



4

Serie Sostenibilidad

Contribuciones económicas, sociales y medioambientales de la agricultura intensiva de Almería

Un análisis de sinergias entre las dimensiones de sostenibilidad

Emilio Galdeano Gómez
José A. Aznar Sánchez
Juan C. Pérez Mesa

 **cajamar**
CAJA RURAL

**Contribuciones económicas,
sociales y mediambientales
de la agricultura intensiva
de Almería**

Serie **Sostenibilidad** [4]

Contribuciones económicas, sociales y mediambientales de la agricultura intensiva de Almería

**Un análisis de sinergias
entre las dimensiones de sostenibilidad**

**Emilio Galdeano Gómez
José A. Aznar Sánchez
Juan C. Pérez Mesa**



Contribuciones económicas, sociales y mediambientales de la agricultura intensiva de Almería

**Un análisis de sinergias
entre las dimensiones de sostenibilidad**

**Emilio Galdeano Gómez
José A. Aznar Sánchez
Juan C. Pérez Mesa**



La investigación que ha dado lugar a la publicación del presente libro ha sido financiada parcialmente por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y el Fondo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del proyecto de investigación del Plan Nacional I+D+i, con referencia ECO2014-52268 y bajo el título de Rendimiento exportador y sostenibilidad. Internacionalización económica y diferenciales en innovación y eficiencia medioambiental.

Igualmente, esta investigación ha sido financiada parcialmente por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, a través del Proyecto de Excelencia con referencia SEJ-5827 y con el título de Gestión mediambiental y eficiencia. Estudio para las estrategias de transformación e innovación empresarial.



Contribuciones económicas, sociales y medioambientales de la agricultura intensiva de Almería

© 2016 del texto y las imágenes que se reproducen (excepto mención expresa): los autores

© 2016 de la edición: Cajamar Caja Rural

Edita: Cajamar Caja Rural

www.publicacionescajamar.es

publicaciones@cajamar.com

ISBN-13: 978-84-95531-74-2

Depósito Legal: AL-794-2013

Diseño y maquetación: Beatriz Martínez Belmonte

Imprime: Escobar impresores

Fecha de publicación: abril de 2016

© **Imagen de cubierta:** 'Invernaderos de El Ejido', de Carlos Zubeldia Santoyo

Impreso en España / *Printed in Spain*

Cajamar Caja Rural no se responsabiliza de la información y opiniones contenidas en esta publicación, siendo responsabilidad exclusiva de sus autores.

© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, offset o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita de los titulares del Copyright.

Presentación	9
<i>Roberto García Torrente</i>	
Resumen	13
1. Introducción	15
2. El papel de la agricultura en el desarrollo sostenible.....	19
3. Los retos para la sostenibilidad en el sistema agroalimentario actual	24
4. Componentes del desarrollo sostenible en la horticultura almeriense	28
4.1. <i>Contribuciones económicas de una especialización productiva. Competitividad y autosostenimiento</i>	<i>28</i>
4.2. <i>Componentes medioambientales y adaptación para la gestión sostenible en agricultura</i>	<i>32</i>
4.3. <i>Dimensión social. Componentes del desarrollo endógeno y la resiliencia del sistema</i>	<i>38</i>
4.3.1. La estructura productiva basada en pequeñas explotaciones familiares.....	40
4.3.2. El desarrollo del capital social mediante entidades cooperativas y comercializadoras en origen	42
4.3.3. El desarrollo de las industrias auxiliares locales.....	44
4.3.4. Implicaciones sobre la resiliencia del sistema.....	46
4.4. <i>Estructura de interrelaciones entre componentes de sostenibilidad</i>	<i>47</i>
5. Análisis de sinergias multidimensionales en la horticultura de Almería.....	49
5.1. <i>Metodología</i>	<i>50</i>
5.1.1. Análisis de la eco-eficiencia	50
5.1.2. Otros indicadores de dimensiones de sostenibilidad.....	53
5.1.3. Métodos para el análisis de interrelaciones	57

5.2. <i>Aplicación: indicadores específicos de sostenibilidad y modelo de interrelaciones</i>	59
5.2.1. Muestras y datos estadísticos para el análisis.....	59
5.2.2. Ratios para el cálculo de la eco-eficiencia	61
5.2.3. Otros indicadores de productividad y socio-económicos	64
5.2.4. Indicadores adicionales y modelo de análisis multi-ecuacional	67
5.3. <i>Estimaciones y resultados</i>	71
5.3.1. Estimaciones e interpretación de la eco-eficiencia	71
5.3.2. Análisis de interrelaciones	72
5.3.3. Interrelaciones multidimensionales.....	75
6. Conclusiones, extensiones e implicaciones políticas	79
 Anexos	
Anexo I. Algunos proyectos internacionales de traslación del «modelo Almería»	83
Anexo II. Cuadros estadísticos de estimaciones complementarias	85
Anexo III. Encuesta a explotaciones hortofrutícolas.....	88
 Referencias bibliográficas	94

Presentación

Las personas necesitamos etiquetar la realidad para hacerla comprensible. Las etiquetas nos permiten clasificar y organizar la complejidad; etiquetar nos facilita los procesos de elección y el alineamiento con personas, grupos, productos o ideas. Esa manía tan humana nos conduce, en suma, a resumir la enorme complejidad de la realidad en las categorías binarias de lo bueno y lo malo.

Desde hace ya varias décadas, la categoría «sostenible» ha estado asociándose con la mayor parte de las actividades humanas, sobre todo desde que hemos sido plenamente conscientes de los costes que nuestra forma de vida tenía sobre el planeta y sobre el bienestar de las generaciones futuras. Así, al menos de palabra, el desarrollo económico solo es deseable si no se realiza a costa de los recursos naturales y de las condiciones de vida futuras.

El concepto «desarrollo sostenible» se convirtió a partir de los 80 del siglo pasado en el centro de las estrategias de futuro de ciudades, países e instituciones transnacionales. El desarrollo así etiquetado pasó de los documentos académicos al uso (incluso al abuso) cotidiano, y por supuesto a los programas electorales. Como es lógico, todo lo etiquetado como sostenible se incorporaba de inmediato a la categoría binaria de lo bueno. Y así, de boca en boca, de documento en documento, la expresión alcanzó tanto éxito que perdió su significado inicial. Cualquier desarrollo era inmediatamente tildado de sostenible por sus promotores, o por sus beneficiarios, bien para acallar la mala conciencia social, bien para lograr el apoyo de una mayoría o, en algunas honrosas ocasiones, porque era verdad.

El nuevo siglo parece asistir a una recuperación de las esencias del concepto. La constatación de la profunda huella humana y de la fragilidad de nuestra civilización ante retos realmente globales como el cambio climático parece habernos convencido por fin de las limitaciones de nuestra biosfera y hemos comenzado a usar de forma mucho más estricta las palabras. De hecho, la sostenibilidad ha ganado en complejidad y dimensiones y ya no es solo ambiental, sino que también debe ser social y económica.

Galdeano, Aznar y Pérez han querido objetivar el desarrollo promovido por la agricultura invernada en la provincia de Almería y le han sometido al análisis desde esta triple perspectiva. Los resultados sorprenderán a muchos. Y es que las etiquetas, como decíamos al principio, pesan a la hora de conceptualizar los procesos. Durante años, las etiquetas «intensiva» o «invernada» se consideraban sinónimas de artificial (no natural), de mercantil o incluso de dañino. Sin embargo, los datos que aporta el equipo investigador son bastante evidentes. Desde el punto de vista natural, muy pocas agriculturas pueden lograr un uso más eficiente de los recursos naturales, comenzando por el agua, y terminando por la energía. Desde el punto de vista social, ha permitido que un entramado de pequeñas empresas familiares prospere durante medio siglo viviendo de la agricultura, favoreciendo un crecimiento generalizado de amplios estratos de la población, y sin generar grandes diferencias de renta. Desde la perspectiva económica, los resultados también son evidentes: la población ha crecido, la renta ha despegado y la provincia ha convergido con la media española desde el último puesto de la clasificación nacional en 1955.

No obstante, que nadie se lleve a engaño, este libro no es una retahíla complaciente de bondades. También se tratan sus aspectos negativos y se constata que muchos de ellos han tendido a reducirse de manera rápida debido, principalmente, a una de las características supuestamente «negativas» de la agricultura almeriense, como es su clara vocación comercial. Las rentas que han permitido la convergencia han llegado en su mayor parte del mercado y solo de forma testimonial de la mano de subvenciones o ayudas públicas. Por eso, en la medida que los consumidores han ido siendo más ecológicamente conscientes y más exigentes con los alimentos y las fórmulas de obtención de los mismos, las explotaciones agrarias de la provincia se han adaptado a esas nuevas exigencias de forma acelerada. Cabe recordar, como penúltimo capítulo de este camino hacia una mayor sostenibilidad, el cambio masivo hacia el control biológico que nos permitió no solo sortear las restricciones sanitarias de los mercados, sino también producir de una manera más sostenible al dejar de utilizar una gran cantidad de productos químicos, generando alimentos más sanos y más seguros tanto para los consumidores como para los propios agricultores.

Con todo, los procesos humanos siempre están en transformación. La historia no detiene su avance y los resultados obtenidos no garantizan apenas más que una mejor renta de situación en el nuevo punto de partida. La agricultura de la provincia sigue teniendo retos importantes en las tres dimensiones. El primero es el económico, que posiblemente sea el que ha sufrido más en los últimos años, de la mano de los cambios acaecidos en la cadena de suministros de los alimentos y la irrupción exitosa de la denominada distribución moderna. El estrechamiento

de márgenes comerciales de forma piramidal, más amplio cuanto más cerca del origen, está forzando la base del sistema, la explotación familiar, obligándole a aumentar su inversión en capital y su profesionalización. Y en el frente ambiental, aún hay mucho camino que recorrer buscando cerrar los circuitos de materiales del conjunto del sistema o, como olvidarlo, encontrando soluciones que nos permitan reducir la presión sobre nuestros acuíferos.

Como siempre hemos hecho desde Cajamar Caja Rural, la agricultura almeriense y la española recibirán nuestro apoyo firme y decidido, no solo en el ámbito financiero, sino también en el del desarrollo de las capacidades y conocimientos necesarios para lograr el resultado de un sector más fuerte, más capaz de crear valor y riqueza a su alrededor, más profesional y más valorado por el conjunto de la sociedad. En suma, un sector de futuro y para el futuro.

Roberto García Torrente
Negocio Agroalimentario y Cooperativo
Grupo Cooperativo Cajamar

Resumen

En el desarrollo económico y social de la provincia de Almería, la agricultura intensiva ha desempeñado un papel fundamental. Esta agricultura constituye un referente mundial a nivel sectorial, dado que en Almería se encuentra ubicada la mayor concentración de invernaderos del mundo, que viene determinados por la aglomeración de numerosas explotaciones y empresas familiares, confiriéndole un marcado carácter social. La provincia es el principal centro de producción y exportación de hortalizas de España, y en su entorno se ha configurado un *cluster* agroindustrial cada vez más dinámico y diversificado. El cambio socioeconómico experimentado a escala provincial ha sido espectacular, al haber pasado de estar a la cola en niveles de renta per cápita en España a ocupar lugares intermedios y situarse a la cabeza de Andalucía, gracias fundamentalmente al impulso generado por la agricultura intensiva.

A pesar de la existencia de numerosos estudios sobre el sector en el ámbito nacional e internacional existen muy escasos análisis sobre su sostenibilidad desde el punto de vista multidimensional y holístico. El presente estudio pretende cubrir esta carencia y contribuir también a los análisis que en el contexto internacional se vienen realizando sobre la sostenibilidad en el sector agrario.

Actualmente, el denominado desarrollo sostenible constituye uno de los objetivos esenciales de las comunidades y sociedades en el ámbito mundial. Sin embargo, este tiene diferentes connotaciones, dada la heterogeneidad de factores sociales, de sistemas productivos y de características del entorno natural. Además, los problemas asociados a los períodos de recesión, la turbulencia de los mercados o los cambios en las directrices políticas generales o sectoriales, entre otros, imprimen mayor dificultad a la consecución de equilibrios entre las tres dimensiones de sostenibilidad. Por tanto, los análisis especializados en este tema tienden cada vez más a basar sus resultados en estudios prácticos sobre casos reales y sobre aproximaciones holísticas o multidimensionales. Especialmente, se pone énfasis en los procesos de generación de sinergias y

en el adecuado balance entre los componentes esenciales para el desarrollo sostenible. Así, las distintas experiencias en el ámbito internacional vienen mostrando las potencialidades de la agricultura en estos objetivos, aunque al mismo tiempo constituye una actividad que, en comparación con otros sectores productivos, se enfrenta a mayores retos para la sostenibilidad. De hecho, en el marco de la política rural de la Unión Europea existe un importante debate sobre el papel del sector agrario y la dificultad para acometer paralelamente los retos de productividad, competitividad, respeto al medioambiente y desarrollo socioeconómico.

