de certificación, etc.) hacen que cada empresa actúe muchas veces en función de las exigencias particulares de los clientes, especialmente las marcadas por las grandes cadenas de distribución.

Dada esta situación en un sector como las frutas y hortalizas frescas, donde el valor añadido es mínimo (si se compara por ejemplo con los productos transformados), partimos para nuestro análisis de dos consideraciones:

<sup>4</sup> En los países con tradición en políticas agrarias proteccionistas e intervencionistas, como es el caso de buena parte de los países desarrollados, el objetivo de integración entre política agraria y la política ambiental hace que el conjunto de instrumentos económicos se pueda clasificar en dos tipos generales: "incentivos económicos sobre acciones voluntarias" (*incentive schemes*) y "ayudas condicionadas" (*cross-compliance*). Así, tenemos que en Estados Unidos, la política de conservación se ha desarrollado mediante el sistema de ayudas condicionadas con compensaciones calculadas a través de subastas en las que los agricultores ofertan la ejecución de sus planes de conservación y la administración adjudica las ayudas a los más eficientes. Mientras que en la Unión Europea se ha elegido la otra vía, basada en acciones voluntarias (Sumpsi *et al.*, 1997).

- (a) Las acciones relacionadas con el medio ambiente representan actualmente los factores esenciales de los planteamientos de innovación en la actividad productiva y comercial, conectadas especialmente en las entidades cooperativas.
- (b) Los agregados al producto, resultantes de dichas acciones, son utilizados cada vez más como elementos diferenciadores en el mercado por parte de las empresas que las aplican (al margen de los programas de incentivos existentes).

En las últimas décadas numerosos trabajos de investigación se centran también en el análisis de las políticas ambientales<sup>5</sup>, pero prácticamente de forma exclusiva en sectores industriales, donde las inversiones van destinadas al cumplimiento de la regulación medioambiental de carácter obligatoria. Por tanto, dichos estudios se centran en el impacto de dicha regulación (orientada especialmente a la reducción de efectos contaminantes) sobre la eficiencia o el crecimiento empresarial, utilizando como base indicadores de tipo macroeconómico.

En el contexto de las políticas agroalimentarias, Henson y Caswell (1999), trasladan las conclusiones de los estudios anteriores, sobre los incentivos privados de las empresas, al ámbito de la regulación sobre la seguridad alimentaria; pero la flexibilidad o voluntariedad en el cumplimiento de la misma nos conduce a que las mejoras en la actividad de las empresas (rentabilidad o cuota de mercado) son los principales incentivos para las empresas. Holleran *et. al* (1999), revisan las motivaciones internas (mejora en la eficiencia) y los incentivos externos (poder de mercado, costes de transacción y exigencias de los consumidores) en la decisión de las empresas para adoptar un sistema de certificación de la calidad medioambiental<sup>6</sup>.

En los siguientes trabajos, se pretende mostrar un estudio amplio sobre el impacto de las acciones medioambientales en las cooperativas hortofrutícolas andaluzas. De este modo, en la primera parte del análisis,

<sup>5</sup> Entre los más relevantes desde los años noventa tenemos a Porter (1991), Meyer (1992), Gray y Shadbegian (1993), Van Der Linde (1993), Porter y Van Der Linde (1995), Jaffe *et al.* (1995) y Xepapadeas y Zeeuw (1999). En dichos trabajos destacan fundamentalmente los argumentos a favor o en contra de la conocida "hipótesis de Porter", la que sostiene que las empresas que operan en sectores afectados por los problemas de degradación del medio ambiente, se ven obligadas a reconsiderar sus procesos de producción, lo que facilita la detección de ineficiencias e impulsa la innovación hacia tecnologías y métodos de producción más eficientes.

<sup>6</sup> Otros estudios, sobre costes y beneficios de los sistemas de calidad medioambiental, los encontramos en Bredahl *et. al* (1997), Holleran y Bredahl (1997), Machimada (1994) o Seddon *et. al* (1993), en los que se relaciona también la motivación de las empresas en función de su tamaño (existe mayor incentivo para las empresas de tamaño más grande).

nos centraremos básicamente en los incentivos internos en términos de aportación al valor añadido, como indicador también de eficiencia empresarial. Debido a la escasez de estudios empíricos en este sector y dadas las características específicas de entidades cooperativas de frutas y hortalizas frescas (sobre todo por la conexión entre la actividad productiva y comercial), optamos aquí por un estudio a nivel microeconómico, considerando a las inversiones en acciones medioambientales como componentes explicativas de la función producción.

Una referencia a este tipo de análisis lo encontramos en el trabajo de Garcés y Galve (2001), centrado en el impacto del capital medioambiental en la productividad de la industria española, aunque en el contexto de normativas restrictivas para los efectos contaminantes. En el sector agrario tenemos también trabajos como los de Hitchens *et al.* (2000) o el de Garcés y Pérez (2000), centrados en la industria agroalimentaria europea y española, respectivamente, también en la misma línea del anterior. La inexistencia, por tanto, de trabajos relativos a productos agrarios de consumo en fresco y con las orientaciones de política de incentivos descrita, nos lleva a plantear un modelo de análisis más específico, tomando como referencia estudios empíricos relativos a valorar los efectos de los procesos de innovación o de determinadas inversiones (medidas como *stock* de capital tecnológico) sobre el valor añadido empresarial (dicho método de análisis ha sido aplicado en los trabajos de Llorca, 2000; Bottasso y Sembenelli 2001; Griliches 1994; o Hall y Mairesse, 1995, entre otros).

En un segundo análisis, el objetivo es determinar como se relacionan los factores mencionados con otras variables de competitividad como la cuota de mercado y la rentabilidad. Este tipo de relaciones se sustenta en las ideas derivadas de la hipótesis denominada como SCP (*structure-conduct-performance*) que tienen su origen en la “Escuela de Chicago”. Buena parte de los análisis realizados en esta línea indican como la cuota de mercado es el principal determinante de la rentabilidad empresarial (o márgenes precio-coste), lo que sustenta la llamada “hipótesis de eficiencia”; así, aunque tradicionalmente se relaciona con las anteriores el nivel de concentración empresarial<sup>7</sup>, los resultados muestran como son las empresas con más participación en el mercado las que se favorecen de dicha concentración y no tanto las de menor cuota, de forma que su incidencia en los márgenes de rentabilidad depende a su vez de la estructura de la industria o sector (Demsetz, 1973; Gale y Branch, 1982, entre otros).

<sup>7</sup>

El estudio de Clarke *et al.* (1984), entre otros, determina como los márgenes precio-coste aumentan con un mayor nivel de concentración en la industria.

De otro lado, tenemos que algunos resultados muestran la importancia de las ventajas de la diferenciación del producto en la determinación de la rentabilidad, “hipótesis del poder de mercado”, pero a su vez determinan también los efectos positivos de esta diferenciación en la cuota de mercado con diversos contextos de concentración empresarial (Clarke *et al.*, 1984; Martin, 1993). Respecto al sector agroalimentario, diversos estudios (Pagoulatos y Sorensen, 1981, Zellner, 1989, o Cotterill y Clement, 1993, entre otros) igualmente asocian positivamente la rentabilidad y la cuota de mercado. Otros análisis en el ámbito agroalimentario, además, establecen la relación de las variables anteriores con las estrategias de diferenciación del producto, mostrando la relevancia que pueden tener también estas últimas, aunque se obtienen diversos resultados en función del nivel de concentración empresarial (Vlachvei y Oustapassidis, 1998, Oustapassidis *et al.*, 2000). En general, las evidencias empíricas apuntan a una complementariedad (eficiencia y poder de mercado) entre los citados factores de competitividad, aunque el grado de dependencia puede variar en función de la estructura de la industria.

Desde el punto de vista analítico, los trabajos de referencia más recientes parten de la existencia de endogeneidad entre las variables de competitividad (que conduce a la estimación de ecuaciones simultáneas). Esta consideración la hacemos en este trabajo, pero la novedad estriba en tomar como factor de diferenciación las inversiones o gastos en calidad medioambiental (frente a los tradicionales gastos en publicidad), dadas las características de la producción y comercialización de las frutas y hortalizas para consumo en fresco (escaso valor añadido, producto homogéneo y reducidos gastos en publicidad).

Por último, hay que indicar que la incidencia positiva de las inversiones en prácticas medioambientales sobre indicadores rentabilidad ha sido analizada en trabajos previos del sector (Galdeano, 2000, ó Galdeano y Céspedes, 2001). En dichos estudios, se ha determinado también que estos efectos positivos, en muchos casos, pueden no ser suficiente (hasta el momento) para compensar los gastos que representan dichas inversiones (sobre todo, con relación al valor añadido)<sup>8</sup>. Por tanto, hay

<sup>8</sup> En general, los estudios citados muestran que los precios de venta no se han incrementado de manera importante con relación a períodos anteriores. Esta circunstancia también puede ser tratada, también desde el punto de vista de la asimetría e imperfección en la información de las características de los componentes de calidad medioambiental al producto (Viscusi, 1979, De y Nabar, 1991, Leland, 1979, Golan *et al.* 2000, entre otros) como extensión del presente estudio. En cualquier caso, aquí vamos a tener presente como se destina actualmente cada vez más capital empresarial a dichos componentes y que ello supone un cambio en los métodos (que podemos considerar más tradicionales del sector) de producción y comercialización de las entidades analizadas.

que tener presente la posible existencia de otros incentivos adicionales (incentivos externos) para dichas prácticas, como pueda ser la ganancia de cuota de mercado (o al menos su mantenimiento, dadas las exigencias de la actual demanda) o, el mantenimiento de la posición competitiva, en términos generales, de estas empresas hortofrutícolas en el sistema agroalimentario.

## **Análisis del impacto de las acciones de calidad medioambiental sobre el valor añadido**

### *Especificación del modelo y variables*

El análisis económico de la innovación o *stock de capital tecnológico* (normalmente representado por acciones de investigación y desarrollo, I+D) ha tenido en las últimas décadas una orientación eminentemente aplicada a numerosos sectores empresariales<sup>9</sup>. El tratamiento de las inversiones medioambientales en diversos estudios de sectores industriales ha sido su consideración como parte de este capital tecnológico, por los efectos innovadores en tecnologías y métodos de producción que pueden ser más eficientes (Porter y Van Der Linde, 1995, Xeppadeas y Zeeuw, 1999, entre otros). A nivel microeconómico, Palmer *et al.* (1995) o Gray y Shadbegian (1993) hacen este mismo tratamiento, indicando la correlación positiva con otras inversiones de la empresa destinadas a incrementar la productividad.