En este contexto, el presente trabajo aporta un análisis de las contribuciones de la horticultura almeriense a una sostenibilidad multidimensional. El análisis está estructurado en seis grandes apartados. En primer lugar, se describe el marco general de generación de un conjunto de sinergias y una interrelación económica-social-medioambiental de carácter excepcional en el plano internacional. En particular, se determina cómo la estructura basada en explotaciones familiares, la generación de estructuras comerciales y financieras, y una industria auxiliar de tipo endógeno, han contribuido a que suponga un sistema agrario enormemente social, a que represente la base del despegue y sostenimiento económico provincial, constituyendo un paradigma de competitividad internacional y de autosostenimiento, así como el hecho de convertirse en un ejemplo de capacidad de adaptación e innovación en tecnologías y prácticas respetuosas con el medioambiente. En segundo lugar, se aportan evidencias específicas a través del estudio de la ecoeficiencia y las relaciones con diversos indicadores socio-económicos del sector. A partir del análisis econométrico realizado, el resultado de interdependencias entre estos componentes del «modelo de Almería» puede representar una experiencia de sostenibilidad que debería ser tenida en consideración tanto en el ámbito de la investigación sobre el tema como en la aplicación a otros contextos de desarrollo agrario y productivo en general.

1. Introducción

Durante las últimas cinco décadas, la provincia de Almería ha venido marcada particularmente por el desarrollo de su agricultura intensiva. El denominado «milagro almeriense», referido al hecho de que una de las provincias más deprimidas en el ámbito nacional se convierta a partir de finales de los años sesenta en un paradigma de desarrollo socio-económico, ha atraído el interés de su análisis desde diversas perspectivas, especialmente en el marco de las ciencias sociales.

Diversos estudios desde el punto de vista económico (González Olivares y González Rodríguez, 1983; Molina Herrera, 1991, 2004; Galdeano Gómez y De Pablo Valenciano, 1996; Galdeano-Gómez, 2008; Pérez Mesa, 2009; Aznar-Sánchez *et al.*, 2011), con un enfoque social (Aznar Sánchez y Gómez Díaz, 1996; Aznar Sánchez y Sánchez Picón, 2005; Pérez Díaz y Rodríguez, 2010; Jiménez Díaz, 2011; Galdeano-Gómez *et al.*, 2011) y desde la perspectiva ambiental (Tout, 1990; Ferraro, 2000; Delgado y Moreno, 2002; Downward y Taylor, 2007; Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010; Sánchez-Picón *et al.*, 2011) han debatido, en diversos estadios de su gestación y procesos de cambio, numerosos factores determinantes, así como las implicaciones derivadas de una serie de actividades que giran en torno a la horticultura intensiva. Aunque, generalmente, dichos análisis son complementarios, muchas veces se ha obviado el sistema de interrelaciones que se ha generado entre los tres ámbitos mencionados (Galdeano-Gómez *et al.*, 2013) que, en particular, desde la visión de la sostenibilidad puede configurarse como un ejemplo singular en el ámbito internacional.

Sin lugar a dudas, los términos relativos a desarrollo sostenible y sostenibilidad en sentido amplio, se han convertido en los últimos años en representativos de las preocupaciones y aspiraciones de numerosas instituciones y

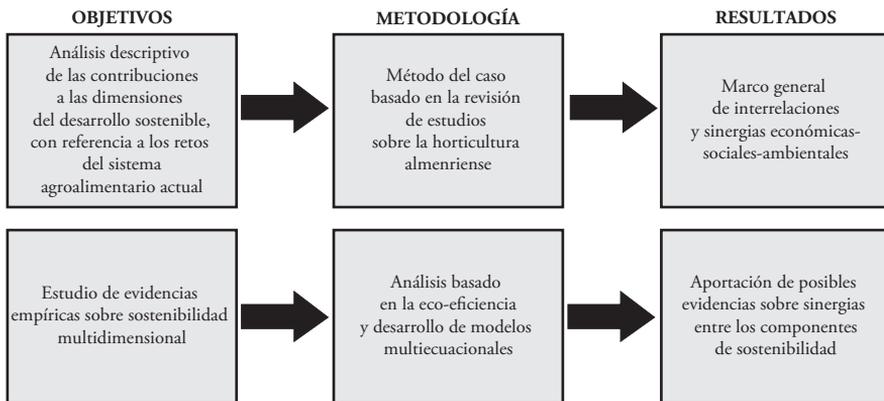
entidades del ámbito público y privado en el mundo, motivando también una multiplicidad conceptual y objetivos muy diferentes (Kates *et al.*, 2005). Así, a partir de la, ya aceptada de forma generalizada, definición de la Comisión Brundtland en 1987, han ido proliferando numerosas concepciones, llegándose a cuestionar la utilidad de las mismas (Thompson, 2007; Quental *et al.*, 2011), ya que aún, en la mayoría de los casos, hay ausencia de evidencias que puedan soportarlas (Kates *et al.*, 2005; McLarty *et al.*, 2014). Por tanto, en la práctica, persiste todavía la necesidad de observar experiencias que sirvan de referencia para poner en marcha proyectos de desarrollo, programas políticos o estrategias de emprendimiento sobre unas bases que se puedan considerar como sostenibles. También, cada vez más, se pone especial atención a la visión holística de la sostenibilidad (Darnhofer *et al.*, 2010a), dada la lógica heterogeneidad de retos y problemas en la práctica, que sin su consideración puede llevar a desequilibrios entre los componentes económicos, sociales y medioambientales, para los que existe una clara relación de interdependencia (Wirén-Lehr, 2001; UNRISD, 2014; McLarty *et al.*, 2014).

En este contexto, una de las actividades productivas que más interés está recibiendo por parte de los distintos analistas del desarrollo sostenible es la agricultura (Pretty, 2008; Darnhofer *et al.*, 2010a). Dicha actividad constituye la base de provisión de alimentos y otros bienes de primera necesidad, a la vez que se configura como un sector que puede generar un desarrollo socioeconómico amplio y proveer de servicios medioambientales, especialmente en los espacios rurales ligados a estructuras basadas en pequeñas explotaciones y/o de tipo familiar (Ikerd, 2013). No obstante, también más que otros sectores productivos, se asocia al uso de recursos naturales básicos (tierra, agua, etc.) que necesitan una urgente gestión sostenible adecuada y, de forma tradicional, se contempla como un sector con escasa capacidad de adaptación tecnológica y organizacional ante los requerimientos de un mercado agrario competitivo y cada vez más globalizado (Naylor, 2009).

Con todo ello, en los momentos actuales de profunda crisis económica, con persistentes desequilibrios ambientales y sociales en numerosas experiencias de desarrollo a nivel internacional y con la perspectiva temporal amplia que ofrece el proceso de desarrollo de la horticultura intensiva almeriense durante los últimos cincuenta años, se considera de interés un análisis desde el punto de vista de la sostenibilidad. Los objetivos básicos de este estudio son:

- a) Revisión de las contribuciones del sector a las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible.
- b) Obtención de evidencias empíricas sobre la cuestión con una perspectiva holística. Adicionalmente, se pretenden ofrecer extensiones a dicha línea de investigación, como son:
 - Argumentos sobre desarrollo sostenible basado en la agricultura, en especial relacionados con los retos de la política agraria y rural en Europa, donde existe un importante debate sobre la capacidad de este sector para alcanzar un adecuado balance entre productividad, competitividad, respeto medioambiental y desarrollo socio-económico.
 - Experiencias sobre la generación de interrelaciones y sinergias económicas-sociales-medioambientales en la práctica.
 - Desarrollos metodológicos sobre el análisis de índices de dimensiones de sostenibilidad mediante la configuración de modelos multi-ecuacionales.

Figura 1. Esquema de objetivos, metodología y resultados esperados



Con estos objetivos, en la presente investigación se sigue una doble metodología. Por un lado, con base en el método del caso (Yin, 2013) aplicado a los estudios de sostenibilidad en agricultura (Pretty, 2008), se determina la estructura general de interrelaciones entre los componentes de la horticultura almeriense para el desarrollo sostenible, particularmente en el contexto de los retos actuales del sistema agroalimentario europeo e internacional. Por otro lado, con el enfoque de la eco-eficiencia y la relación con otras variables socio-económicas (Kousmanen y Kortelainen, 2005), se construyen modelos de interrelaciones con el objeto de aportar evidencias de las sinergias generadas entre las distintas dimensiones de sostenibilidad.

El estudio de caso se justifica por la confluencia de componentes de desarrollo sostenible en base a la agricultura que, como se ha indicado, han recibido una atención muchas veces parcial. Así, de forma resumida, entre otros tenemos la importante transformación que ha tenido la provincia de Almería como consecuencia de la horticultura intensiva, convirtiéndose esta en un motor esencial de su crecimiento económico, con unos indicadores de desarrollo de mayor proporción tanto en el contexto regional como en el nacional, pese a coincidir con el período de crecimiento más relevante de la economía española durante el siglo pasado (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011). Estos indicadores se han logrado con una horticultura competitiva en el mercado nacional e internacional basada en la especialización productiva con empresas de carácter familiar, la generación de una estructura de comercialización local y una industria auxiliar de creciente carácter endógeno, que ha beneficiado a un amplio sector de la economía y la sociedad. Una de las primeras referencias internacionales sobre ello aparece en un trabajo de Tout (1990) publicado en una revista norteamericana (*The Geographical Journal*) y que indicada lo siguiente: «Una revolución hortícola ha tenido lugar en áreas de la provincia de Almería durante los últimos 20 años, de forma que tierras estériles se han transformado en explotaciones familiares enormemente productivas» (Tout, 1990, p. 304). Más recientemente, Downward y Taylor (2007, p. 281) recogían la siguiente descripción: «Es la agricultura con mayor carácter social en el mundo, incluso el mejor sistema comunista no podría haber logrado lo que se ha logrado [socialmente] en Almería...». De la misma forma, existen crecientes referencias de esta horticultura en revistas y foros de gestión medioambiental, particularmente sobre el eficiente uso de recursos naturales, la superación de externalidades y la tendencia hacia prácticas agro-ecológicas (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008; Van der Blom, 2010). Estas características han

determinado, adicionalmente, la consideración internacional del denominado «modelo de Almería», como ejemplo a seguir en determinadas regiones del mundo, donde la agricultura se contempla como la actividad de mayor potencial para el desarrollo y, en general, de superación de problemas socio-económicos (Giagnocavo *et al.*, 2010).

El enfoque de análisis estadístico-econométrico, por otra parte, se justifica por la necesidad de ofrecer evidencias del marco de interrelaciones descrito. De este modo, diversos estudios vienen aportando correlaciones entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad en determinados sistemas basados en la agricultura (Mouron *et al.*, 2006; Piot-Lepetit y Le Moing, 2007; Hoang y Rao, 2010). Pero, los mismos se han centrado más en los indicadores medioambientales y de rentabilidad empresarial y, en menor medida, se han considerado factores de componente socio-económico (Gómez-Limón y Arriaza, 2011) y sus efectos colaterales en el desarrollo regional, habiendo ausencia aún de análisis específicos sobre la horticultura y, particularmente, en el caso almeriense.

El presente estudio profundizará, por tanto, en las distintas dimensiones de la horticultura provincial con el esquema de exposición que se detalla a continuación. Previamente, en el segundo apartado se analizará el papel de la agricultura en el desarrollo sostenible basado en diferentes experiencias internacionales. A continuación, en el tercer apartado se describirán los retos actuales para este sector que pueden influir en el adecuado equilibrio multidimensional de la sostenibilidad. Con este marco contextual, en el cuarto apartado se analizarán, considerando subapartados específicos, las contribuciones económicas, sociales y medioambientales de la horticultura intensiva en Almería, así como la determinación del esquema general de sinergias. Después, en el quinto apartado se desarrollará el estudio de indicadores y la estimación de relaciones a través de modelos multivariantes. Finalmente, se expondrán los principales resultados en el apartado de conclusiones y extensiones, así como las implicaciones políticas.

2. El papel de la agricultura en el desarrollo sostenible

Durante las últimas décadas, las ideas sobre sostenibilidad y desarrollo sostenible han sido ampliamente adoptadas como objetivos fundamentales de numerosos organismos internacionales, instituciones de carácter nacional, empresas, entidades de investigación, grupos sociales, comunidades,

etc. A partir de la ya clásica y aceptada definición realizada por la Comisión Brundtland, en su informe «Nuestro futuro común», que define el desarrollo sostenible como «aquel que permite satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas» (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987), una multitud de diferentes conceptos e indicadores se han venido estableciendo, en muchos casos de forma cambiante a lo largo del tiempo (Thompson, 2007; Quental *et al.*, 2011; McLarty *et al.*, 2014).

De este modo, tenemos que las orientaciones de protección medioambiental y ecológica han sido durante bastante tiempo las que han prevalecido en muchos estudios y objetivos sobre sostenibilidad. Más recientemente, se ha puesto de manifiesto la importancia de un desarrollo paralelo desde el punto de vista económico, con sectores productivos que provean de empleo, satisfagan las necesidades de consumo y aseguren niveles de renta adecuados, así como desde el punto de vista social, que enfatiza valores como el bienestar, la seguridad, el capital social y las interrelaciones entre la comunidad (Leiserowitz *et al.*, 2004; Quental *et al.*, 2011; UNRISD, 2014).

A nivel teórico, también se han desarrollado los conceptos de sostenibilidad «fuerte» y «débil», según el grado de sustituibilidad plena o parcial entre los distintos tipos de capital (producido, social y natural). La sostenibilidad fuerte, con una orientación más ecológica, considera que no existe posibilidad de reemplazar los recursos naturales, ya que pertenecen a sistemas naturales de alta complejidad que no se contempla por una visión estrictamente económica (Ekins *et al.*, 2003; Ríos *et al.*, 2005). Mientras que la sostenibilidad débil, tiene un enfoque más económico del desarrollo sostenible y busca incrementar o mantener un nivel de renta suficiente para garantizar el bienestar social o consumo per cápita (Ríos *et al.*, 2005; Lastra Bravo, 2012), mediante la sustitución entre sí de las diferentes formas de capital, manteniendo el capital total constante.

En general, la diversidad de concepciones e indicadores resulta hoy en día enormemente amplia. Como señalan Kates *et al.* (2005, p. 20) «los retos específicos del desarrollo sostenible son al menos tan heterogéneos y complejos como la diversidad de sociedades, actividades productivas del hombre y ecosistemas naturales existentes en el mundo». No obstante, es evidente que cada vez es más aceptado que la sostenibilidad requiere de un desarrollo paralelo de las dimensiones económica, social y medioambiental (Hediger, 2000; Cumbre Mundial del Desarrollo Sostenible, 2002; DFID, 2004; OCDE, 2008; UNRISD, 2014).

En este contexto, son diversos los estudios que muestran el interés por la agricultura, como una de las actividades productivas que puede proveer un desarrollo sostenible con este carácter multidimensional en muchas regiones del ámbito mundial (Pretty *et al.*, 2006; Badgley *et al.*, 2007; Pretty, 2008; IASSTD, 2009; Kassam *et al.*, 2009; Pretty *et al.*, 2011). Esto es debido a que la agricultura no solo es el garante de la alimentación y otros productos básicos, sino también una actividad humana que puede propiciar desarrollo socio-económico mientras que respeta el medio natural y puede proveer de servicios medioambientales (Pretty, 2008; HLPE, 2013). Entre otros, Meijerink y Roza (2007), Kassie y Zikhali (2009), así como Ikerd (2013) resumen varios efectos en diversas experiencias de desarrollo sostenible basadas en agricultura, particularmente donde existe el predominio de las estructuras de tipo familiar:

- Activación de la *economía* de áreas rurales y de territorios en general, a través de la generación de empleo y sostenimiento de rentas, que a su vez implican demandas de productos y servicios dando lugar a un dinamismo económico. En este sentido destaca la ampliación de los efectos a través de encadenamientos con la agroindustria, sector de manufacturas, servicios auxiliares y comercialización, demanda tecnológica, investigaciones aplicadas, etc.¹.
- Generación de servicios *medioambientales*, por el vínculo de la agricultura con el medio natural. Esta faceta se mide tanto en la provisión de una actividad generadora de cultivos, sustitutivos de los autóctonos o nuevos en suelos empobrecidos, como en la conservación y uso más eficiente de los recursos naturales locales, sobre todo frente a otras actividades productivas más depredadoras del medio ambiente y sus recursos.
- Provisión de componentes *sociales* referidos a la calidad de vida, la equidad en la distribución de rentas, la integración, la definición de proyectos colectivos (incluyendo la preocupación medioambiental) y la generación de capital social, en general.

¹ Este aspecto requiere una adecuada valoración económica de la agricultura, ya que tradicionalmente la misma se basa en estadísticas sobre el valor de las cosechas, utilización de la materia prima, precio de venta, etc. implicando una reducida participación en el PIB (Producto Interior Bruto) regional o nacional, así como la escasa consideración del papel que tiene este sector en la redistribución de las rentas con otras actividades relacionadas (Pretty, 2008).

Pese a que muchos estudios en este campo han relacionado la sostenibilidad en la agricultura principalmente con los métodos de producción respetuosa con el medio ambiente –ecológica, producción integrada, conservación en agricultura, etc.– (Pretty *et al.*, 2006; Kassam *et al.*, 2009), el carácter multidimensional y las contribuciones del sector agrario, en los términos anteriormente descritos, vienen siendo también ampliamente reconocidos (Ikerd 1993; Rigby and Cáceres, 2001; DFID, 2004; Naylor, 2009; Dillon *et al.*, 2010; Darnhofer *et al.*, 2010a; Koohafkan *et al.*, 2011). Por ejemplo, Ikerd (1993, p. 30) considera que un sistema agrario sostenible debe ser «conservador de recursos, soporte de una estructura social, comercialmente competitivo y respetuoso medioambientalmente». Las interrelaciones entre las dimensiones son evidentes, puesto que la sostenibilidad ambiental y social dependen de la económica, la cual debe proveer de reinversión para el mantenimiento de los recursos y un adecuado nivel de vida de las personas involucradas en el proceso productivo (DFID, 2004; Naylor, 2009). Autores como Psarikidou y Szerszynski (2012) o Wirén-Lehr (2001) apuntan el vacío analítico que, durante mucho tiempo, ha existido sobre el tratamiento multidimensional de la sostenibilidad en la actividad agraria que, sin embargo, requiere un análisis paralelo de los distintos componentes, así como de sus posibles interdependencias y sinergias (McLarty *et al.*, 2014).

En la misma línea, en su comunicación *A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development*, la Comisión Europea (2001, p. 3) indica la relevancia de sinergias entre los distintos componentes y la necesidad de un balance apropiado entre los mismos: «los objetivos económicos, sociales y medioambientales pueden desarrollar un determinado grado de sinergias. Sin embargo, dichos objetivos no son siempre soporte unos de otros y pueden incluso competir entre ellos. En estos casos, el concepto de sostenibilidad se refiere al correcto equilibrio entre los tres elementos»².

En general, es cada vez más aceptado que uno de los principales retos de los sistemas agrarios actuales es ese adecuado equilibrio y desarrollo paralelo,

² De forma más amplia estos conceptos se recogen en la «Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea» de 2001 (documento revisado posteriormente en 2006), que supone un marco para promover la sostenibilidad a largo plazo en la que el crecimiento económico, la cohesión social y la protección medioambiental deben desarrollarse paralelamente y potenciarse mutuamente. Con base en dicho marco europeo, los países miembros han ido elaborando sus estrategias específicas y, en el caso español, se aprobó en 2007 la «Estrategia Española de Desarrollo Sostenible» y, más recientemente en 2010, el «Primer Programa de Desarrollo Rural Sostenible para el período 2010-2014» (Real Decreto 752/2010), ambos del Ministerio de la Presidencia, recogiendo este último una diversidad de sistemas de ayudas para la consecución de los distintos objetivos de sostenibilidad en áreas rurales. También, en el ámbito andaluz, la Consejería de Medio Ambiente en 2003 aprobó la «Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible», donde se plantean los retos particulares de esta región para la consecución de sostenibilidad a largo plazo.

los cuáles difícilmente podrán tener lugar si no existe un cierto efecto sinérgico entre las tres dimensiones de sostenibilidad (DFID, 2004; Darnhofer *et al.*, 2010a; Galdeano-Gómez *et al.*, 2013).

Sin embargo, actualmente el desarrollo basado en la agricultura, sobre todo para estructuras de pequeñas empresas y explotaciones, se ve afectado por una serie de variables de mercado y de política comercial (Naylor, 2009) que influyen en los objetivos de sostenibilidad. Así, durante las últimas décadas y, especialmente en el caso de Europa, diversas estrategias de desarrollo para las áreas rurales vienen mostrando la dificultad en la «sostenibilidad económica» de la agricultura, al menos como sector que individualmente pueda generar un amplio desarrollo socio-económico (Terluin, 2003; Ward *et al.*, 2005). El contexto de la liberalización comercial viene haciendo complicado que dicho sector sea competitivo y al mismo tiempo pueda proveer productos de calidad, en especial mediante el uso de prácticas respetuosas con el medio ambiente (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008; D'Oultremont, 2011).

Adicionalmente, en el caso de los países europeos, como ocurre en otras zonas industrializadas del mundo, la reducida contribución de la agricultura al Producto Interior Bruto (PIB) conduce a asumir que la agricultura es escasamente relevante para las economías desarrolladas, aunque dicha percepción puede deberse principalmente a no considerar los efectos sobre la sostenibilidad en todas sus dimensiones, como es el encadenamiento con otras actividades del ámbito regional y del entorno social (Pretty, 2008). Además, se trata de un sector soportado usualmente con importantes apoyos públicos, cuestionando también su capacidad de adaptación y resiliencia para generar una sostenibilidad a largo plazo (IASSTD, 2009; Darnhofer *et al.*, 2010b; Silici *et al.*, 2011).

Por tanto, en este marco contextual, se evidencia que son numerosos los retos atribuibles al desarrollo sostenible con base en la agricultura. A la vez, se pone de manifiesto nuevamente que tanto los procesos de análisis como los de adopción de estrategias deben basarse en la práctica y realizar una aproximación holística, dada la heterogeneidad de actividades productivas, de componentes medioambientales y de implicaciones socio-económicas (Darnhofer *et al.*, 2010a; Ikerd, 2013).

3. Los retos para la sostenibilidad en el sistema agroalimentario actual

En el caso de la agricultura, la idea de sostenibilidad es a menudo más rigurosa que la considerada para otros sectores productivos (Robertson y Swinton, 2005), dado que esta actividad tiene tradicionalmente diversas connotaciones de carácter social (p. ej. el desarrollo en áreas rurales y la provisión de productos alimentarios) y de tipo medioambiental (p. ej. el uso de recursos naturales básicos: tierra, agua, etc.). Ello implica requerimientos importantes de gestión para un balance adecuado entre la obtención de alimentos y otros productos básicos, y las limitaciones de recursos naturales.

Estos problemas tradicionales para la gestión sostenible de la agricultura se ven afectados actualmente por otra serie de factores derivados del crecimiento económico y la internacionalización. Así, además de la crisis financiera internacional, los cambios en las políticas agroalimentarias y en las regulaciones ambientales, tenemos que la actual estructura del mercado impone retos adicionales sobre los diferentes subsectores agrarios, que inevitablemente inciden en la percepción de sostenibilidad (Robertson y Swinton, 2005; Naylor, 2009). De hecho, el sistema agroalimentario viene experimentando durante las últimas décadas importantes transformaciones a escala internacional. Entre los factores que vienen influyendo en dichos cambios, podemos destacar los siguientes (Weis, 2007; Naylor, 2009; Galdeano-Gómez *et al.*, 2013): nuevos requerimientos en la demanda y reestructuración en la distribución internacional de productos agrarios.

Respecto a los primeros, la demanda de productos de calidad y valores añadidos (envasado, presentación, rapidez en la entrega, garantía de oferta, etc.) tiende a incrementarse tanto en cantidad como en diversidad a medida que existe mayor nivel de renta. En el tema de la calidad, los consumidores conceden creciente importancia a las cuestiones de salubridad y a los métodos de producción respetuosa con el medio ambiente (Carpentier y Ervin, 2002). Claramente, esas condiciones de la demanda son un incentivo para una producción más agro-ecológica, pero, por otra parte, la misma tiene que ser complementada con la posibilidad de incorporar otros valores añadidos para poder competir en mercados cada vez más exigentes sobre estos atributos (d'Oultremont, 2011).

En cuanto a la distribución y la creciente internacionalización han afectado, si cabe con más intensidad que los anteriores, al sector agroalimentario,

entre otros por los procesos de liberalización comercial, que vienen propiciando el desarrollo de grandes cadenas de distribución (supermercados, hipermercados, etc.) a escala internacional (Weis, 2007). Ello ha supuesto que muchos sistemas agrarios, particularmente aquellos basados en explotaciones y empresas de pequeña dimensión, tengan que replantear su actividad, puesto que tienen dificultades para competir en un mercado mucho más amplio y concentrado en determinadas fases de la comercialización.