En nuestro estudio del sector hortofrutícola consideramos, como ya se indicó anteriormente, que actualmente en el proceso de innovación hacia nuevas tecnologías y métodos de producción, tienen un papel relevante las inversiones en calidad medioambiental (que vamos a designar por CM). Para estimar la incidencia de los gastos o inversiones en CM sobre el valor añadido (*output*)<sup>10</sup>, proponemos un análisis de regresión multivariante partiendo de la función tradicional de Cobb-Douglas ampliada con una medida de stock de capital tecnológico (siguiendo, entre otros, la formulación de Griliches y Mairesse, 1984) como un *input* del proceso productivo. Ésto es:

<sup>9</sup> Entre algunos de los trabajos más relevantes tenemos los de Griliches (1984, 1986, 1994), Mansfield (1965), Schmookler (1966), Griliches y Lichtenberg (1984), Hall y Mairesse (1995), Jorgenson y Griliches (1967).

<sup>10</sup> Utilizamos como variable explicada el valor añadido (como mejor indicador de las cualidades incorporadas al producto final) siguiendo análisis como el de Seddon *et al.* (1993).



$$VA_{it} = Ae^{\lambda t} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} R_{it}^{\delta} e^{e_{it}} \quad (A.12)$$

donde  $VA_{it}$  es el valor añadido de la empresa “i” en el período “t”,  $A$  es una constante,  $\lambda$  mide el ratio de cambio tecnológico,  $K_{it}$  y  $R_{it}$  son respectivamente el capital físico y tecnológico de la empresa “i” en el período “t”,  $L_{it}$  es el factor trabajo,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$ , y son las elasticidades correspondientes a los tres *inputs* definidos y  $e_{it}$  es el término de error.

Los estudios de referencia, indican que los efectos sobre el *output* puede ser más adecuado analizarlos mediante ratios de crecimiento (especialmente con la incorporación de una variable de capital tecnológico). De este modo, la ecuación (A.12) podemos reescribirla tomando las diferencias logarítmicas de las variables:

$$\Delta \ln VA_{it} = \lambda + \alpha \Delta \ln K_{it} + \beta \Delta \ln L_{it} + \delta \Delta \ln R_{it} + \Delta e_{it} \quad (A.13)$$

El capital tecnológico normalmente es calculado a partir de una suma ponderada de datos históricos (deflactados) de inversiones en I+D. Pero, cuando el período temporal de los datos es corto (como en este caso), no es posible construir una variable apropiada que refleje el capital tecnológico. No obstante, siguiendo trabajos como los de Llorca (2000) podemos utilizar como *proxy* una medida que nos indique la intensificación de capital tecnológico<sup>11</sup>, la que (basada aquí en CM) va a ser el ratio de inversiones y gastos relativos a calidad medioambiental sobre el volumen de ventas de la empresa,  $CM/V$ .<sup>12</sup>

Siguiendo este procedimiento y sustituyendo la expresión  $CM/V$  por  $cm$ , la ecuación (A.13) es reformulada de la forma siguiente:

$$\Delta \ln VA_{it} = \lambda + \alpha \Delta \ln K_{it} + \beta \Delta \ln L_{it} + \rho \ln cm_{it} + \Delta e_{it} \quad (A.14)$$

<sup>11</sup> El citado autor (analizando series de datos cortas) utiliza una variable *proxy* basada en los gastos de la empresa en procesos de innovación sobre el valor añadido ( $ID/VA$ ). De forma simplificada, para ello se parte de la elasticidad del capital tecnológico con respecto al valor añadido ( $\delta = \delta VA/\delta R \cdot R/VA$ ) y considerando que el ratio de crecimiento de la productividad depende de la intensidad de las inversiones citadas ( $ID/VA$ ), se puede deducir que:

$$\delta \Delta r = (\delta VA/\delta R \cdot R/VA) (\Delta R/R) = (\delta VA/\delta R \cdot \Delta R/VA) = \rho \Delta R/VA \equiv \rho ID/VA$$

donde se asume además que no hay depreciación en las inversiones de  $ID$  ( $\Delta R = ID - \eta R$ ;  $\eta = 0$ ) con un margen temporal reducido. Situación que en nuestro análisis, puede ser más apropiado si tenemos en cuenta que buena parte de los gastos en  $CM$  no se corresponden con activos fijos amortizables, si no que se trata de gastos corrientes (adopción de nuevos métodos y sistemas en la actividad, contratación de personal especializado, etc.).

<sup>12</sup> Utilizamos el ratio sobre ventas, para evitar la posible endogeneidad de esta variable, que se puede producir al emplear directamente la posible intensificación sobre el  $VA$ .

Adicionalmente, para tener en cuenta todo el capital tecnológico (puesto que se trata de un sector basado en la agricultura intensiva) vamos a considerar otras innovaciones tecnológicas (que designaremos por  $oid$ , medido igualmente como ratio sobre ventas) no relacionadas directamente con los anteriores y que, en gran medida, se incluyen también en los PO. Con ello la ecuación (A.14) quedará como sigue:

$$\Delta va_{it} = \lambda + \alpha \Delta k_{it} + \beta \Delta l_{it} + \rho cm_{it} + \rho' oid_{it} + \Delta e_{it} \quad (A.15)^{13}$$

Otra cuestión que debemos tener en cuenta es sobre la asunción (o no) de economías constantes de escala en la función de Cobb-Douglas. Si partimos de la existencia de las mismas, implica que las elasticidades del capital y del trabajo suman uno ( $\alpha + \beta = 1$ )<sup>14</sup>. Introduciendo esta consideración en la regresión, la ecuación a estimar se expresa ahora en términos de productividad del trabajo y toma la forma:

$$(\Delta va_{it} - \Delta l_{it}) = \lambda + \alpha (\Delta k_{it} - \Delta l_{it}) + \gamma \Delta l_{it} + \rho cm_{it} + \rho' oid_{it} + \Delta e_{it} \quad (A.16)$$

(donde  $\gamma = \alpha + \beta - 1$ )

Simplificando las anotaciones del indicador anual de crecimiento del valor-añadido-trabajo ( $\Delta va_{it} - \Delta l_{it}$  por  $\Delta val_{it}$ ) y el ratio de incremento anual de capital-trabajo ( $\Delta k_{it} - \Delta l_{it}$  por  $\Delta kl_{it}$ ], obtenemos:

$$\Delta val_{it} = \lambda + \alpha \Delta kl_{it} + \gamma \Delta l_{it} + \rho cm_{it} + \rho' oid_{it} + \Delta e_{it} \quad (A.17)$$

De acuerdo con lo expuesto, la variable dependiente de la ecuación (A.12) es el VA contable (cifra de negocios + otros ingresos de la explotación –aprovechamientos– otros gastos de la explotación). La variable de capital, K, se obtiene a partir de los fondos propios de la empresa corregido de inflación (con el deflactor de inversión privada calculado a partir de los datos del Banco de España). El factor trabajo L es calculado mediante el número de horas totales trabajadas en el año<sup>15</sup>.

En el Cuadro A.2.1 se reflejan los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas, en datos incrementales (1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000),

<sup>13</sup> Esta desagregación de R implica que partimos de una función de Cobb-Douglas (A.12) del tipo  $VA_{it} = Ae^{\lambda t} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} R_{it}^{\delta} CM_{it}^{\rho} R'_{it} \rho'_{it} e^{\epsilon_{it}}$

<sup>14</sup> Cuando se definen los rendimientos constantes de escala, hay controversia sobre la inclusión en la función de producción de los parámetros relativos al capital tecnológico. Siguiendo a Griliches y Lichtenberg (1984) hemos decidido no incluirlos con objeto de evitar una doble contabilización con los *inputs* del factor trabajo y de capital físico.

<sup>15</sup> Se ha optado por esta medida (en vez del número total de trabajadores) debido a la estacionalidad del sector.

excepto para cm y oid, para los que se toma la media de los dos años en cada dato temporal.

**CUADRO A.2.1 Estadísticos descriptivos de las variables**

Variables	Media	Desviación típica	Observaciones
$\Delta val$	0.092	0.047	153
$\Delta l$	0.086	0.051	"
$\Delta kl$	0.102	0.035	"
cm	0.068	0.019	"
oid	0.027	0.014	"

### Estimación y resultados

Inicialmente, hemos de indicar que debido a la reducida dimensión del panel de datos, no se ha hecho ninguna estimación de  $\lambda$ , que representa un ratio de cambio tecnológico que normalmente es desconocido (efecto no observable) y es un indicador del incremento de productividad del sector o de la empresa de forma individual<sup>16</sup>. No obstante, al trabajar con datos en diferencias los efectos individuales se trasladan a los incrementos de las variables explicativas. De esta forma, pese a no ser estrictamente correcto<sup>17</sup>, vamos a considerar este efecto constante a lo largo del tiempo y similar para todas las entidades de la muestra (teniendo en cuenta también la homogeneidad de las mismas). Dicho supuesto ha sido aceptado también en trabajos de referencia (como Bottasso y Sembenelli, 2001 o López y Sanaú, 1999, entre otros) cuando el objetivo es obtener datos promedios, como en este caso.

Previamente a la estimación se ha contrastado la exogeneidad de las variables explicativas mediante el test de Hausman-Wu<sup>18</sup>. El Cuadro A.2.2

<sup>16</sup> Este factor (normalmente difícil de valorar) se compone de un componente específico para cada empresa ( $\lambda_i$ ) que se considera normalmente invariante en el tiempo (efectos fijos), un componente común para todo el sector ( $\lambda_{st}$ ) en un período dado, y un componente aleatorio ( $e_{it}$ ). El componente específico de la empresa,  $\lambda_i$ , puede venir reflejado por los incrementos de las otras variables de la función (el utilizar datos en diferencias puede reducir la posible correlación con las variables explicativas), y el componente  $\lambda_{st}$  se trata de estimar, pero especialmente cuando se trabaja con datos de empresas de distintas industrias, no siendo este nuestro caso.