Por ejemplo, en el caso de la producción hortofrutícola, esta se ve cada vez más influida por el mercado internacional en temas de precios, estándares de calidad o influencia de la gran distribución (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010, 2015). Especialmente en las regiones mediterráneas, donde la estructura suele ser de empresas familiares de pequeña escala, los factores anteriores, junto a los efectos adicionales de los cambios en la política comercial y las consecuencias de la crisis financiera, en su conjunto generan incertidumbre sobre el futuro de estos sistemas agrarios (Darnhofer *et al.*, 2010b).

Como consecuencia de la dificultad para alcanzar la competitividad en este nuevo entorno, diversas estrategias de desarrollo, sobre todo en el caso de la Unión Europea, vienen planteándose el dilema de la continuidad o no del soporte tradicional al sector agrario, que constituye el primer pilar de la Política Agraria Común (PAC), así como cambios en las políticas de desarrollo rural, en las que el sector agrario tiende a perder importancia (Ward *et al.*, 2005).

Por tanto, durante las últimas décadas, las líneas de acción de las políticas socio-económicas y de desarrollo regional en las zonas rurales europeas vienen implicando una reducción de la superficie de cultivo, del empleo en el sector y la redimensión de la actividad agraria, con un enfoque hacia la multifuncionalidad territorial más que a la sectorial.³ El crecimiento económico se viene asociando a la diversificación en producción y consumo (turismo, ocio, oferta de productos locales típicos, conservación del entorno natural, etc.), en la que la agricultura ya no es la fuerza conductora de la economía (Van der Ploeg *et al.*, 2000; Brouwer, 2004). La tendencia generalizada es la identificación del menor valor del sector agrario para promover el desarrollo socio-económico

³ En este contexto, sin embargo, el concepto de multifuncionalidad de la actividad agraria está estrechamente ligado al desarrollo sostenible de las áreas rurales (Caron *et al.*, 2008). Por ejemplo, en el marco de la PAC se refiere a las aportaciones sociales, territoriales y ambientales adicionales, que además de la producción, puede proporcionar la agricultura. No obstante, esta concepción se ha utilizado principalmente, en las últimas décadas, como elemento de justificación para dar continuidad al soporte de rentas de los productores agrarios (Hediger y Lehmann, 2007), siendo la orientación ambiental la que ha cobrado también más énfasis. En cualquier caso, es evidente que la agricultura debe ser multifuncional (como una característica del proceso productivo) para ser sostenible (como un principio normativo) y se trata de objetivos complementarios (Hediger y Knickel, 2009). De hecho, como se expone en el texto, en los objetivos propuestos en la última reforma de la PAC en 2013, se desprende una visión integrada de ambos conceptos para superar ciertos problemas de la agricultura europea.

en los espacios rurales (Terluin, 2003; Bryden y Hart, 2004), cuestionando también la capacidad del sector para ser competitivo y al mismo tiempo sostenible medioambientalmente (Robertson and Swinton, 2005; d'Oultremont, 2011).

En este contexto de sostenibilidad, además se considera que la competitividad no debería depender de los subsidios o apoyos públicos, puesto que ello tiene incidencias sobre el denominado «comercio justo», como componente característico del desarrollo sostenible (World Bank, 2003; OECD, 2006). De hecho, en las décadas recientes se observa como muchos subsidios agrarios en los países desarrollados (precios, producción, insumos, etc.) vienen teniendo un efecto negativo sobre la sostenibilidad medioambiental del sector (DFID, 2004; IASSTD, 2009). Por ejemplo, d'Oultremont (2011) señala como las subvenciones de la PAC y sus sistemas de protección, han generado distorsiones y una competencia desleal en el mercado internacional. Por tanto, un sistema agrario debería ser considerado «sosteniblemente competitivo» cuando muestre capacidad para mantenerse por sí mismo (sin apoyo público o externo) en el tiempo.

No obstante, las propuestas de la última reforma de la PAC (iniciada 2013) recogen gran parte de esta problemática, agrupada en tres estrategias básicas sobre la agricultura para los próximos años (European Commission, 2010), que de forma resumida son:

- *La producción de alimentos viable.* Contribuir a los ingresos agrícolas y limitar su variabilidad. Mejorar la competitividad del sector agrícola y aumentar su cuota de valor en la cadena alimentaria, debido a que el agrícola está muy fragmentado en comparación con otros sectores de dicha cadena que están mejor organizados y tienen, por tanto, un fuerte poder de negociación. Además de la competencia a la que se enfrentan los agricultores europeos en el mercado mundial teniendo, al mismo tiempo, que respetar un alto nivel de exigencia relacionado con el medio ambiente, la seguridad alimentaria y la calidad solicitadas por los ciudadanos europeos.
- *La gestión sostenible de los recursos naturales y la acción del clima.* Para garantizar prácticas de producción sostenible y asegurar un mayor suministro de bienes públicos medioambientales. Fomentar el creci-

miento «verde» a través de la innovación que requiere la adopción de nuevas tecnologías, desarrollo de nuevos productos, cambios en los procesos de producción y el apoyo a los nuevos patrones de la demanda, especialmente en el contexto de la bioeconomía emergente. Proseguir la mitigación del cambio climático y las medidas de adaptación, lo que permitirá a la agricultura responder mejor a dichas variaciones del clima.

- *Desarrollo territorial equilibrado.* Apoyar el empleo rural y el mantenimiento del tejido social de las zonas rurales. Mejorar la economía rural y promover la diversificación de los actores locales para desbloquear su potencial y optimizar el uso de recursos locales adicionales. Mejorar las condiciones para las pequeñas explotaciones y desarrollar los mercados locales, ya que en Europa, las estructuras agrícolas y los sistemas de producción heterogéneos contribuyen a la atracción y a la identidad de las regiones rurales.

Todo este conjunto de factores lleva a considerar que los retos para la sostenibilidad de muchos sistemas agrarios son numerosos y diversos, que se pueden agrupar desde las perspectivas productiva, medioambiental y socio-económica (Robertson y Swinton, 2005; Naylor, 2009), y que en gran medida se corresponden, en el caso europeo, con los retos estratégicos propuestos en la actual reforma de la PAC (Tabla 1).

Tabla 1. Retos para la sostenibilidad del sector agrario en el contexto actual

Punto de vista productivo (Producción de alimentos viable)	Punto de vista medioambiental (Gestión sostenible de recursos naturales)	Punto de vista socio-económico (Desarrollo territorial equilibrado)
<ul style="list-style-type: none"> • Productividad y competitividad suficientes para el autosostenimiento del sector. • Productos adaptados a los requerimientos de la demanda: valor añadido, calidad, etc. • Tecnológicamente desarrollado y con capacidad de innovación (p. ej. generadores de eco-eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado y eficiente uso de recursos naturales: agua, suelo, etc. • Prácticas respetuosas con el medio ambiente (reducción de externalidades negativas). • Tendencia a una producción agroecológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Base para un desarrollo local o regional. • Capacidad para una distribución amplia del bienestar. • Generación de estructuras productivas de marcado carácter social (explotaciones familiares, cooperativas, etc.).

Fuente: Robertson y Swinton (2005), Naylor (2009) y European Commission (2010). Elaboración propia.

Sin duda, la integración de los distintos elementos desde las perspectivas expuestas requiere, en la mayoría de los casos, gran capacidad de adaptación de los diversos sistemas agrarios. Al mismo tiempo, se desprende que la forma en la que tengan lugar los procesos de adaptación va a estar estrechamente ligada a la consecución de la sostenibilidad, especialmente en el desarrollo paralelo y en los efectos sinérgicos entre las dimensiones de la misma. Con ese marco, en el siguiente apartado se analiza cómo se han afrontado los mencionados retos en el caso del desarrollo de la horticultura de Almería.

4. Componentes del desarrollo sostenible en la horticultura almeriense

4.1. Contribuciones económicas de una especialización productiva. Competitividad y autosostenimiento

La provincia de Almería se ha caracterizado en las últimas décadas por un crecimiento económico derivado de una marcada especialización en agricultura. La importancia del sector agrario en la estructura productiva provincial desde finales de los años sesenta, prácticamente, se ha mantenido hasta el presente. Aproximadamente el 24 % del PIB almeriense depende directamente de la producción agraria, fundamentalmente de la horticultura intensiva, y el empleo agrario representa el 28 % del total provincial. Estos porcentajes son mucho más altos que la media en el contexto nacional y europeo. Además, la tendencia general de pérdida de importancia económica del sector agrario, propia de la mayoría de las regiones europeas, viene siendo poco significativa en Almería, que, por el contrario, ha intensificado su especialización en este sector. De hecho, el índice de especialización agraria se incrementó considerablemente de 1969 a 1979 debido a la expansión de la horticultura en invernadero, manteniendo niveles muy elevados desde entonces (Gráfico 1).

Actualmente, la producción anual de hortalizas supone alrededor de tres millones de toneladas, haciendo que Almería sea la principal provincia productora hortofrutícola de España (que es el quinto país en producción mundial), representando alrededor del 25 % del total nacional. En cualquier caso, se trata de una especialización tradicional en varios productos: tomate, pimiento, calabacín, berenjena, judía, sandía y melón. Son producciones con las que se suele rotar en las explotaciones (2-3 cultivos por año), pero aplicando tecnologías similares, de tipo intensivo en invernadero principalmente, lo que ha permitido

un aumento del conocimiento y una constante innovación tecnológica, incluida la ligada al ahorro del uso de recursos naturales y el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008).

Gráfico 1. Índice de especialización del PIB en Almería comparado con la media española entre 1959 y 2005



Fuente: Aznar-Sánchez *et al.* (2011).

Uno de los indicadores más representativos de la competitividad de este sector es su capacidad exportadora. Las ventas a los mercados internacionales no comienzan de forma significativa hasta finales de los años setenta y en 1980 solo representaban el 9 % de la producción total. Sin embargo, en décadas posteriores las exportaciones fueron aumentando significativamente y actualmente representan alrededor del 67 % de la producción hortofrutícola almeriense. Durante las dos últimas décadas esta provincia se ha convertido en la mayor exportadora nacional, representando actualmente un 30 % (en términos medios de las producciones indicadas) de la exportación de hortalizas frescas españolas. Este carácter exportador, además de ser un elemento adicional para impulsar la innovación tecnológica, viene constituyendo un factor determinante para el desarrollo de organizaciones comerciales, como son las cooperativas, y de empresas de servicios auxiliares a la agricultura, para el suministro de insumos y la incorporación de valores añadidos al producto (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011).

Sin embargo, los indicadores mencionados podrían no ser relevantes si no hubiesen implicado un autosostenimiento del sector sin soporte externo. De este modo, a diferencia de otros sectores agrarios europeos, en los que el soporte de la PAC viene jugando un papel enormemente relevante (cereales, lácteos, vacuno, azúcar, etc.), la horticultura intensiva de Almería se ha venido desarrollando gracias a la inversión y el capital familiar, con escasos o nulos subsidios (Galdeano-Gómez *et al.*, 2011). Así, pese a la incorporación de España en la Comunidad Económica Europea en 1986 (cuando el sector ya había alcanzado un desarrollo importante), fueron numerosas las restricciones que se impusieron mediante el establecimiento de un período transitorio de diez años. No fue hasta el final de dicho período y, fundamentalmente, con la Organización Común de Mercados de Frutas y Hortalizas en 1996, cuando se empezaron a recibir las primeras subvenciones. Dichas ayudas (esencialmente a través de los denominados Programas Operativos) se pueden considerar, en general, relativamente reducidas y se han dirigido especialmente a la mejora de calidad y el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Por tanto, mientras que para otras producciones y para determinadas regiones españolas, las ayudas de la PAC representan alrededor de un 35 % del valor de producción y del ingreso de las explotaciones, para el sector de las frutas y hortalizas las mismas no suponen más del 2 %; y en el caso específico de Almería dichas subvenciones solo representan un 1,6 % de la renta agraria (Tabla 2). Esta escasa presencia de soporte externo, por otra parte, ha venido siendo un acicate para aumentar la capacidad organizativa y las interrelaciones entre las distintas actividades para resolver los problemas financieros, de suministros de insumos y de comercialización.

Tabla 2. Subvenciones agrarias en Almería en comparación con Andalucía y España

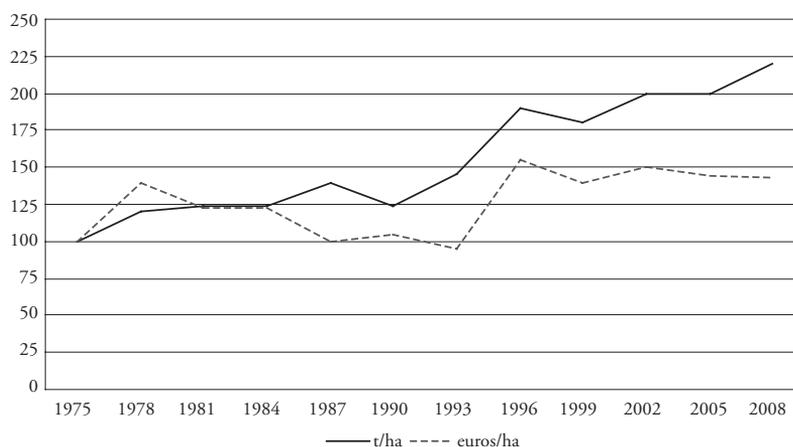
	Almería	Andalucía	España	Almería/Andalucía (%)	Almería/España (%)
Renta agraria (mill. de euros)	1.767	7.546	23.814	23,4	7,4
Subvenciones (mill. de euros)	28	1.561	3.078	1,8	1,3
Subvenciones sobre renta (%)	1,58	20,68	12,92		

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca (2010); Galdeano Gómez *et al.* (2013). Elaboración propia.

En definitiva, la especialización productiva expuesta tiene diferentes efectos sobre las dimensiones de sostenibilidad. El positivo impacto económico,

sin duda, es el efecto más directo que se desprende de las cifras indicadas. El Gráfico 2 muestra la evolución de los rendimientos de producción (en toneladas por hectárea) y económicos en términos reales o constantes (en euros por hectárea) desde 1975, con un índice que toma dicho año como base. Pero, además de asegurar unos niveles de renta a los productores, este logro económico se ha conseguido sin soporte externo, permitiendo una adecuada competitividad (sector sosteniblemente competitivo), con una destacada presencia en el mercado doméstico y, sobre todo, en el internacional. Esta circunstancia ha servido, además, como estímulo para los cambios tecnológicos y, como mostraremos más adelante, para aumentar la diversidad de actividades productivas ligadas a la agricultura.

Gráfico 2. Evolución del índice de rendimientos productivos y económicos (1975=100)



Fuente: Fundación Cajamar (2011). Elaboración propia.

Respecto a la dimensión *medioambiental*, podemos considerar impactos diferenciados. En las primeras décadas de este desarrollo, los incrementos de producción han afectado fundamentalmente al aumento del uso de recursos naturales. Sin embargo, la especialización productiva ha incidido progresivamente en un desarrollo tecnológico encaminado especialmente a un uso más eficiente de dichos recursos (eco-eficiencia) y a la reducción de externalidades negativas, como mostraremos en el siguiente apartado. En las últimas décadas, el mantenimiento de la competitividad (especialmente la obtención

de productos diferenciados) se ha relacionado estrechamente con una mayor tendencia hacia las prácticas agro-ecológicas.

Desde el punto de vista de la dimensión *social*, la capacidad productiva ha permitido mantener la estructura de pequeñas explotaciones familiares. Al mismo tiempo, se ha producido un aumento del conocimiento y de la capacidad de adaptación, así como mayor capital social, especialmente a través de la constitución de cooperativas y organizaciones comerciales de productores necesarias para canalizar los aumentos de producción e incorporar valores añadidos al producto.

4.2. Componentes medioambientales y adaptación para la gestión sostenible en agricultura

La agricultura intensiva en Almería constituye la mayor transformación agraria que España ha experimentado en las últimas décadas, y su impacto sobre el medio ambiente y el uso de recursos se relacionan directamente con la tecnología empleada en este tipo de horticultura. En primer lugar, debemos tener en cuenta que estos cultivos se establecieron en un terreno semiárido gracias al aprovechamiento de acuíferos subterráneos que pudieron abastecer el desarrollo inicial. Un primer paso en el avance tecnológico tuvo lugar al implementar la técnica agrícola llamada «enarenado», consistente en cubrir el suelo con una capa de arena. Esta técnica transformó por completo unas tierras poco productivas en explotaciones prósperas con mayores rendimientos en las cosechas y un alto índice de precocidad (Tout, 1990). Más tarde se empezaron a construir los primeros invernaderos de plástico con el fin de proteger las cosechas de los fuertes vientos y bajas temperaturas invernales. De esta forma, los cultivos hortofrutícolas siguieron aumentando tanto la productividad como la precocidad, la calidad y la conservación del agua. Además, el clima en esta región viene propiciando el cultivo en unos invernaderos cuya estructura es extremadamente simple y que no requieren inversiones adicionales en sistemas de control de clima ni en los gastos energéticos que estos conllevan en otros lugares. Por ejemplo, se estima que los invernaderos en Almería requieren un uso de energía unas 22 veces menor que en los Países Bajos (Valera *et al.*, 2014).

No obstante, en su primera etapa la horticultura intensiva se desarrolló sin planificación territorial alguna y el vertiginoso crecimiento del sector

generó diversas externalidades negativas (Ferraro, 2000). Entre estas caben destacar la sobreexplotación y la contaminación de los acuíferos, la extracción de arena y el vertido incontrolado de residuos orgánicos e inorgánicos, como plásticos, envases, etc. (Gómez, 2003).

Desde el punto de vista hidrológico, la rápida expansión de la superficie dedicada al cultivo en invernaderos ejerció una enorme presión sobre el suministro hídrico, que se manifestó cuando señales inequívocas de degradación empezaron a aparecer en los acuíferos, como por ejemplo la progresiva salinización de los más próximos a la costa (Tout, 1990). Este problema empezó a resolverse a finales de la década de los 80 con la introducción generalizada de sistemas de ahorro de agua (riego por goteo, hidroponía, etc.) y con un mayor suministro gracias a las plantas desalinizadoras, los pantanos y el reciclaje del agua. A la vez, aumentan los estudios especializados sobre la capacidad y la evolución de los acuíferos, trabajando hacia el objetivo común de establecer un marco apropiado para regular la demanda (Ferraro, 2000; Downward y Taylor, 2007; Galdeano-Gómez *et al.*, 2008). Actualmente, Almería es la provincia con sistemas de irrigación más tecnificados y eficientes de España, donde los sistemas de riego por goteo están ampliamente implementados y donde las técnicas de tratamiento y reutilización del agua se aplican cada vez más. Factores que tienen también claros efectos económicos; de hecho, diversos estudios (Fernández *et al.*, 2007; Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2013) muestran como la rentabilidad generada por m³ de agua en los invernaderos de Almería es casi doce veces mayor que la obtenida en cultivos hortícolas a campo abierto y, también, seis veces superior a la rentabilidad media generada en la agricultura con sistemas de regadío del conjunto nacional (Fernández *et al.*, 2007).

Asimismo, cabe mencionar que desde principios de los años 2000 la superficie invernada apenas ha aumentado. Esta contención se debe a varios factores, tales como el mayor coste de los *inputs* (mano de obra, semillas, etc.) y una tendencia a la estabilización de los precios de venta de los productos hortofrutícolas. Ante esta situación los agricultores han respondido con una mayor inversión en tecnología, con el fin de incrementar la productividad, por un lado, y de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, por el otro.

Las externalidades negativas derivadas del uso de la arena (el deterioro de la zona costera) también empezaron a corregirse a finales de los años 80. Esta actuación correctora fue el resultado de una serie de restricciones sobre el

uso de este recurso y de la progresiva sustitución del ‘enarenado’ con sistemas sin suelo o hidropónicos, que, a su vez, han complementado las técnicas de eficiencia en el uso del agua.

Por otra parte, varias medidas correctivas se han aplicado para reducir los vertidos, los residuos y el uso de pesticidas. Por ejemplo, diferentes Planes de Higiene Rural se han implementado para mejorar la recogida de distintos tipos de residuos y su posterior tratamiento (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Ayuntamiento de Níjar, 2009), lo que ha aliviado bastante esta problemática (Gómez, 2003; Tolón y Lastra, 2010).

También cabe destacar la creciente conciencia de los agricultores de la necesidad de mantener el entorno limpio, particularmente como resultado de la incorporación de las técnicas de control biológico y el tratamiento de las plagas en los cultivos. La amplia adopción de técnicas de producción respetuosas con el medio ambiente se aprecia en el hecho de que en solo tres años (2006-2009) el Control Integrado de Plagas, conocido comúnmente como «Producción Integrada» (PI), fue ampliamente adoptado para los principales cultivos, representando casi el 80 % de la superficie hortícola en 2009 (Beltrán *et al.*, 2010). De hecho, Almería se ha convertido en el principal área mundial que usa este sistema, por delante de países como Holanda e Israel (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010). El resultado más notable de la implementación de la PI ha sido la caída espectacular en el uso de productos fitosanitarios y la casi total eliminación de los residuos químicos (Van der Bloom, 2010). Además, la producción hortícola ecológica se ha incrementado de manera importante en los últimos años, aproximándose al 7 % de toda la superficie invernada, y siendo el mayor volumen de horticultura orgánica en la región mediterránea española (Fundación Cajamar, 2011). Ninguna de estas modificaciones se habría producido sin un cambio de actitud por parte de los agricultores o titulares de estas explotaciones mayoritariamente familiares. De hecho, Medina (2009) subraya la mayor conciencia de los agricultores almerienses en comparación con los de otras áreas de España.

Estudios más recientes muestran como estas prácticas más ecológicas (PI y ecológico) suponen un 93 % de la superficie cultivada (Valera *et al.*, 2014)

Otra cuestión medioambiental que suele concernir a los analistas es el cambiante paisaje como consecuencia de la extensión del área invernada. La superficie del terreno que se dedica a la horticultura intensiva en invernaderos ha crecido de forma espectacular a lo largo de los últimos 40 años, pasando de apenas 3.000 ha en 1970 hasta unas 30.000 ha en 2014.

Tabla 3. Producción Integrada y porcentaje de determinados cultivos hortícolas en Almería (campaña 2008-2009)

Cultivo	Superficie (hectáreas)	Porcentaje
Pimiento	8.202	73,1
Melón	5.200	90,2
Sandía	4.808	43,2
Pepino	4.551	32,8
Berenjena	1.495	42,1

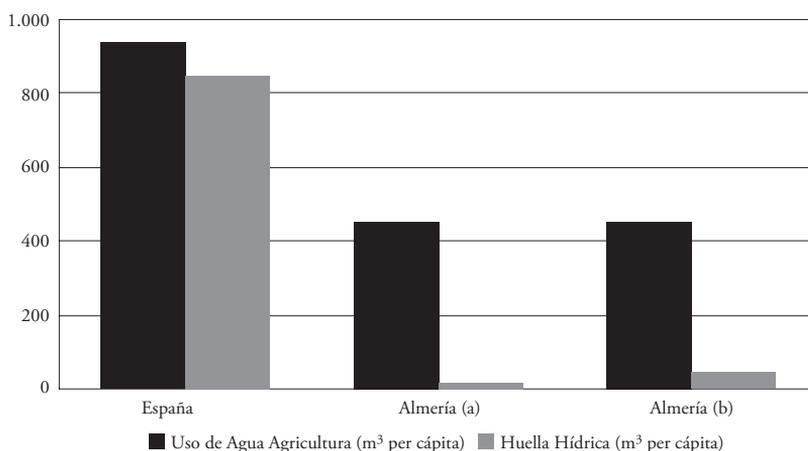
Fuente: Beltrán *et al.* (2010).

Esta cifra convertida a Almería en la provincia española con mayor superficie de cultivos invernados. No obstante, esta considerable transformación del paisaje ha tenido lugar en un área semiárida, prácticamente desértica que antes albergaba algún que otro rebaño de cabras (Downward y Taylor, 2007) y, por lo tanto, la llamada degradación del paisaje puede ser vista desde otra perspectiva por los agricultores y habitantes locales. También, los efectos de la erosión por lluvias torrenciales y fuertes vientos, característicos de las regiones semiáridas, se han reducido por el desarrollo de las explotaciones agrícolas, a la vez que se ha canalizado mejor el aprovechamiento del agua de lluvia por la instalación de estructuras de captación y almacenamiento de esta en dichas explotaciones (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2010).

En este sentido, conjugando diversos elementos antes expuestos, hay que mencionar que uno de los indicadores que viene cobrando fuerza por los ambientalistas (desde el trabajo de Rees y Wackernagel, 1996) es la llamada «huella ecológica», basada en el cálculo del impacto que ejerce una cierta comunidad humana, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados, para el mantenimiento de un modelo de producción y el consumo de esa comunidad. De modo análogo a ese concepto, aparece la denominada «huella hídrica», pero de forma más específica para el recurso agua y estimada (como valor absoluto) con la utilización de otros parámetros. En este caso, se utiliza el concepto de «agua virtual» (Allan, 1999), que es el volumen de agua dulce empleado para obtener un bien o servicio, desde el origen hasta el consumo, incluyendo todas las fases de la cadena (usando los nombres de agua azul, verde y gris), así como el balance en términos de importación y exportación de agua virtual. De forma resumida, ello supone medir el balance hídrico tanto en términos de uso en un sistema productivo como en términos de aporte de producto final para el consumo, que puede ser tanto interno o

externo al área, región o país donde está localizado dicho sistema, en este caso el sector hortícola. De este modo, el balance medioambiental será más equilibrado a medida que el indicador de huella hídrica sea menor y viceversa. En el gráfico siguiente se muestran datos comparativos de la huella hídrica para la agricultura en el conjunto nacional y de la horticultura de Almería, esta última en base a las estimaciones realizadas por Tolón Becerra *et al.* (2013).