<sup>17</sup> Generalmente, el problema se deriva de la correlación que tienen estos efectos específicos por empresa con las variables explicativas (efectos fijos), especialmente cuando no se toman incrementos, y con el término de error (efectos aleatorios). La posibilidad de efectos aleatorios nos llevaría a estimar el modelo a través de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG). Sin embargo, cuando el espacio temporal es reducido, la estimación de MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios) con datos incrementales y MCG puede dar lugar a resultados muy distintos, siendo más fiable la primera estimación (Novales, 1996).

<sup>18</sup> Para tal fin hemos utilizado como instrumentos todas las variables retardadas un período y adicionalmente como instrumento un ratio de crecimiento dentro del sector; a través de la cifra de ventas.

muestra los resultados de dicho contraste, a través de los que se observa que no existe el problema de endogeneidad para el vector de variables explicativas.

**CUADRO A.2.2** Resultados del test de Hausman-Wu  
(variables ecuación A.17)

$H_0$	Test estadístico	Grados de libertad	$\chi^2_{0,05}$
Exogeneidad de las variables explicativas	5,33	4	9,49

Para la estimación consideramos la asunción o no de economías de escala, ya que los resultados pueden ser diferentes<sup>19</sup>. Por tanto, estimaremos 2 ecuaciones: A.17(a) sin asumir economías de escala, y A.17(b) asumiendo economías de escala. Los resultados de la regresión, mediante mínimos cuadrados ordinarios<sup>20</sup> con corrección de heteroscedasticidad, se muestran en el Cuadro A.2.3.

Adicionalmente, teniendo en cuenta la evolución en las acciones medioambientales, hemos introducido dos variables *dummy* temporales  $d_{98-99}$  y  $d_{99-00}$  (se ha omitido la correspondiente al período 97-98).

**CUADRO A.2.3.** Resultados de la estimación

Variabes	Ecuación: A.17(a)	Ecuación: A.17(b)
$\Delta l$	-0,25 (-2,17)**	--
$\Delta kl$	0,34 (3,89)***	0,41 (2,90)***
cm	0,21 (2,48)**	0,13 (2,29)**
oid	0,12 (1,93)**	0,09 (1,84)*
$d_{98-99}$	0,07 (1,82)*	-0,03 (-0,86)
$d_{99-00}$	0,10 (1,97)**	0,06 (0,92)
R <sup>2</sup> (ajustado)	0,71	0,39
F	41,34	29,18

Estadístico t-Student entre paréntesis. \*\*\* Significativo al 1%,  
\*\* significativo al 5%,  
\* significativo al 10%.

Los resultados obtenidos muestran importantes diferencias entre las dos estimaciones. Cuando se impone la restricción de economías de escala se obtiene un peor ajuste en base al R<sup>2</sup> y al estadístico F (además

<sup>19</sup> Normalmente, los estudios empíricos muestran como el coeficiente del  $\Delta kl$  puede aumentar en relación a los coeficientes de las variables de cm y oid.

<sup>20</sup> La regresión mediante MCO implica que asumimos coeficientes constantes de los distintos factores en el tiempo, como se indicó anteriormente, y el tratamiento es el un *pull* de datos.

se obtiene un ligero incremento del coeficiente de  $\Delta kl$ , en detrimento de las variables de stock de capital tecnológico). Este resultado nos lleva rechazar la existencia de economías constantes de escala y a retener los resultados del modelo sin restringir, A.17(a).

El parámetro estimado para  $\Delta kl$  es significativo y acorde a resultados de otros análisis empíricos<sup>21</sup>. El coeficiente de la variable  $cm$  (0,21) también resulta significativo respecto al valor añadido (en este caso, el ratio anual de incremento del valor-añadido-trabajo), que quizás contraste con otros análisis en la industria española, donde el resultado es positivo pero no llega a ser significativo (por ejemplo, Garcés y Galve, 2000); pero, que se puede explicar por la importancia de esta variable en los valores agregados del producto agrario, y en este caso más aún al tratarse de consumo en fresco. Del mismo modo es significativa la variable de  $oid$ , por lo que se podría hablar de cierta complementariedad de los efectos de las inversiones en el valor añadido. Por su parte, el ratio anual de incremento del factor trabajo es significativo, pero tiene un impacto negativo sobre  $\Delta val$ . Las variables ficticias resultan significativas, especialmente  $d_{99-00}$ , que puede indicar la relación entre el aumento de este último período de las inversiones en  $cm$  y el aumento del valor añadido, observada en el análisis previo.

Con esta primera valoración, podemos considerar que las inversiones relativas a calidad medioambiental tienen una incidencia positiva alta en el aumento del valor añadido de las cooperativas analizadas, y es conjuntamente relevante con otras variables o *inputs* de inversión de la empresa.

Para obtener una aproximación más adecuada de la participación de estos factores en la utilidad añadida al producto, podemos multiplicar los correspondientes coeficientes estimados, de la ecuación A.17(a), por los valores medios de las variables explicativas [ $cm$ ,  $oid$ ,  $\Delta kl$ ] de la muestra y obtendremos una estimación del impacto de los regresores correspondientes; si dividimos el valor calculado por el valor medio de la variable dependiente de la muestra obtenemos el porcentaje, de cada uno de los coeficientes anteriores, que explica los incrementos de esta variable. A continuación, en el Cuadro A.2.4 se reflejan los valores obtenidos.

<sup>21</sup> En análisis para sectores industriales de diversos países (USA, Francia, Japón, etc.), dicho parámetro gira entorno al 0,3. En el caso español, por ejemplo, Raymond (1989), obtiene una elasticidad de 0,389, para datos consolidados nacionales.

**CUADRO A.2.4** Impacto del capital físico y tecnológico sobre el val.

cm	oid	Δkl
15,52 %	3,53 %	37,69 %

Se observa como la incidencia positiva de la variable de calidad medioambiental sobre el aumento del valor-

añadido-trabajo (15,52) es bastante superior a las de otras inversiones tecnológicas (3,53). Las acciones ligadas a cm junto con el capital físico-trabajo son los *inputs* determinantes del incremento del val en las entidades cooperativa analizadas.

No obstante, vamos a utilizar ambos porcentajes para comparar si los beneficios derivados de las acciones de calidad medioambiental (en términos de aumento del valor añadido) son superiores al gasto. Para este último, hemos de tener presente los incentivos derivados de los Programas Operativos (subvenciones), de las que consideraremos que representan el 50 por 100 en términos medios. Así, podemos hacer esta comparación de la siguiente forma:

$$(0,1552) \Delta \text{val} \text{ respecto a } (1 - 0,5) \text{ cm} \rightarrow 0,0143 < 0,0340$$

En la estimación realizada vemos que, en términos medios para el período considerado, el coste de las inversiones en calidad medioambiental no se ven compensadas (incluyendo las subvenciones) por su aportación al valor añadido. No obstante, esta valoración puede ser parcial, ya que debemos tener presente la correlación de dichas acciones sobre otras variables económicas de las cooperativas hortofrutícolas andaluzas. Así, como se deduce de trabajos anteriores (Galdeano y Céspedes, 2001), el incentivo para las prácticas e innovaciones analizadas se deriva de las expectativas de mayores beneficios a largo plazo<sup>22</sup> (el período estudiado puede ser todavía muy reducido) y especialmente por el mantenimiento de su posición competitiva en el mercado, dadas las exigencias de la demanda actual. Con relación a este último aspecto, se muestra el análisis siguiente.

<sup>22</sup>

Se observa por otra parte que los consumidores todavía pueden tener infravalorados los componentes de calidad medioambiental incorporados al producto en términos de precio. Como antes se expuso, esto es frecuente en el sector agroalimentario, en los que podríamos encontrar diversos motivos, entre ellos la falta de información sobre las características del producto.

## **Análisis de la relación entre las acciones de calidad medioambiental y las variables de competitividad**

### *Especificación del modelo y variables*

Como se expuso anteriormente, la hipótesis SCP relaciona los márgenes de rentabilidad y la eficiencia (considerando como principal variable la participación en las ventas del sector), y también con el poder de mercado (medido fundamentalmente en términos de diferenciación del producto); ambas relaciones se suelen conectar asimismo con la concentración en el mercado.

En el ámbito agroalimentario, igualmente, numerosos estudios en la línea descrita (Pagoulatos y Sorensen, 1981, Cotterill y Clement, 1993, o Vlachvei y Oustapassidis, 1998, entre otros) relacionan los efectos entre las anteriores variables, concluyendo, en general, que la influencia de la cuota de mercado y la diferenciación del producto sobre la rentabilidad están correlacionados. Es decir, los resultados empíricos apuntan a que la idea de eficiencia y del poder de mercado son complementarias más que alternativas. La conexión positiva de ambas con el nivel de concentración (especialmente por el aprovechamiento de las economías de escala) también es analizada, aunque los resultados sobre los márgenes de precio-coste, en muchos casos pueden ser diferentes dependiendo de la estructura del sector o industria.

De forma amplia, la dependencia entre las distintas variables de competitividad, lleva a plantear análisis simultáneos partiendo de la endogeneidad derivada.

Para nuestro caso, como se indicó con anterioridad, además consideramos que, aunque normalmente en las distintas industrias la estrategia de diferenciación se realiza a través de la promoción y publicidad que lleva a cabo la empresa, en el sector hortofrutícola que estamos analizando (al igual que en otros sectores agrarios), las inversiones relativas a la variable citada son poco significativas<sup>23</sup>, realizándose la diferenciación del producto,, en base a los factores relacionados con acciones de calidad medioambiental, debido también al carácter homogéneo del producto y el reducido valor añadido incorporado a la comercialización en fresco.

El estudio se centrará especialmente en determinar el efecto de dicha diferenciación sobre la rentabilidad de la empresa y sobre la participación

<sup>23</sup> Se trata, además, de un sector ubicado en la zona productora, dentro del contexto del sistema agroalimentario general, donde la promoción y la publicidad son poco relevantes.

de la empresa en el mercado tomando como referencia datos de la muestra de cooperativas hortofrutícolas especificada anteriormente. De este modo, y siguiendo esquemas de trabajos indicados, planteamos el siguiente sistema con tres ecuaciones relativas a las variables indicadas:

$$MV_{it} = f1 (PM_{it}, CM_{it}, X1_{it}) \quad (A.18)$$

$$PM_{it} = f2 (MV_{it}, CM_{it}, X2_{it}) \quad (A.19)$$

$$CM_{it} = f3 (MV_{it}, PM_{it}, X3_{it}) \quad (A.20)$$

Donde:

$MV_{it}$  = Margen de beneficio sobre ventas (BAIT/Ventas)<sup>24</sup> de empresa i en el año t.  
 $PM_{it}$  = Cuota de mercado de la empresa de la empresa i en el período t, calculada como el cociente de las ventas entre las ventas totales de las empresas de la muestra.  
 $CM_{it}$  = Las inversiones y gastos relacionados con prácticas medioambientales sobre ventas, para la empresa i en el año t (utilizada en el anterior apartado)  
 $X1, X2, X3$  = Los vectores de variables exógenas; t = 1997, ... 2000.