Gráfico 3. Comparativa del uso de agua y huella hídrica en la agricultura de España y en la horticultura de Almería. En miles de m³ per cápita



Fuente: Sotelo Navalpotro *et al.* (2011), Tolón Becerra *et al.* (2013). Elaboración propia.

Como se aprecia, la huella hídrica de nuestro sector hortícola es enormemente reducida en comparación con el conjunto de la agricultura española, situándose entre los 17,21 (a) y 44,14 (b) miles de m³ (dependiendo de los dos métodos aplicados por Tolón Becerra *et al.*, 2013), frente a los 844,69 miles de m³ per cápita de España. Ello viene determinado por dos factores fundamentales:

- Por el uso eficiente de agua, con un gasto per cápita de este recurso que representa menos de la mitad de la que se utiliza en términos medios en el sector de la agricultura de España (453,60 m³ frente a los 937,34 m³).

- Por el aporte de un volumen de productos (con alto rendimiento por unidad de superficie) para el consumo de una elevada cantidad de población, en su mayor parte externa a este sector (agua virtual exportada). Como se indica en el trabajo de Tolón Becerra *et al.* (2013: 77): «el agua utilizada en una zona productiva con menos de 250.000 habitantes obtiene productos alimentarios que son consumidos por 53.000.000 de personas».

Otro factor importante de este desarrollo que merece ser resaltado es que la alta concentración de invernaderos parece haber tenido un impacto positivo en la lucha para combatir el cambio climático. La existencia de invernaderos en la provincia de Almería ha tenido un efecto positivo tanto en la reducción de CO₂, que es absorbido por los cultivos, como en la disminución de temperaturas, actuando como un freno sobre el calentamiento atmosférico. Según Campra *et al.* (2008), el efecto «albedo» generado por la cubierta plástica de los invernaderos ha reducido las temperaturas en el Poniente almeriense en 0,75 grados de 1983 a 2006. Sus datos sobre SWRF (*surface shortwave radiative forcing*) y las tendencias locales de temperaturas indican que el reciente desarrollo de la horticultura en invernaderos en esta zona puede haber compensado las señales de calentamiento que se asocian con el incremento de gases de «efecto invernadero»⁴.

El resultado de todo lo expuesto es una mejora constante en el uso de recursos y una tendencia a adoptar prácticas que implican el uso eficiente de los recursos naturales y el respeto hacia el medio ambiente (Sánchez-Picón *et al.*, 2011; Fundación Cajamar, 2014).

De forma más concreta, se puede apreciar un proceso de adaptación con unas implicaciones interrelacionadas sobre las dimensiones de sostenibilidad. En este caso, particularmente desde la dimensión *ecológica* o *medioambiental*, se desprenden importantes cambios en las tecnologías y las prácticas dirigidas a reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y, en general, a fomentar los procesos agroecológicos, que incluso logran paliar los efectos del cambio climático. En gran medida, podemos considerar que estos efectos son característicos de la llamada «intensificación agraria sostenible» (Pretty *et al.*, 2011).

Desde la dimensión *económica*, esta intensificación sostenible ha permitido producir con mayores rendimientos, lo que, basándose en tecnologías de

⁴ Este hecho ha llevado a utilizar, en distintos foros académicos, la paradigmática frase: «Los invernaderos de Almería contribuyen a reducir el efecto invernadero» (Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010).

uso eficiente de *inputs* naturales, ha permitido mejorar o mantener la rentabilidad de las pequeñas explotaciones familiares. Al mismo tiempo, la orientación hacia una producción más ecológica viene permitiendo mantener niveles de competitividad, dadas las crecientes exigencias de salubridad y calidad en los mercados consumidores. Adicionalmente, se ha generado un sector de empresas auxiliares para el suministro de factores de producción y el asesoramiento en control biológico y producción ecológica para esta actividad hortícola.

Desde la dimensión *social*, el capital social ha aumentado, a medida que las organizaciones de comercialización locales, en muchos casos con participación societaria de productores (cooperativas y sociedades agrarias de transformación, SAT) o estrechamente ligadas a la producción (subastas o alhóndigas), han ido liderando la implementación de la mayoría de los cambios tecnológicos que se han producido en términos de calidad y prácticas respetuosas con el medio ambiente. Además, la reducción de los impactos negativos dentro y fuera de los invernaderos ha permitido unas condiciones más saludables para los trabajadores implicados en las actividades hortofrutícolas.

4.3. Dimensión social. Componentes del desarrollo endógeno y la resiliencia del sistema

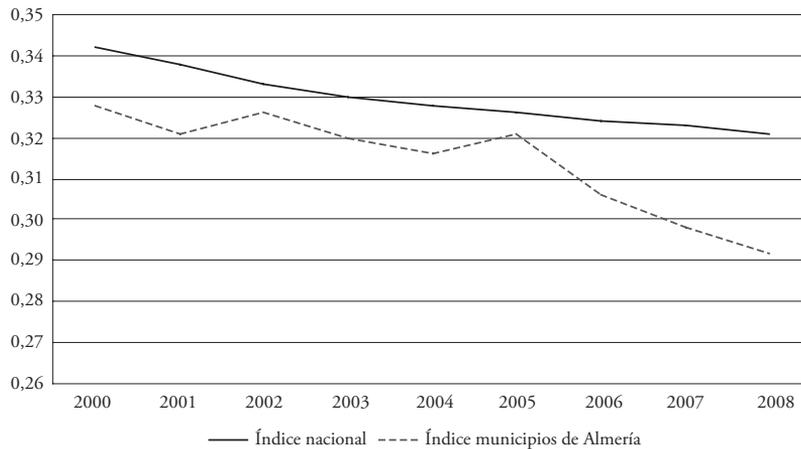
Una de las características más relevantes del desarrollo de la agricultura intensiva en Almería es su naturaleza social y el hecho de que representa un amplio desarrollo de la economía provincial en su conjunto, generando pocas disparidades en cuanto a niveles de ingresos y bienestar.

Este hecho se puede apreciar con estimaciones realizadas del denominado Índice de Gini, usualmente utilizado para medir la equidad distributiva de los ingresos entre la población, considerando el intervalo 0 (igualdad máxima) y 1 (desigualdad máxima). Los resultados muestran valores medios más cercanos a cero en los municipios de Almería (de la zona del Poniente, del Levante y la capital) con mayor concentración de la agricultura intensiva, en comparación con la media española para el período 2000-2008 (pese a coincidir dicho período con el de menor desigualdad económica en la historia de nuestro país). Así, se observa una media en esos años de 0,302 para Almería, frente al 0,334 para España como media del mismo período.

En otros términos, podemos hablar de una relación (directa o indirecta) de una amplia proporción de la sociedad almeriense con este sector produc-

tivo, el cual viene contribuyendo a un importante efecto redistributivo en la generación de renta económica.

Gráfico 4. Comparativa del Índice de Gini de desigualdad en la distribución de rentas entre la media española y los municipios almerienses



* Valores en el intervalo (0,1): 0=igualdad máxima; 1=desigualdad máxima.

Fuente: OCDE y Analistas Económicos de Andalucía. Elaboración propia.

En esta dimensión podemos considerar tres elementos indicativos que han dado lugar a dicha circunstancia (Galdeano-Gómez *et al.*, 2011; 2013):

- Un sistema productivo basado en muchas pequeñas explotaciones familiares.
- El papel de las entidades asociativas, las comercializadoras en origen y el desarrollo del capital social (*social capital*).
- El desarrollo de industrias auxiliares surgidas de forma local, destacando en los últimos años las empresas especializadas en factores y asesoramiento en prácticas medioambientales.

Estos factores han incidido enormemente en la capacidad de adaptación (resiliencia) y han aumentado, en general, las posibilidades de supervivencia del sistema productivo local de cara a los retos de la sostenibilidad.

4.3.1. La estructura productiva basada en pequeñas explotaciones familiares

En primer lugar, desde el comienzo del desarrollo del sector las explotaciones se han caracterizado por ser pequeñas y de propiedad familiar. De hecho, estas características han permanecido hasta el presente, convirtiéndose en uno de los aspectos más típicos y distintivos de este modelo (García-Latorre *et al.*, 2001; Downward y Taylor, 2007). La superficie agrícola está dividida en unas 13.500 explotaciones (con una superficie media de entre 2 y 2,4 ha) donde la familia representa la base de la mano de obra que los agricultores requieren debido a la naturaleza manual de muchas de las actividades de cultivo (Galdeano Gómez *et al.*, 2014). Esta estructura es también interesante desde el punto de vista de la igualdad de género, ya que cerca del 15 % de estas explotaciones son propiedad de mujeres, mientras que aproximadamente el 30 % son propiedad conjunta de hombres y mujeres (Céspedes López *et al.*, 2009)⁵.

Durante décadas, la mayoría de los beneficios de la actividad agrícola se ha dedicado a pagar la mano de obra familiar, permitiendo una distribución relativamente homogénea de los ingresos generados. No obstante, la mano de obra de las explotaciones ha venido cambiando desde los años 90 hasta la actualidad. Las oportunidades de empleo en las industrias auxiliares y el incremento de la superficie media de las explotaciones han llevado a la creciente contratación de trabajadores asalariados. Al igual que en otras zonas agrícolas de España, la falta de mano de obra, en particular para trabajos temporales, se ha resuelto con el empleo de trabajadores extranjeros desde mediados de la década de los 90.

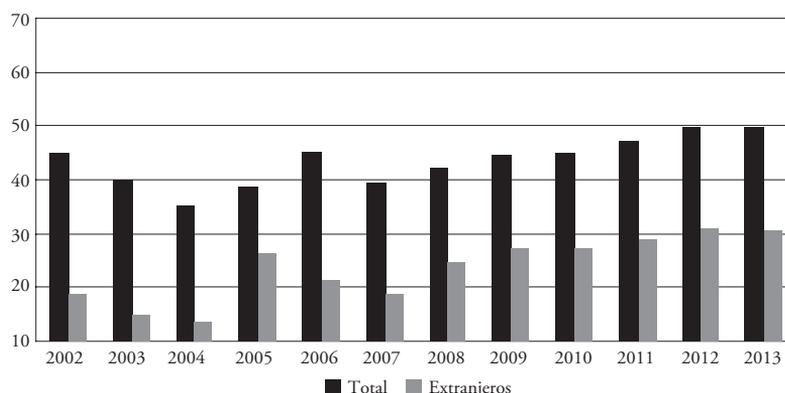
La llegada masiva de inmigrantes no se controló de forma adecuada en los primeros años y dio lugar a varios problemas, como la elevada movilidad de trabajadores, que durante un intervalo temporal normalmente corto trabajaban en la agricultura como medio transitorio para desplazarse luego a otros lugares de España y Europa, así como la presencia generalizada de inmigrantes ilegales. Como consecuencia de ello, la gestión apropiada de la inmigración se ha convertido en uno de los mayores retos sociales del sector de agricultura intensiva en los últimos años. Distintas normas gubernamentales sobre la inmigración y unos controles más estrictos en las fronteras han contribuido a reducir el problema de los inmigrantes indocumentados y la llegada excesiva de trabajadores extranjeros a la provincia. Dentro del sector privado se han

⁵ Esta circunstancia ha venido apoyada por la regulación en el sistema agrario y el desarrollo rural adaptada al contexto de estas empresas agrarias de tipo familiar. Así, tenemos, por ejemplo, la Ley 49/1981 relativa al Estatuto de la explotación familiar y los jóvenes agricultores o el Real Decreto 297/2009 de la propiedad compartida en dichas explotaciones.

venido tomando, además, una serie de medidas para mejorar esta situación. Estas actuaciones han incluido mejoras para hacer que las tareas en el invernadero sean más atractivas al trabajador, como es la fijación de los salarios en función de la productividad o la mecanización de las tareas más duras; además de la adopción de fórmulas que proporcionan estabilidad en el trabajo y permiten la especialización. Asimismo, varias asociaciones de productores han lanzado campañas para contratar a los trabajadores inmigrantes en su país de origen con el fin de garantizar la disponibilidad de una mano de obra legal (Aznar-Sánchez, 2011). Todas estas medidas proporcionan mayor estabilidad e integración social de los trabajadores inmigrantes, que a menudo vienen acompañados de sus familias y que disfrutan de los mismos servicios y garantías sociales que los trabajadores nacionales. Este nivel de integración también se aprecia en las organizaciones de comercialización agrícola. Así, el número de extranjeros asociados a cooperativas ha ido creciendo en los últimos años (García Lorca, 2010)⁶.

El Gráfico 5 muestra la evolución, durante la última década, de los trabajadores afiliados al Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social, que incluye a trabajadores asalariados, tanto nacionales como extranjeros. Se observa un mantenimiento en el número de afiliados, pese a los recientes años de crisis económico-financiera generalizada.

Gráfico 5. Evolución del número de afiliados al Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social. En miles de afiliados



Fuente: Fundación Cajamar (2014).

⁶ Ya en 2006, los agricultores extranjeros representaban alrededor del 5 % de los socios de algunas cooperativas hortofrutícolas (García Lorca, 2010).

4.3.2. El desarrollo del capital social mediante entidades cooperativas y comercializadoras en origen

En segundo lugar, habría sido difícil sostener esta extensa estructura de pequeñas empresas familiares si no se hubiese producido un desarrollo paralelo de empresas de tipo asociativo o cooperativo (sociedades cooperativas y sociedades agrarias de transformación, SAT), así como empresas de comercialización local (como las alhóndigas o subastas) estrechamente ligadas a los procesos de producción. Las entidades de tipo cooperativo, tanto para la producción, comercialización o el suministro de factores de producción (los tres tipos más frecuentes en el sector), se consideran el mecanismo más adecuado para garantizar la estabilidad del sector agrícola. Agrupan los recursos de sus asociados con el fin de mejorar su posición dentro de la cadena agro-alimentaria, facilitar el acceso a la financiación y la tecnología, etc. (Allahdadi, 2011).

En el caso de las entidades de tipo cooperativo, tradicionalmente, se las considera como impulsoras fundamentales para el desarrollo de redes sociales y de la cohesión social, es decir el denominado *social capital* (Sporleder and Wu, 2006; Pretty *et al.*, 2011), ya que suelen identificarse con un amplio sector de la comunidad. En este sentido, el sector de entidades cooperativas en Almería, representa una parte relevante, no solo del desarrollo económico, sino también de las redes sociales para lograr «objetivos colectivos», por ejemplo la igualdad, los servicios sociales, la infraestructura social, etc. (Sporleder and Wu, 2006; Silici *et al.*, 2011). Actualmente estas organizaciones producen y comercializan alrededor del 60 % de los productos hortofrutícolas de Almería, y ninguna provincia española alcanza un volumen de ventas de las cooperativas agrícolas tan alto (CCAE, 2010).

De la misma forma, otras comercializadoras locales, como las alhóndigas, se encuentran estrechamente ligadas a la actividad productiva y a las explotaciones de tipo familiar, ampliando igualmente la mencionada cohesión social. Actualmente, muchas de las comercializadoras se encuentran reconocidas como Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH), de acuerdo a la normativa de la PAC (Organización Común de Mercados de Frutas y Hortalizas), las cuales vienen jugando un papel de liderazgo en el fomento de la calidad del producto y la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Así, estas organizaciones de productores desempeñan un papel fundamental en la gestión medioambiental, canalizando los programas públicos que se destinan a estas cuestiones (como es la financiación de los

Programas Operativos de la UE). También, sus sistemas de evaluación y seguimiento permiten una mejor aplicación de las medidas recomendadas para cumplir los objetivos medioambientales, consiguiendo además una amplia difusión (efecto *spillover*) en el sector de la producción, gracias a la estrecha interconexión con las explotaciones familiares (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008).

En cuanto a la financiación, las facilidades de crédito que ofrecen las empresas de comercialización, en las que fueron pioneras las alhóndigas, y sobre todo el desarrollo de cooperativas de crédito privadas, principalmente la Caja Rural de Almería (actualmente Cajamar) creada en los años 60 y con un creciente grado de participación de capital de los agricultores, así como otras entidades financieras locales, como Caja de Ahorros de Almería (hoy integrada en Unicaja), fueron fundamentales para la inversión continuada, dada la falta de apoyo gubernamental, por un lado, y de inversión externa, por el otro. Mencionar además, que estas entidades financieras locales, fomentan la responsabilidad social, promoviendo la investigación, la enseñanza y la conciencia acerca de las cuestiones medioambientales mediante seminarios y reuniones científicas que se dirigen a un amplio segmento de la sociedad almeriense (Giagnocavo *et al.*, 2010).

Tanto las entidades cooperativas como otras empresas en origen, es evidente que sobre todo han desempeñado un papel importante en el desarrollo de una estructura de comercialización local. Esta estructura ha sido necesaria para adaptar a un sistema agroalimentario dominado por las empresas de distribución, cuyas operaciones presentan una marcada tendencia internacional (Pérez Mesa *et al.*, 2012). Estas entidades han permitido la concentración de considerables cantidades para la oferta agrícola, permitiendo la venta más directa a los mercados consumidores a través de unas empresas de distribución en origen que, en muchos casos, los mismos agricultores han organizado. Esto implica una integración vertical y permite que una parte cada vez mayor del valor añadido se retenga en el sector (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2015).

Como se mencionó en los retos del sector agroalimentario (tercer apartado), las grandes cadenas comerciales siguen fortaleciendo su posición con procesos de concentración y globalización, por lo que las empresas de producción y comercialización de Almería, requieren cambios de organización esencialmente orientados a la integración horizontal. De hecho, recientemente se han iniciado algunos procesos de concentración con el fin de mejorar los resultados económicos de las explotaciones familiares, muchas de las cuales son socios del capital de dichas empresas (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010).

4.3.3. El desarrollo de las industrias auxiliares locales

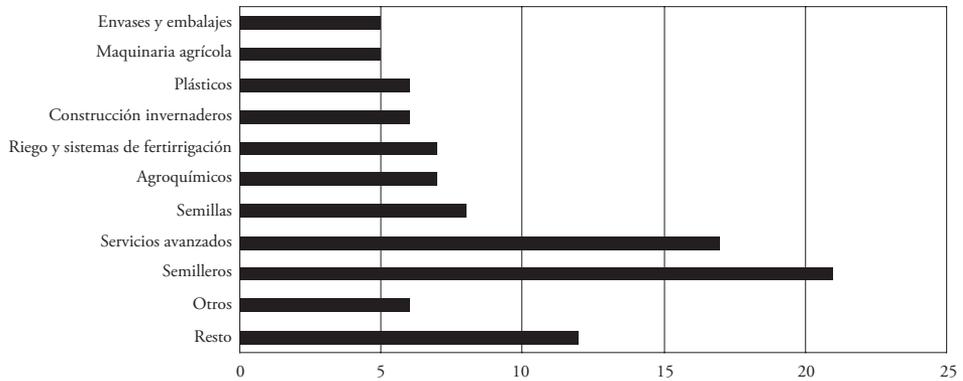
La horticultura intensiva viene destacando igualmente por un amplio desarrollo local de forma multifuncional y como base para una importante diversificación empresarial en el mercado de origen. De hecho, otro de los elementos característicos del sector en Almería es la generación de un distrito agro-industrial que gira alrededor de la producción y comercialización de las frutas y hortalizas (Aznar-Sánchez y Galdeano Gómez, 2011).

A finales de la década de los 80, la mayoría de los factores productivos usados por el sector provenían de otras provincias españolas o de países con mayor tradición hortícola. A partir de ese período, los centros de producción y distribución de factores productivos se fueron estableciendo dentro de la provincia.

A la vez comenzaron a surgir empresas locales, a menudo pequeñas empresas familiares, en los distintos sectores: servicios (manipulado, comercialización, transporte, sistemas financieros, servicios de tecnología informática, asesoramiento agronómico, etc.); actividades industriales (plásticos, riego y fertirrigación, contenedores e invernaderos); y los *inputs* tecnológicos (maquinaria, semillas, *inputs* para el control biológico y producción ecológica, etc.) (Aznar-Sánchez y Sánchez-Picón, 2010). El número de estas empresas se estima en unas 250, con una facturación conjunta en torno al millón y medio de euros durante las últimas campañas (Céspedes Lorente *et al.*, 2006). El Gráfico 6 muestra, además, la diversificación de actividades o subsectores y el porcentaje en número de empresas que representa cada uno de ellos.

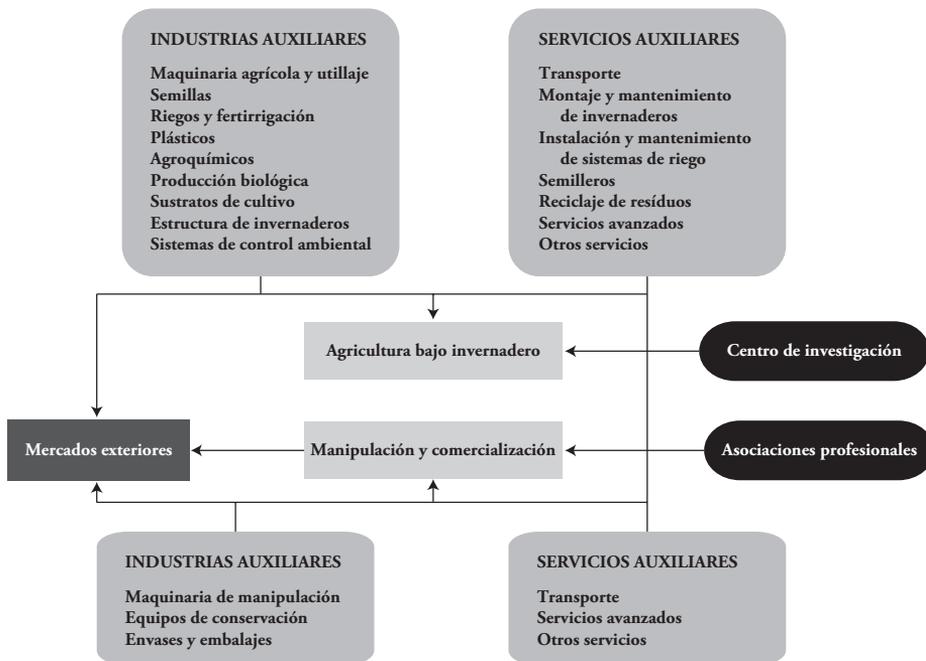
Como resultado, un sistema complejo de diversas actividades y servicios industriales, con cada vez mayor relevancia de los centros de I+D+i, las empresas de reciclaje, las de control de la producción integrada y el asesoramiento medioambiental (Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010), ha ido creciendo y prosperando alrededor del sector agrícola. En la Figura 2 se puede apreciar el conjunto de actividades en torno al sector hortofrutícola almeriense.

Gráfico 6. Número de empresas en los diferentes subsectores de la industria auxiliar. En porcentaje



Fuente: Céspedes Lorente *et al.* (2006).

Figura 2. Conjunto de actividades productivas y de servicios en el sistema hortofrutícola



Fuente: Aznar-Sánchez y Galdeano-Gómez (2011).

4.3.4. Implicaciones sobre la resiliencia del sistema

Los componentes sociales mencionados se relacionan a menudo, en la literatura reciente sobre sostenibilidad (Darnhofer *et al.*, 2010b), con el concepto de resiliencia, referida principalmente a la capacidad para adaptarse a nuevas condiciones y para afrontar las situaciones de incertidumbre y riesgos imprevistos en los sistemas agrarios.

Desde la dimensión *social*, especialmente, se aprecia una amplia participación a la hora de afrontar los problemas de sostenibilidad, generando también una mayor interrelación y capital social entre los participantes de este modelo, desde los productores hasta las organizaciones comerciales y las empresas de la industria auxiliar. Ello ha permitido una mejor capacidad de adaptación y de afrontar riesgos tradicionalmente asociados a la actividad agraria (clima, precios, cambios políticos, etc.) (Darnhofer *et al.*, 2010b). Por ejemplo, las entidades financieras desarrolladas localmente y las organizaciones de productores y otras comercializadoras están jugando un papel fundamental para superar las restricciones financieras, especialmente de las empresas familiares, derivadas de la crisis actual. También, muchos problemas generados por la mano de obra inmigrante se vienen afrontando no solo desde los órganos políticos, sino de forma más intensa por las organizaciones agrarias del sector.

Desde la dimensión medioambiental o *ecológica*, los componentes socio-económicos descritos han permitido crear una creciente conciencia sobre los problemas del entorno y la limitación de recursos naturales en todas las actividades ligadas a la horticultura. Como antes se expuso, las tecnologías y prácticas respetuosas con el medio ambiente se han extendido con relativa rapidez y de forma amplia gracias a la existencia de las estructuras productivas tan identificadas con la comunidad y el creciente social capital generado, así como por el desarrollo de empresas especializadas en insumos y servicios de asesoramiento en prácticas agro-ecológicas (Galdeano-Gómez y Céspedes-Lorente, 2008).