### Ecuación de rentabilidad

Siguiendo a Mueller (1986), la función de rentabilidad ( $\Pi_{it}$ ) en presencia de diferenciación es expresada de la forma siguiente:  $\Pi_i/V_i = 1/\eta [(m_i/\sigma) - \theta m_i + \theta]$ , donde  $V_i$  son las ventas,  $m_i$  es la cuota de mercado,  $\eta$  es la elasticidad de la demanda para la industria,  $\sigma$  es el grado de sustitución del producto de una empresa por el de otra ( $0 < \sigma < 1$ ), y  $\theta$  es el grado de cooperación, el que es función del índice de concentración del sector. En base a las variables anteriores, en nuestro modelo, estimaremos el indicador de rentabilidad (MV) siguiendo las siguiente ecuación:

$$MV_{it} = a + b PM_{it} + c CM_{it} + d KV_{it} + e IC_{st} + f CS_{st} + g IM_{st} + u_{it} \quad (A.21)$$

Siendo  $PM_{it}$  y  $CM_{it}$  las variables de cuota de mercado y gastos en calidad medioambiental (variable que reflejará el grado de sustitución entre los productos del sector), respectivamente, definidas anteriormente.  $KV_{it}$  son los fondos propios sobre ventas de la empresa i en el año t, introducida como indicador de escala de la empresa (además de reflejar otros de factores relacionados con la eficiencia).  $IC_{st}$  es el Índice de concentración del sector, obtenido a través del índice de Hirschman-Herfindahl<sup>25</sup>.  $CS_{st}$

<sup>24</sup> Utilizamos este indicador de rentabilidad (BAIT, beneficio antes de intereses e impuestos, sobre las ventas), ya que normalmente es usado como *proxy* de los márgenes precio-coste (véase por ejemplo Uri, 1998; Schmalensee y Willig, 1992; Molyneux y Forbes, 1995).

<sup>25</sup> Este índice se obtiene mediante la suma al cuadrado de la participación de las todas las empresas en el mercado, de la forma siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^n (V_i/V)^2 = \sum_{i=1}^n PM_i^2$$



es Indicador de crecimiento del sector, calculado cada año como el cociente entre las ventas totales de la muestra sobre las del año anterior, y que recoge los cambios en la demanda del sector.  $IM_{st}$  representa las importaciones de productos hortofrutícolas en la Unión Europea<sup>26</sup> (y por tanto un factor de la demanda), que se mide como el ratio de las compras en la UE procedentes de otras regiones europeas y países terceros sobre las ventas del conjunto de las empresas de la muestra para un año dado.  $Y, u$  es el término de error.

La introducción de las distintas variables explicativas en la ecuación (A.21) obedece a las siguientes relaciones: La rentabilidad de la empresa, en nuestro caso representada por  $MV$ , es asociada, en diversos estudios empíricos (Revenscraft, 1983, Scott y Pascoe, 1986, Vlachvei y Oustapassidis, 1998, entre otros), de forma directa ( $b > 0$ ) con la cuota de mercado ( $PM$ ) y con el índice de concentración ( $IC$ ), que es determinante (positivo) de la rentabilidad empresarial ( $e > 0$ ). También, el grado de diferenciación (en nuestro caso  $CM$ ) afecta a la elasticidad de la demanda y determina la estructura del mercado, de forma que una mayor inversión en  $CM$  implica expectativa de mayor rentabilidad ( $c > 0$ ); y del mismo modo, tradicionalmente, también el factor capital ( $KV$ ) incide en una mayor rentabilidad ( $d > 0$ ). El ratio de crecimiento del sector ( $CS$ ) se incluye para recoger los cambios de las condiciones de la demanda; un incremento en  $CS$  afectará a la rentabilidad de la empresa positivamente ( $f > 0$ ). Por su parte, la variable  $IM$  tiene una relación inversa respecto al indicador de rentabilidad ( $g < 0$ ).

#### *Ecuación de la cuota de mercado*

Ahora siguiendo las formulaciones realizadas en estudios como el de Martin (1993), el modelo para estimar la participación de la empresa dentro del sector se especifica como sigue:

$V_i$  = ventas de la empresa  $i$ ;  $V$  = ventas totales de las empresas de la muestra;  $PM$  = participación de la empresa en el mercado definida anteriormente.

<sup>26</sup> Consideramos este indicador macroeconómico, debido a que las compras de frutas y hortalizas frescas en la Unión Europea, procedentes de otros países y de otras regiones europeas, han aumentado de forma importante en la última década. Pese a que las empresas de referencia tradicionalmente se caracterizan por la producción y comercialización de productos extratemperanos, en general con poca competencia, hortalizas como el tomate, procedente de países norteafricanos, sí es posible que está influyendo en las variaciones de rentabilidad o cuota de mercado de las empresas objeto de estudio. Por tanto, hemos tenido en cuenta el comercio en la UE, puesto que prácticamente el 90% de las ventas de las entidades analizadas se realiza en este mercado. Los datos han sido obtenidos a partir de los anuarios de comercialización de la FAO (Fundación para la Alimentación y la Agricultura).

$$PM_{it} = h + i CM_{it} + j MV_{it} + k KV_{it} + l C_{it} + m CS_{st} + n IM_{st} + v_{it} \quad (A.22)$$

Donde se ha introducido como variable explicativa, no descrita anteriormente, a  $C_{it}$  que es el ratio de crecimiento de la empresa  $i$  en el año  $t$ , obtenido como el cociente entre las ventas totales del año en relación a las ventas del año anterior. Y luego,  $v$  que es el término de error.

En la ecuación (A.22) de la cuota de mercado, siguiendo los trabajos de Martin (1993) o Vlachvei y Oustapassidis (1998), se relaciona positivamente (normalmente obteniendo niveles de elasticidad altos) con la diferenciación del producto (para nuestro caso CM), que conlleva a una mayor PM ( $i > 0$ ), al igual que MV ( $j > 0$ ); el mayor ratio de capital sobre ventas (KV) supone un uso más eficiente del capital físico y el aprovechamiento de las economías de escala ( $k > 0$ ); de la misma forma, un mayor crecimiento de la empresa (C) incide en la participación del mercado positivamente ( $l > 0$ ); sin embargo, cuando hay un crecimiento en el sector o industria (CS) se puede producir un efecto negativo en la PM ( $m < 0$ ) debido a un aumento de la oportunidad de entrada de otras empresas; por último, el aumento de IM tenderá a reducir la participación individual de las empresas en el sector ( $n < 0$ ).

#### *Ecuación de inversiones en acciones de calidad medioambiental*

Aunque no disponemos de ningún trabajo de referencia donde se formule una ecuación para estimar la variable CM, teniendo en cuenta el tratamiento que estamos contemplando en este estudio (es decir, como variable principal de diferenciación del producto), hemos considerado la formulación de Dorfman-Steiner (1954) sobre el óptimo de gastos en publicidad, que sustituyendo tenemos:  $Gcm_i/V_i = [(P_i - C_i)/P_i] e_{CM}$ , donde los gastos en calidad medioambiental (Gcm) sobre ventas (V) dependen del margen precio-coste (P-C/P) o indicador de la rentabilidad, y de  $e_{CM}$  que es la elasticidad de la demanda respecto de los componentes de CM al producto. Siguiendo esta formulación, aplicada también en trabajos de Uri (1988) o Molyneux y Forbes (1995), donde se analizan los efectos diferenciadores de determinadas variables, y se incluyen variables relacionadas con la estructura de la industria, la ecuación a estimar queda como sigue:

$$CM_{it} = p + q MV_{it} + r PM_{it} + s IC_{it} + t CS_{st} + w_{it} \quad (A.23)$$

Donde CM depende del indicador de rentabilidad (MV), de los factores relacionados con la elasticidad de la demanda (recogidos a través de CS), de la eficiencia empresarial (PM) y de la estructura del sector (reflejado

mediante el nivel de concentración IC), todas ellas, variables definidas en las ecuaciones anteriores. Se incluye, por último, el término de error  $w$ . Respecto a las relaciones más lógicas en esta ecuación (A.23), también siguiendo trabajos como los de Uri (1988) o Oustapassdis *et al.* (2000), tenemos que: una alta cuota de mercado (PM) y una alta rentabilidad (MV) pueden incidir en una mayor inversión en calidad medioambiental ( $q > 0, r > 0$ ). El índice de concentración (IC) es añadido en el modelo al objeto de comprobar si la diferenciación es mayor en un mercado donde la competencia es alta o lo contrario. Y, finalmente, CM puede ser más efectiva (para la diferenciación) cuando el sector está creciendo ( $t > 0$ )<sup>27</sup>.

En el cuadro siguiente se muestran los estadísticos descriptivos de las variables descritas.

**CUADRO A.2.5** Estadísticos descriptivos de las variables (*observaciones: 204*)

Variables	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
MV	1,71	1,06	0,56	7,02
PM	0,07	0,04	0,01	0,18
CM	5,62	2,21	1,42	8,47
KV	0,14	0,06	0,02	0,29
C	1,11	0,12	0,65	1,43
CS	0,82	0,55	0,03	1,31
IC	0,09	0,01	0,06	0,07
IM	12,02	1,69	10,74	12,35

### Estimación y resultados

Planteado el sistema con las tres ecuaciones descritas, determinamos en este apartado el método de estimación simultánea apropiado, teniendo en cuenta el problema de endogeneidad entre las variables.

Nuevamente, en la estimación consideramos un modelo de efectos medios para todas cooperativas y tratamos las observaciones como un *pull* de datos, puesto que el objetivo es obtener datos promedios para el sector. Para los posibles efectos temporales introducimos tres variables *dummy* temporales, D1 y D2, D3, en las tres ecuaciones planteadas (eliminando en la estimación la variable temporal correspondiente a primer período).

<sup>27</sup> Cuando un mercado está creciendo, los aumentos de ventas a través de la diferenciación no se producen totalmente a expensas de las pérdidas de los rivales. No obstante, en la expansión del mercado, las empresas rivales pueden no detectar tan pronto las bajadas de ventas debidas a la diferenciación de otras empresas y sus reacciones pueden retrasarse, si es que todas ellas reaccionan. Esta asimetría, en el tiempo y en magnitud de la respuesta de los rivales, implica que CM puede ser más efectiva en situación de crecimiento del sector.

A partir de aquí, dada la complementariedad de la dependencia entre las variables planteada, realizamos la estimación simultánea del sistema, ecuaciones (A.21), (A.22) y (A.23), empleando el método de *mínimos cuadrados en dos etapas* (MC2E). Este método, permite construir una regresión auxiliar de las variables endógenas incluidas como explicativas (esto es, MV, PM y CM) en cada una de las ecuaciones donde aparecen. Cada una de estas regresiones auxiliares tiene como variable a explicar a una de dichas variables endógenas y como explicativas todas las variables predeterminadas del modelo de ecuaciones simultáneas<sup>28</sup>.

Por otra parte, el método de MC2E pierde eficiencia cuando existen correlaciones entre los términos de error de las distintas ecuaciones del modelo. Contemplando esta posibilidad, realizamos también la estimación mediante el método de *mínimos cuadrados en tres etapas* (MC3E)<sup>29</sup>. Los resultados de las dos estimaciones se recogen en los Cuadros A.2.6 y A.2.7 siguientes.

**CUADRO A.2.6** Resultados de la estimación simultánea por MC2E

VARIABLES	MV	PM	CM
Constante	2,21 (3,19) ***	1,84 (2,35) **	2,01 (2,33) **
CM	0,22 (1,92) **	0,19 (2,26) **	
PM	0,17 (1,88) *		0,16 (1,81) *
KV	0,62 (3,42) ***	0,59 (2,18) **	
IC	-0,12 (-1,62)		-0,24 (-1,25)
CS	0,11 (0,92)	0,14 (0,62)	1,06 (2,23) **
MV		0,48 (1,87) *	0,27 (1,89) *
C		0,12 (0,93)	
IM	-0,21 (-1,19)	-0,08 (-0,61)	
D1	0,15 (1,74) *	0,14 (0,86)	0,19 (1,53)
D2	0,18 (1,84) *	0,31 (1,85) *	0,25 (1,62)
D3	0,32 (2,08) **	0,38 (1,87) *	0,31 (1,86) *
R2 (ajustado)	0,69	0,61	0,51

Entre paréntesis se indican los valores del estadístico t-Student.  
 \*\*\* Significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%.

<sup>28</sup> En una segunda etapa, las predicciones obtenidas de estas regresiones auxiliares se utilizan en la ecuación de partida en vez de las variables endógenas que en ella aparecen como variables explicativas; con esta sustitución se estima por *mínimos cuadrados ordinarios* (MCO), por lo que las estimaciones mínimo-cuadráticas de la segunda etapa son las soluciones al sistema de ecuaciones normales.

De esta forma el estimador MC2E es un estimador de variables instrumentales que utiliza como instrumentos el vector formado por las variables estimadas mediante la regresión auxiliar y las variables predeterminadas del sistema. Siendo de esta forma un estimador consistente (Novales, 1996).

<sup>29</sup> El estimador de MC3E es un estimador de variables instrumentales ahora simultáneamente para todo el sistema. La tercera etapa es la estimación por mínimos cuadrados generalizados (MCG) de todas las ecuaciones del sistema, que permite ganar eficiencia en caso de correlaciones entre los términos de error.

**CUADRO A.2.7** Resultados de la estimación simultánea por MC3E

Variables	MV	PM	CM
Constante	2,19 (3,01) ***	1,91 (2,23) **	2,12 (2,34) **
CM	0,27 (3,04)***	0,17 (2,04)**	
PM	0,21 (2,08)**		0,19 (1,81)*
KV	0,49 (2,73)***	0,42 (3,47)***	
IC	-0,15 (-1,46)		-0,22 (-1,14)
CS	0,18 (0,94)	0,16 (1,77)*	0,37 (1,92)*
MV		0,37 (1,92)*	0,32 (3,08)***
C		0,11 (0,87)	
IM	-0,20 (-1,09)	-0,09 (-1,05)	
D1	0,10 (0,83)	0,14 (0,93)	0,17 (1,36)
D2	0,21 (1,79)*	0,41 (1,94)*	0,23 (1,69)*
D3	0,29 (1,98) **	0,32 (1,88) *	0,27 (1,90) **
R2 (ajustado)	0,68	0,59	0,49

Entre paréntesis se indican los valores del estadístico t-Student.  
 \*\*\* Significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%.

Los resultados de las dos estimaciones, son bastante similares. No puede decirse que se obtenga una mayor eficiencia con la estimación a través de MC3E, lo que nos lleva a la no existencia o reducida correlación entre los términos de error entre las ecuaciones del sistema. Los resultados en ambos casos reflejan el efecto positivo de la diferenciación del producto a través de CM sobre la rentabilidad (MV) y sobre la cuota de mercado (PM) de la empresa. En ambas ecuaciones, el factor capital (KV), también indicador de escala de la empresa, guarda una relación directa con las dos variables dependientes. Por otra parte, la concentración del sector (IC), no tiene una incidencia positiva (aunque sus coeficientes no resultan significativos) en la competitividad de la empresa (es decir, en la rentabilidad y en el poder de mercado a través de CM)<sup>30</sup>. También, se aprecia como el crecimiento del sector (CS)<sup>31</sup> favorece la estrategia de diferenciación de la empresa (CM). El efecto de las importaciones (IM), aunque muestra signo negativo, no resulta en general significativo<sup>32</sup>. Para los efectos temporales, es el correspondiente al último período el que aparece con un coeficiente significativo, de forma más generalizada, resultado derivado posiblemente de la mayor intensificación en las acciones de CM y el aumento de la rentabilidad.

En definitiva, podemos indicar con los resultados obtenidos, como una primera aproximación (dada la limitación de la serie temporal), que hay un

<sup>30</sup> Ello indicaría que en este caso la concentración no implica una coordinación o efecto de colusión en el poder de mercado de las empresas del sector.

<sup>31</sup> Igualmente se obtiene una relación positiva respecto a la participación en el mercado, aunque el coeficiente no resulta suficientemente significativo.

<sup>32</sup> Ello puede ser reflejo de la ganancia de cuota de mercado y la cierta consolidación del sector observada en los últimos años (Galdeano, 2000).

impacto positivo (considerando sobre todo los coeficientes en relación a MV y PM) de las inversiones relativas a CM en las variables determinantes de la competitividad empresarial de las cooperativas analizadas, lo que confirma el efecto diferenciador de las acciones de calidad medioambiental y la complementariedad con la rentabilidad y la participación de la empresa en el mercado.

## Conclusiones sobre los diferentes enfoques

En los últimos años se viene acentuando la relevancia de los componentes de calidad medioambiental a productos como las frutas y hortalizas frescas, las que tienen un peso importante en la producción final agrícola de Andalucía. Dicho sector se viene caracterizando por el papel de las entidades cooperativas, fundamentalmente por la conexión de la actividad productiva y comercial, configurándose como los elementos claves para la competitividad de esta agricultura (posición en el sistema agroalimentario y recuperación de valor añadido principalmente). Actualmente, la adaptación de estas entidades de economía social a la normativa comunitaria (bajo la figura de la OPFH), replantea el rol de las mismas en la autorregulación del sector y en la adopción de nuevos métodos de actuación acordes a las exigencias de la demanda. Todos estos factores hacen que la cooperativa hortofrutícola andaluza (más que otras empresas) se configure como un centro canalizador de innovaciones y nuevos *inputs* productivos que el sector requiere. En este sentido y considerando la creciente importancia de las acciones relacionadas con la calidad medioambiental en el contexto descrito, a lo largo de este trabajo se ha analizado el impacto económico de las mismas sobre una muestra representativa de entidades en la región. El incremento del gasto en dichas ha venido motivado, de un lado, por los incentivos de la PAC, a través de los PO principalmente (teniendo en cuenta que para la OCM actual es un objetivo prioritario), y, de otro lado, por las mayores exigencias de la demanda alimentaria. En cualquier caso, en este estudio (aunque como primera aproximación) se han analizado las implicaciones y motivaciones desde el punto de vista empresarial (internas y externas) para desarrollar las acciones referidas, como motivo de los incentivos propiciados por los dos hechos anteriores.

De este modo, el primer análisis se ha centrado en repercusión sobre el valor añadido de las inversiones y gastos en calidad medioambiental, como proceso de innovación en la actividad. La participación de estos *inputs* en la función de producción indican su impacto positivo y relativamente alto en la generación de valor agregado al producto hortofrutícola. No

obstante, aunque el porcentaje de participación en el valor añadido puede ser importante, éste puede no ser suficiente todavía para compensar los costes de aplicación (deducidas también las subvenciones). En estos resultados, hay que considerar, sin embargo, que la aplicación de las acciones analizadas se vienen emprendiendo, de forma más o menos generalizada, desde hace relativamente poco tiempo y es de esperar un impacto en los próximos años posiblemente mayor. En cualquier caso, ello nos indicaría que estas inversiones se plantean, de momento, como necesidad de mantener la posición de estas empresas en el mercado, más que como un beneficio en el precio de venta (en el que todavía no estén suficientemente bien valorados los componentes de calidad medioambiental).

Por este motivo, el segundo estudio realizado se ha centrado en analizar la existencia de complementariedad entre las variables determinantes de la competitividad empresarial (conexión de la hipótesis de eficiencia e hipótesis del poder de mercado) en las cooperativas hortofrutícolas andaluzas. Se ha partido de la consideración en este caso, de que, dadas las características de dichas entidades, las inversiones relativas calidad medioambiental representan los principales factores de diferenciación del producto actualmente. Los resultados obtenidos (mediante estimaciones simultáneas) apuntan a una relación positiva de dichas acciones con la rentabilidad y la cuota de mercado. En general, se aprecia como las inversiones en calidad medioambiental inciden en un mayor aumento de la eficiencia y el poder de mercado a través de la diferenciación del producto respecto a los competidores.





## **Bibliografía**



## Bibliografía

- Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. y Schmidt, P. (1977) Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6: 21-37.
- Alianza Cooperativa Internacional (1995) *Declaración de la Alianza Cooperativa Internacional sobre la identidad cooperativa* (3ª ed.). Confederación de Cooperativas de la Comunidad Valenciana, Valencia, Spain, p. 135.
- Arcas, N. y Ruiz, S. (2003) Marketing and performance of fruit and vegetable cooperatives. *Journal of Co-operative Studies*, 36(1): 22-44.
- Ariyaratne, C. B., Featherstone, A. M., Lagemeier, M. R. y Barton, D. G. (1997) An analysis of efficiency of Midwestern agricultural cooperatives. In *The Western Agricultural Economics Association, selected paper of the 1997 Annual Meeting*. Reno/Sparks, Nevada, USA, 13-16 July 1997: 1-13.
- Audretsch, D. y Feldman, M. (1996) R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, 86(3): 630-640.
- Ball, V. E., Bureau, J. C., Betault, J. P. y Nehring, R. (2001) Levels of farm sector productivity: and international comparison. *Journal of Productivity Analysis*, 15: 5-29.
- Ball, V. E., Lovell, C. A. K., Nehring, R. F. y Somwaru, A. (1994) Incorporating undesirable outputs into models of production: An application to US agriculture. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, 31: 59-73.
- Ball, V. E., Butault, J. P. y Nehring, R. (2001) US agriculture, 1960-96: a multilateral comparison of total factor productivity. Working Paper, Economic Research Service, US Department of Agriculture, ERS Technical Bulletin No. 1895. Washington, DC.
- Barbara, A. J. y McConnell, V. D. (1990) The impact of environmental regulations on industry productivity: direct and indirect effects. *Journal of Environmental Economics and Management*, 18: 50-65.
- Bartolomeo, M. (1995) Environmental performance indicators in industry. Fondazione Eni Enrico Mattei, nota di lavoro 41.95, Milano (Italy).
- Batie, S. y Ervin, D. (1998) Will business-led environmental initiatives grow in agriculture? *Choices* (Fourth Quarter): 4-10.

- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1988) Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalised frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38: 387-399.
- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1992) Frontier productions functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3: 159-169.
- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1993) A stochastic frontier production function incorporating a model of technical inefficiency effects. Working Papers in Econometrics and Applied Statistics 69. Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1995) A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20: 325-332.
- Blomstrom, M. y Kokko, A. (1998) Multinational corporations and spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12: 247-277.
- Bottasso, A. y Sembenelli, A. (2001) Market power, productivity and the EU Single Market Program: Evidence from a panel of Italian firms. *European Economic Review*, 45: 167-186.
- Boyd, G. A. y McClelland, J. D. (1999) The impact of environmental constrains on productivity improvement in integrated paper plants. *Journal of Environmental Economics and Management*, 3: 121-142.
- Bredahl, M., Holleran, E. y Zaiabet, L. (1997) ISO 9000 in the UK food sector. Working Paper 97-3. Center for International Trade Studies. University of Missouri-Columbia, USA.
- Carpentier, C. L. y Ervin, D. E. (2002) Business approaches to agri-environmental management: incentives, constraints and policy issues. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Paris: OECD.
- Caves, D.W., Christensen, L. R. y Diewert, W. E. (1982) Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers. *Economic Journal*, 92 (365): 73-86.
- Céspedes, J. y Galdeano, E. (2004) Environmental practices and the value added of horticultural firms. *Business Strategy and the Environment*, 13(3): 403-414.
- CGCA, Comité General para la Cooperación Agraria (1999) The European model of agriculture: the way ahead, Pr(99)88F1. Bruxelles: GCAC.
- CGCA (2000) The agricultural cooperation in the European Union: tendencies and current issues. Bruxelles: GCAC.

- Chen, J. R. y Yang, C. H. (2005) Technological knowledge, spillover and productivity: evidence from Taiwanese firm level data. *Applied Economics*, 37: 2361-2371.
- Clarke, R., Davies, S. y Waterson, M. (1984) The profitability-concentration relation: market power of efficiency. *Journal of Industrial Economics*, 42: 435-439.
- Coelli, T. J. (1994) A guide to Frontier version 4.1: A computer program for stochastic frontier and cost function estimation. Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Coelli, T. J. y Rao, D.S.P. (2003) Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. Plenary Paper at the 2003 International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference in Durban, August 16-22, 2003.
- Coggins, J. S. y Swinton, J. R. (1996) The price of pollution: A dual approach to valuing SO<sub>2</sub> allowances. *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(1): 58-72.
- Cohen, M.S., Fenn, S. y Naimon, J. (1995) *Environmental and Financial Performance*. IRRC: Washington, DC.
- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (2002) *Memoria anual*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Cotterill, R. W. y Clement, W. I. (1993) A PIMS analysis of the structure profit relationship in food manufacturing, in *Competitive Strategy Analysis in the Food System*. Cottorell, R.W. ed. Boulder: Westview Press.
- De, S. y Nabar, P. (1991) Economics implications of imperfect quality certification. *Economics Letters*, 37: 333-337.
- Demsetz, H. (1973) Industry structure, market rivalry and public policy. *Journal of Law Economics*, 16: 1-9.
- Dorfman, R. y Steiner, P. (1954) Optimal advertising and optimal quality. *American Economics Review*, 44: 826-836.
- Estruch, V. (1994) La calidad y las explotaciones agrarias. *Investigaciones Agrarias. Economía*, 9(3): 345-358.
- Esty, D. y Porter, M. (1998) Industrial ecology and competitiveness: strategic implications for the firm. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1): 35-43.
- FAO (Varios años) *Anuario de Comercialización*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Färe, R., Grifell-Tatjé, S., Grosskopf, S. y Lovell, C.A. K. (1997) Biased technical change and the Malmquist productivity index. *Scandinavian Journal of Economics*, 99: 119-127.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., y Pasurka, C. (1989) Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a non parametric approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71(1): 90-98.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A. K., y Yaisawarng, S. (1993) Derivation of shadow prices for undesirable outputs: a distance function approach. *The Review of Economics and Statistics*, 75(2): 374-380.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. y Zang, Z. (1994) Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 84: 66-83.
- Färe, R. y Primont, D. (1995) *Multi-output production and duality: theory and applications*. Kluwer Academic Publishers.
- Ferrier, G. D. y Porter, P. K. (1991) The productive efficiency of US milk processing cooperatives. *Journal of Agricultural Economics*, 42: 161-173.
- Forsund, F. y Hjalmarsson, L. (1987) *Analysis of industrial structure: a putty-clay approach*. Stockholm: Almqvist and Wicksell.
- Fuentes, F.J. y Veroz, R. (1998) Las cooperativas agrarias en Andalucía. *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 1998*: pp. 357-420. Analistas Económicos de Andalucía. Unicaja, Málaga.
- Fuentes, H. J., Grifell-Tatje, E. y Parelman, S. (1998) A parametric distance function approach for Malmquist index estimation. CREPP DP 98/03, Université de Liège.
- Fuentes, H. J., Grifell-Tatje, E. y Parelman, S. (2001) A parametric distance function approach for Malmquist productivity index estimation. *Journal of Productivity Analysis*, 15(2): 79-94.
- Fulginiti, L. E. y Perrin, R. (1997) LDC agriculture: nonparametric Malmquist productivity indexes. *Journal of Development Economics*, 53: 373-390.
- Fulton, M. y Sanderson, K. (2002) *Co-operatives and farmers in the new agriculture*. Report prepared for the Cooperatives Secretariat Agriculture and Agri-Food Canada, Centre for the Study of Cooperatives, University of Saskatchewan.
- Galdeano, E. (2000) *Estudio de competitividad de las entidades asociativas andaluzas de comercialización hortofrutícola*. Universidad de Almería y Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. Almería, Spain.

- Galdeano, E. (2002) Competitividad de las cooperativas hortofrutícolas: análisis del impacto económico de las acciones de calidad y medioambientales en las OPFH andaluzas. *Revista CIRIEC-España*, 41: 53-84.
- Galdeano, E. y Céspedes, J. (2001) Análisis de la incidencia del control de calidad y prácticas respetuosas con el medio ambiente en la rentabilidad de las empresas agroalimentarias (comunicación). *IV Encuentro de Economía Aplicada* (7-9 de junio).
- Galdeano, E. y Céspedes, J. (2004) The effect of quality-environmental investment on horticultural firms's competitiveness. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 52: 371-386.
- Galdeano, E. y Rodríguez, M. (2000) Cambios de estrategia en las entidades asociativas de comercialización hortofrutícola. *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 186: 75-103.
- Gale, B. y Branch, B. (1982) Concentration versus market share: which determines performance and why does it matter?. *Antitrust Bull*, 27: 83-105.
- Garcés, C. y Galve, C. (2000) Repercusión de las inversiones en protección del medio ambiente en la productividad de las empresas españolas: un análisis empírico. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 8: 33-50.
- Garcés, C. y Pérez y Pérez, L. (2000) La protección medioambiental en la industria alimentaria española (Comunicación). *III Encuentro de Economía Aplicada*. Valencia, junio de 2000.
- García, A. M., Oreja, J. R. y González, E. (2000) Las relaciones verticales y el poder de negociación de los agricultores integrados en forma de cooperativa frente a los individuales. *Revista CIRIEC-España*, 41: 111-138.
- Giannakas, K., Tran, K. C. y Tzouvelekas, V. (2000) Efficiency, technological change and output growth in Greek olive growing farms: a Box-Cox approach. *Applied Economics*, 32(7): 909-916.
- Golan, E., Kuchler, F. y Mitchel, L. (2000) Economics of food labelling. *Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Economic Report*, n° 793.
- Gollop, F. M. y Roberts, M. I. (1983) Environmental regulations and productivity growth: the case of fossil-fuelled electric generation. *Journal of Political Economy*, 101: 654-674.
- Graham, M. (2004) Environmental efficiency: meaning and measurement and application to Australian dairy farms. School Working Paper SWP 2004/2. School of Accounting, Economics and Finance. Deakin University, Victoria.

- Gray, W. B. y Shadbegian, S. J. (1993) Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level. *Center for Economic Studies Discussion Paper*, n. 96-6, U.S. Department of Commerce.
- Gray, W. B. y Shadbegian, S. J. (1995) Pollution abatement cost regulation and plant level productivity. Working paper No 4964, National Bureau of Economic Research, Washington.
- Greer, J. y Bruno, K. (1996) *Greenwash. The reality behind corporate environmentalism*. Apex Press: New York.
- Grifell-Tatjé, E. y Lovell, C. A. K. (1995) A note on the Malmquist productivity index. *Economic Letters*, 47: 169-175.
- Grifell-Tatjé, E. y Lovell, C. A. K. (1997) A DEA-based analysis of productivity change and intertemporal managerial performance. *Annals of Operations Research*, 73: 177-189.
- Griliches, Z. (1984) *R & D, patents and productivity*. National Bureau of Economic Research. Cambridge, Mass.
- Griliches, Z. (1986) Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970s. *American Economic Review*, 76(5): 141-154.
- Griliches, Z. (1994) Productivity, R&D and the data constraint. *American Economic Review*, 84(1): 1-23.
- Griliches, Z. y Mairesse, J. (1984) Productivity and R&D at the firm level, in *R&D Patents, and Productivity*, edited by Z. Griliches, University of Chicago Press.
- Griliches, Z. y Lichtenberg, F. (1984) R&D and productivity growth and the industry level: Is there still a relationship, in *R&D, Patents and Productivity*, edited by Z. Griliches, University of Chicago Press.
- Grosskopf, S., Hayes, K. J., Taylor, L. L. y Weber, W. L. (1997) Budget-constrained frontier measures of fiscal equality and efficiency in schooling. *Review of Economics and Statistics*, 79(1): 116-124.
- Hailu, A. y Veeman, T. S. (2000) Environmentally sensitive productivity analysis of the Canadian pulp and paper industry, 1959-1994: an input distance function approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 40: 251-274.
- Hailu, A. y Veeman, T. S. (2001) Non-parametric productivity analysis with undesirable outputs: an application to the Canadian pulp and paper industry. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(3): 605-616.

- Hall, B. y Mairesse, J. (1995) Exploring the Relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms. *Journal of Econometrics*, 65: 263-293.
- Hallam, A., y Machado, F. (1996) Efficiency analysis with panel data: a study of Portuguese dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*, 23(1): 79-93.
- Hart, S.L. (1997) Beyond greening: Strategies for a sustainable world. *Harvard Business Review*, Jan-Feb: 67-76.
- Henson, S. y Caswell, J. (1999) Food safety regulation: an overview of contemporary issues. *Food Policy*, 24: 589-603.
- Hetemäki, L. (1996) Essays on the Impact of Pollution Control of a Firm: A Distance Function Approach. Research Papers 609, The Finnish Forest Research Institute, Helsinki.
- Hitchens, D., Birnie, E., Thompson, W., Triebswetter, U., Bertossi, P. y Messori, L. (2000) *Environmental Regulation and Competitive Advantage: A Study of Packaging Waste in European Supply Chain*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Hjalmarsson, L., Kumbhakar, S. C. y Heshmati, A. (1996) DEA, DFA and SFA: a comparison. *Journal of Productivity Analysis*, 7(2/3): 303-327.
- Holleran, E., Bredahl, M. E. y Zaibet, L. (1999) Private incentives for adopting food safety assurance. *Food Policy*, 24: 669-683.
- Hughes, G. (1998) Agricultural productivity and farm structure in the Czech Republic. Working Paper No. 2/7, University of London, Wye College, London.
- Iráizoz, B., Rapún, M. y Zabaleta, I. (2003) Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navarra, Spain. *Agricultural Systems*, 78: 387-403.
- Irz, X. y Thirtle, C. (2004) Dual technological development in Botswana agriculture: a stochastic input distance function approach. *Journal of Agricultural Economics*, 55(3): 455-478.
- ISO (1997) Certified ISO 14000 US Companies/Facilities, <http://www.iso4000.net/>
- Jaffe, A.B., Peterson, S.R., Portney, P.R. y Stavins, R.N. (1995) Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us? *Journal of Economic Literature*, vol. XXXIII(1): 132-163.
- Jaffe, A., Trajtenberg, M. y Henderson, R. (1993) Geographic localisation of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, CVII(3): 577-598.

- James, P. (1994) Business environmental performance measurement. *Business Strategy and the Environment*, 3(2): 59-67.
- James, P. y Bennett, M. (1996) Environment-related performance measurement in business—from emissions to profit and sustainability? Ashridge Management Research, Ashridge.
- Jeon, B. M. y Sickles, R. C. (2004) The role of environmental factors in growth accounting: a nonparametric analysis. *Journal of Applied Econometrics*, 19(5): 567-591.
- Jondrow, J., Lovell, C. A. K., Materov, I. S. y Schmidt, P. (1982) On estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*, 19: 233-238.
- Jorgenson, D. W. y Griliches, Z. (1967) The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*, 34(3): 249-283.
- Kalirajan, M. B., Obwona, M. B. y Zhao, S. (1996) A decomposition of total factor productivity growth: the case of Chinese agricultural growth before and after reforms. *American Journal of Agricultural Economics*, 78: 331-338.
- Kaneko, S. y Managi, S. (2004) Environmental productivity in China. *Economic Bulletin*, 17 (2): 1-10.
- Kawamura, T. (2000) What caused and downs of Japanese agricultural cooperatives?: a TFP analysis. In *IAMA Food and Agribusiness Forum*, Chicago, 25 June 2000: 1-11.
- Khanna, M., Kumar, S. y Anton, W. Q. (2002) Environmental self-regulation: implications for efficiency and profitability. Working Paper, program in Environmental and Resource Economics. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Kondo, K., Demura, K. y Yamamoto, Y. (1997) The technical efficiency of agricultural cooperatives Hokkaido's dairy-farming region. *Review of Agricultural Economics*, 53: 55-59.
- Kondo, K. y Yamamoto, Y. (2002) Technical change and technical efficiency of agricultural cooperatives in Japan: a nonparametric Malmquist approach. In *Second North American Productivity Workshop*. Union College, Schenectady, USA, 20-22 June 2002: 1-20.
- Kousmanen, T. y Kortelainen, M. (2005) Measuring eco-efficiency of production with Data Envelopment Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4): 59-72.
- Kumar, S. y Gupta, S. (2005) Resource use efficiency of US electricity generating plants during the SO<sub>2</sub> trading regime: a distance function approach. Working Paper, National Institute of Public Finance and Policy. New Delhi, India.



- Kumar, P., Kumar, A. y Mittal, S. (2004) Total factor productivity of crop sector in the Indo-Gangetic plain of India: sustainability issues revisited. *Indian Economic Review*, 39: 169-201.
- Kumar, S. y Rao, D. N. (2002) Estimating marginal abatement costs of SPM: an application to the thermal power sector in India. *Energy Studies Review*, 11: 76-92.
- Kumar, S. y Rao, D. N. (2003) Environmental regulation and production efficiency: A case study of the thermal power sector in India. *Journal of Energy and Development*, 29(1): 81-94.
- Kumbhakar, S. C., y Lovell, C. A. K. (2000) *Stochastic frontier analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S. y Zawalinska, K. (2004) Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. *Applied Economics*, 36: 1255-1263.
- Leland, H. E. (1979) Quacks, lemons and licensing: a theory of minimum quality standards. *Journal of Political Economy*, 87 (6): 1328-1346.
- Lindenberger, D. (2004) Measuring the economic and ecological performance of OECD countries. *EWI Working Paper 2004/01*.
- López, C. y Sanaú, J. (1999) Tecnología y crecimiento: análisis en la industria española, 1986-1992. *Papeles de Economía Española*, 781: 11-25.
- Llorca, R. (2000) The impact of process innovations on firm's productivity growth: the case of Spain (Comunicación). *III Encuentro de Economía Aplicada*. Valencia, junio de 2000.
- Lovell, C. A. K. (1993) Production Frontiers and Productive Efficiency, in: Fried, H. O., C. A. K. Lovell and S. S. Schmidt (eds.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. New York, Oxford University Press, p. 3-67.
- Lovell, C. A. K., Richardson, P., Travers, P. y Wood, L. L. (1994) Resources and functionings: a new view of inequality in Australia. Eichhorn, W. (ed.), *Models and Measurements of Welfare and Inequality*. Berlin, Springer-Verlag.
- Luisigi, A. y Thirtle, C. (1997) Total factor productivity and the effects of R&D in African agriculture. *Journal of International Development*, 9: 529-538.
- Machimada, J. (1994) *Multiattribute analysis of ISO 9000 registration: an analytical hierarchy process based approach*.

- Unpublished master's thesis, University of Missouri-Columbia.
- Malmquist, S. (1953) Index numbers and indifference curves. *Trabajos de Estadística*, 4(1): 209-242.
- Managi, S. y Kaneko, S. (2004) Productivity change, FDI, and environmental policies in China, 1987-2001 (2004, April) p. 14-15. Retrieved July 15, 2004. <http://eaere2004.bkae.hu/download/paper/managi2paper.pdf>
- Managi, S. y Karemera, D. (2005) Trade and environmental damage in US agriculture. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 2(2): 168-190.
- Managi, S., Opaluch, J. J., Jin, D. y Grigalunas, T.A. (2004) Technological change and depletion in offshore oil and gas. *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(2): 388-409.
- Mansfield, E. (1965) Rates of return from industrial R&D. *American Review (Papers and Proceedings)*, 55(2): 531-542.
- Marí, S. y Juliá, J. F. (2001) Evolución del cooperativismo agrario en España. De los sindicatos agrícolas a la actualidad. *REVESCO, Revista de Estudios Cooperativos*, 73: 59-80.
- Martin, S. (1993) *Advanced Industrial Economics*. Blackwell Publishers.
- Martínez, E., Díaz, R., Navarro, M. y Ravelo, T. (1999) A study of the efficiency of Spanish port authorities using Data Envelopment Analysis. *International Journal of Transport Economics*, 2: 237-253.
- Ménard, C., Klein, P. G. (2004) Organisational issues in the agrifood sector: toward a comparative approach. *American Journal of Agricultural Economics* (en prensa).
- Meyer, S. M. (1992) *Environmentalism and Economic Prosperity: Testing the Environmental Impact Hypothesis*, MIT Press, Cambridge, mimeo.
- Molyneux, P. y Forbes, W. (1995) Market structure and performance in European banking. *Applied Economics*, 27: 155-159.
- Mueller, D. (1986) *Profits In The Long Run*. Cambridge University Press.
- Mullins, J. M. (2000) Public accountability: disclosure in a competitive environment. Prepared for the Environmental, Health and Safety Auditing Roundtable newsletter. <http://www.globalreporting.org>
- Murty, M. N. y Kumar, S. (2002) Measuring cost of environmentally sustainable industrial development in India: a distance function approach. *Environmental and Development Economics*, 7: 467-486.

- Murty, M. N. y Kumar, S. (2003) Win-win opportunities and environmental regulation: testing of Porter hypothesis for Indian manufacturing industries. *Journal of Environmental Management*, 67(2): 139-144.
- Murty, M. N. y Kumar, S. (2004) *Environmental and Economic Accounting for Industry*. New Delhi: Oxford University Press.
- Nilsson, J., Kyriakopoulos, K., Van Dijk, G. (1997) Agricultural cooperatives in the European Union: current challenges and trends. En: *Rural Cooperatives in the Perspective of the Integration with the European Union*, Zakopane, Polonia, Diciembre, 1997, pp.1-21.
- Nin, A., Arndt, C., Hertel, T.W. y Preckel, P.V. (2003) Bridging the gap between partial and total factor productivity measures using directional distance functions. *American Journal of Agricultural Economics*, 85: 928-942.
- Nishimizu, M. y Page, J. M. (1982) Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change: dimensions of productivity changes in Yugoslavia, 1965-78. *Economic Journal*, 92(368), 920-936.
- Novales, A. (1996) *Econometría*. New York: McGraw-Hill.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) (1998) Co-operative approaches to sustainable agriculture, p 107. Paris.
- OECD (2001) Encouraging environmental management in industry, p 52. Paris.
- Orea, L. (2002) Parametric decomposition of a generalised Malmquist productivity index. *Journal of Productivity Analysis*, 18: 5-22.
- Oude Lansink, A. (2000) Productivity growth and efficiency measurement: a dual approach. *European Review of Agricultural Economics*, 27: 59-73.
- Oude Lansink, A. y Bezlepkín, I. (2006) Productivity growth and inter-sector spill-over in Dutch horticulture, 1976-1995. *Agricultural Economics*, 34: 109-116.
- Oustapassidis, K., Vlachvei, A. y Notta, O. (2000) Efficiency and market power in Greek food industries. *American Journal of Agricultural Economics*, 82: 623-629.
- Pagoulatos, E. y Sorensen, R. (1981) A simultaneous equation analysis of advertising, concentration and profitability. *Statistics Economics Journal*, 47: 728-741.

- Palmer, K., Oates, W. E. y Portney, P. R. (1995) Tightening environmental standards: The benefit-cost or the no-cost paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 9(4): 119-132.
- Parnell, E. (2001) Supporting rural co-operation: the role of the Plunkett Foundation. *Journal of Co-operative Studies*, 34(1): 3-12.
- Pérez, J. C. (2002) *Competitividad de la agricultura intensiva en un contexto globalizado: una visión de mercado*. Tesis Doctoral. Universidad de Almería (España).
- Piot-Lepetit, I., Vermersch, D. y Weaver, R. D. (1997) Agriculture's environmental externalities: DEA evidence for French agriculture. *Applied Economics*, 29: 331-338.
- Porter, M. E. (1991) America's Green Strategy. *Scientific American*, 264 (4): p. 96.
- Porter, M. E. (1994) The role of location on competition. *Journal of the Economics Business*, 1(1): 35-39.
- Porter, M. E. y Der Linde, C. van (1995) Green and competitive: Ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 73(5): 120-134.
- Rauberger, R. y Wagner, B. (1997) A guide to corporate environmental indicators. Federal Environmental Agency, Berlin/Bonn.
- Ray, S. C. (1998) Measuring scale efficiency from a translog production function. *Journal of Productivity Analysis*, 11: 183-194.
- Ray, S. C. y Desli, E. (1997) Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialised countries: Comment. *American Economic Review*, 87(5): 1033-1039.
- Raymond, L. (1989) Productividad de los factores y expansión del Sector Público en España. *Papeles de Economía Española*, 41: 159-171.
- Reinhard, S., Lovell, C. A. K., y Thijssen, G. (1999) Econometric estimation of technical and environmental efficiency: an application to Dutch dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 81(1): 44-60.
- Reinhard, S., Lovell, C. A. K. y Thijssen, G. (2002) Analysis of environmental efficiency variation. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4): 1054-1065.
- Reinhardt, F. (2000) *Down to earth: applying business principles to environmental management*. Boston: Harvard Business School Press.
- Revenscraft, D. (1983) Structure-profit relationships at the line of business and industry level. *Review of Economics and Statistics*, 65: 22-31.

- Rezitis, A. N., Tsiboukas, K. y Tsoukalas, S. (2002) Measuring technical efficiency in the Greek agricultural sector. *Applied Economics*, 34(11): 1345-1357.
- Ruesga, A. (2000) La agricultura ecológica, un sistema agraria sostenible. *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 1999*: 353-405. Analistas Económicos de Andalucía. Unicaja.
- Salop, S. C. y Sheffman, D.T. (1983) Raising rivals' costs. *American Economic Review*, 73: 267-271.
- Schmalensee, R. y Willig, R. (eds) (1992) *Handbook of industrial organisation*. Elsevier Science Publishers B.V.
- Schmookler, J. (1966) *Invention and Economic Growth*. Cambridge Ma: Harvard University Press.
- Scott, J. y Pascoe, G. (1986) Beyond firm and industry effects on profitability in imperfect markets. *Review of Economics and Statistics*. 68: 284-292.
- Seddon, J., Davis, R., Loughran, M. y Murrell, R. (1993) *BS 5750 Implementation and Value Added: A Survey of Registered Companies*. Vanguard Consulting Ltd., Buckingham.
- SETAC (1992) Life-cycle assessment. Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Europe (SETAC), Brussels.
- Shepard, R.W. (1970) *The theory of cost and production functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Shrivastava, P. (1995) The role of corporations in achieving ecological sustainability. *Academy of Management Review*, 20: 936-960.
- Skillius, Ä. y Wennberg, U. (1998) Continuity, credibility and comparability – key challenges for corporate environmental performance measurement and communication. Report of the European Environmental Agency, February 1998.
- Söderbom, M. y Teal, F. (2004) Size and efficiency in African manufacturing firms: Evidence from firm-level panel data. Working Paper WPS2002-07, Centre for the Study of African Economies (CSAE), University of Oxford.
- Sumpsi, J. M., Garrido, A., Iglesias, E. (1997) La política agroambiental de la UE: un análisis desde la perspectiva económica. *Revista de Economía Agraria*, 179: 227-265.
- Swinton, S., Owens, N. y Van Ravenswaay, E. (1999) Agricultural production contracts to reduce water pollution. En: Casey, F., Schmitz, A., Swinton, S. and Ziberman, D. (eds.) *Flexible incentives for the adoption of environmental technologies in agriculture*, Chapter 17. Norwell: Kluwer Academic Publishers.

- Tybout, J. R. (1992) Making noisy data sing: Estimating production technologies in developing countries. *Journal of Econometrics*, 53: 25-44.
- Tyteca, D. (1996) On the measurement of the environmental performance for firms. A literature review and a productive efficiency perspective. *Journal of Environmental Management*, 46: 111-128.
- Tyteca, D. (1997) Linear programming models for the measurement of environmental performance of firms – Concepts and empirical results. *Journal of Productivity Analysis*, 8(2): 183-197.
- Tyteca, D., Carlens, J., Berkhout, F., Hertin, J., Wehrmeyer, W. and Wagner, M. (2002) Corporate environmental performance evaluation: Evidence from the MEPI Report. *Business Strategy and the Environment*, 11: 1-13.
- UNEP (1996) Life cycle assessment: what it is and how to do it. United Nations Environmental Programme (UNEP) – Industry and Environment, Paris.
- Uri, N. (1988) A re-examination of the relationship between industry structure and economic performance. *Applied Economics*, 20: 1383-1400.
- Van Bekkum, O. F., Van Dijk, G. (1997) *Agricultural Cooperatives in the EU*. Assen.
- Van der Linde, C. (1993) The Micro-Economic Implications of Environmental Regulation: A Preliminary Framework. *Environmental Policies and Industrial Competitiveness*, Organization of Economic Cooperation and Development (OECD): pp. 69-77.
- Van der Werf, W. (1999) A weighted environmental indicator at Unox: an advance towards sustainable development? Greenleaf, Sheffield.
- Verfaillie, H. A. y Bidwell, R. (2000) Measuring eco-efficiency – a guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development.
- Viscusi, K. W. (1978) A note on 'lemons' markets with quality certification. *Bell Journal of Economics*, 9(1): 277-279.
- Vlachevei, A. y Oustapassidis, K. (1998) Advertising, concentration and profitability in Greek food manufacturing industries. *Agricultural Economics*, 18: 191-198.
- Wagner, M. (2002) Empirical identification of corporate environmental strategies their determinants and effects for firms

- in the United Kingdom and Germany. Lüneburg, Germany: Center for Sustainability Management.
- Walley, N. y Whitehead, B. (1994) It's not easy being green. *Harvard Business Review*, 72(3): 46-52.
- Weersink, A., Turvey, C. G. y Godah, A. (1990) Decomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 38(November): 439-456.
- White, A. L. (1999) Sustainability and the accountable corporation: society's rising expectations of business. *Environment*, 41(8): 30-43.
- Wright, M., Allen, D., Clift, R. y Sas, H. (1998) Measuring corporate environmental performance. The ICI environmental burden system. *Journal of Industrial Ecology*, 1(4): 117-127.
- Wu, S., Devadoss, S. y Lu, Y. (2003) Estimation and decomposition of technical efficiency for sugarbeet farms. *Applied Economics*, 35(4): 471-484.
- Xepapadeas, A. y Zeeuw, A. (1999) Environmental Policy and Competitiveness: The Porter Hypothesis and the Composition of Capital. *Journal of Environmental Economics and Management*, 37 (2): 165-182.
- Zaim, O. y Taskin, F. (2000) A Kuznets curve in environmental efficiency: an application on OECD countries. *Environmental and Resource Economics*, 17: 21-36.
- Zellner, J. A. (1989) A simultaneous analysis of food industry conduct. *American Journal of Agricultural Economics*, 71: 105-115.
- Zofio, J. L. y Lovell, C. A. K. (2001) Graph efficiency and productivity measures: an application to US agriculture. *Applied Economics*, 33(11): 1433-1442.