Desde la dimensión *económica* sobresale, sin duda, la distribución de rentas y del bienestar económico, en general, en el sistema hortofrutícola almeriense. Además, el desarrollo de las formas cooperativas y el sector de servicios auxiliares han permitido mantener niveles de renta y competitividad para sostener la estructura productiva familiar. Especialmente, se ha generado una importante capacidad de innovación y de adaptación a las exigencias del cambiante mercado alimentario.

4.4. Estructura de interrelaciones entre los componentes de sostenibilidad

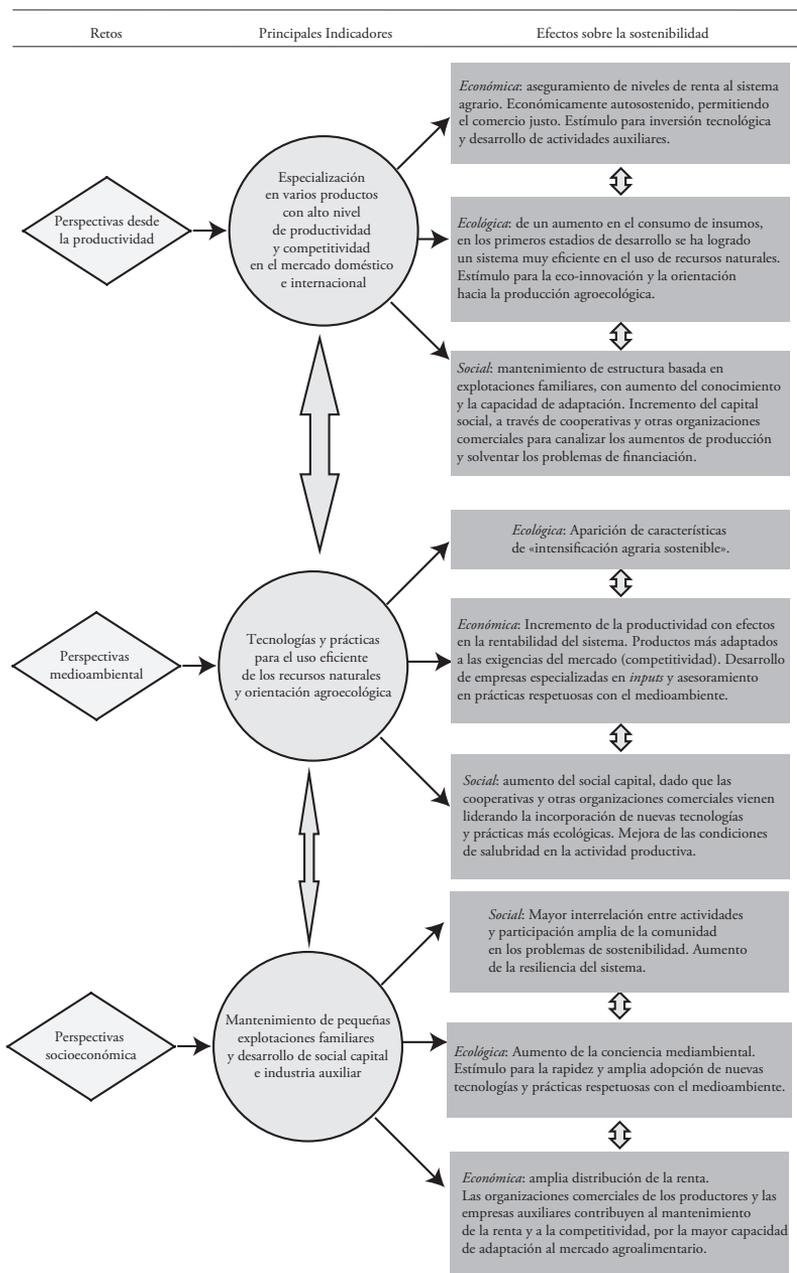
La existencia de diversos retos derivados de la nueva estructura del mercado, condiciones de la demanda, así como las diferentes estrategias políticas sobre el papel de la agricultura en el desarrollo de determinadas regiones, supone procesos de adaptación importantes en los sistemas agrarios. Dichas adaptaciones, pueden tener efectos distintos sobre la sostenibilidad y puede ser difícil que los cambios producidos tiendan a generar equilibrios entre las dimensiones medioambiental, económica y social. Sin embargo, a través de este estudio de caso, podemos ver que las innovaciones, transformaciones tecnológicas y de organización, pueden tender a provocar efectos positivos y generar sinergias entre las tres dimensiones. Más aún, se puede apreciar como muchos de los cambios no se producirían sin la existencia de interdependencias entre las mismas.

A través de la Figura 3 podemos resumir este sistema de interrelaciones entre las dimensiones de sostenibilidad generadas por las adaptaciones que se han realizado en el desarrollo de la horticultura almeriense.

Esta experiencia y el marco de interrelaciones descritas son de particular interés para distintos proyectos orientados a la traslación del denominado «modelo de Almería». Algunas experiencias, como en el caso de México (Sinaloa, Zacatecas), Marruecos (Agadir, Larache), Chile (Arica), Perú (Tacna), Bolivia (Departamento de Chuquisaca) y más recientemente en algunas áreas de China (áreas de Beijing y Kunming) (Galdeano-Gómez, 2008; Giagnocavo *et al.*, 2010) se describen de forma resumida en el Anexo I.

En general, el resultado de dichos proyectos, que actualmente tienen características distintas, dependerá de la forma en que se integren los distintos componentes de sostenibilidad relacionados con este modelo almeriense.

Figura 3. Adaptaciones en el desarrollo de la horticultura de Almería e interrelaciones y efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad



Fuente: Pretty *et al.* (2011), Galdeano-Gómez *et al.* (2013). Elaboración propia.

5. Análisis de sinergias multidimensionales en la horticultura de Almería

En este apartado llevaremos a cabo un estudio estadístico-econométrico de los componentes de sostenibilidad en la horticultura almeriense. Para ello, tomaremos como referencia el marco de interrelaciones descrito en el apartado anterior. En este caso, nos enfrentamos a la dificultad de que los distintos componentes se refieren a un sistema agrario, el que hemos considerado desde una perspectiva holística para determinar cómo se han producido posibles sinergias entre las dimensiones del desarrollo sostenible. Así, pese a que el eje central son las explotaciones familiares, existe un encadenamiento con otras actividades productivas, como son las organizaciones de comercialización (cooperativas y otras comercializadoras) y las empresas de servicios auxiliares, las que vienen influyendo de forma relevante en la configuración de las relaciones económicas, sociales y medioambientales de este sistema agrario.

Dado que no existen referencias sobre un estudio integrado de la forma descrita (con multiplicidad de actividades productivas) en el marco de la sostenibilidad, al objeto de simplificar la realización de esta parte de la investigación, nos centraremos en los principales indicadores de la Figura 3, enmarcados en las tres perspectivas de retos en el sistema agroalimentario actual, y en el análisis de la interrelación que se desprende de dicho esquema. Para tal fin realizaremos tres tipos de análisis de forma secuencial:

- a) Estudio de la eco-eficiencia en las explotaciones familiares (Kousmanen y las Kortelainen, 2005). Este tiene por objeto obtener una estimación sobre *Interrelaciones en los indicadores desde la perspectiva productiva y medioambiental*.
- b) Análisis de la influencia de variables económicas y sociales en la eco-eficiencia (Solís *et al.*, 2009; Picazo-Tadeo *et al.*, 2011) con la consideración del sistema hortícola en su conjunto. Con él pretendemos estudiar los *efectos de los indicadores socioeconómicos y otras variables de productividad del sistema en las interrelaciones productivas-medioambientales*.
- c) Tomando como referencia modelos teóricos de desarrollo sostenible, como los de Hediger (1999, 2000), realizaremos un tercer análisis para estudiar las *interrelaciones multidimensionales con índices de productividad, medioambientales y socioeconómicos*.

5.1. Metodología

5.1.1. Análisis de la eco-eficiencia

La eco-eficiencia, o relación entre la eficiencia económica y ecológica, se refiere a la capacidad de las empresas, sectores o economías para producir bienes y servicios con un menor consumo de recursos naturales y menores impactos sobre el medio ambiente. Esta concepción surge en la década de los noventa como un indicador de sostenibilidad (Schaltegger y Sturm, 1996). La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) la definió como «la eficiencia con la que se utilizan los recursos ecológicos para satisfacer las necesidades humanas» (OCDE, 1999). Posteriormente, este indicador se ha popularizado ampliamente en el ámbito microeconómico, especialmente por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000), como una forma de estimular a las empresas para que sean más competitivas, siendo a la vez más responsables con el medio ambiente.

La estimación de la eco-eficiencia puede hacerse utilizando ratios que relacionan los bienes producidos con las presiones o impactos medioambientales que se generan en la actividad. Durante los últimos años, se vienen considerando diferentes combinaciones de presiones medioambientales para recoger los posibles efectos de sustitución en los resultados empresariales, usualmente considerando el valor añadido. Así, la eco-eficiencia mejorará si se reducen las presiones medioambientales manteniendo constante el valor añadido, si aumenta el valor añadido manteniendo las presiones ambientales o, también, si aumenta el valor añadido a la vez que se reducen las presiones. En esta línea destacan los trabajos de Kousmanen y Kortelainen (2005), Kortelainen y Kousmanen (2007), Zhang *et al.* (2008) o más recientemente los estudios de Serrao (2008) y de Picazo-Tadeo *et al.*, (2011) aplicados al sector agrario, todos ellos con la utilización generalizada del Análisis de la Envoltura de Datos (DEA) en el contexto de la teoría neoclásica de la producción.

Siguiendo la metodología de los trabajos mencionados, se adopta una aproximación ratio productividad-medioambiente a nivel micro (Huppés y Ishikawa, 2005; Picazo-Tadeo *et al.*, 2011), que se detalla a continuación. Asumiendo como indicador de productividad el valor añadido, v , que genera un conjunto de N presiones medioambientales, representado por el vector $p = (p_1, \dots, p_n)$, para un conjunto $k = 1, \dots, K$ de explotaciones hortofrutícolas, podemos definir el conjunto tecnológico generador de presiones, PGT

(que representa todas las combinaciones posibles de valor añadido y presiones medioambientales) de la forma siguiente:

$$PGT = \{(v, p) \in \mathbb{R}_+^{1+N} \mid \text{el valor añadido } v \text{ puede ser generado con las presiones } p\} \quad [1]$$

Definida la tecnología, el cálculo de la eco-eficiencia para una explotación hortofrutícola k se formaliza como:

$$Eco-eficiencia_k = \frac{v_k}{P(p_k)} \quad [2]$$

donde P es una función que agrega las n presiones medioambientales en un único valor de presión o daño medioambiental.

Para el cálculo de dicha presión agregada se sigue la aproximación más habitual en la literatura consistente en utilizar como función de agregación una media ponderada lineal de las presiones medioambientales individuales de la forma siguiente:

$$P(p_k) = \sum_{n=1}^N w_n p_{nk} \quad [3]$$

donde w_n es la ponderación asignada a la presión n .

Ahora, considerando la aplicación de la técnica DEA de estimación, la función de distancia direccional que permite valorar la eco-eficiencia en este escenario es:

$$Función \ de \ distancia \ de \ eco-eficiencia \ (v, p) = \text{Max } \beta \mid (v, \beta^{-1} p) \in PGT \quad [4]$$

Esta función, a través del parámetro β , valora la proporción en la que pueden reducirse todas las presiones ambientales, manteniendo el valor añadido al nivel observado. Dicha función tiene como límite inferior uno, valor que representa la eco-eficiencia; cuando mayor sea la función de distancia direccional menor será el nivel de eco-eficiencia.

Siguiendo también la metodología DEA, la función de distancia de eco-eficiencia para una explotación hortofrutícola k , puede ser computada con un programa matemático de la siguiente forma:

$$\text{Maximizar } \beta_n, z_k \text{ Eco-eficiencia}_k = \beta_k \quad [5]$$

sujeto a:

$$v_k \leq \sum_{k=1}^K z_k v_k$$

$$\beta_k^{-1} p_{nk} \geq \sum_{k=1}^K z_k p_{nk}; n = 1, \dots, N$$

$$z_k \geq 0; k = 1, \dots, K$$

donde z_k es una variable que representa la ponderación de la intensidad con la que cada explotación k observada entra en la composición de la frontera eco-eficiente. En dicha formulación asumimos además que la tecnología representa rendimientos constantes a escala por ser el supuesto más utilizado en estos casos⁷.

Adicionalmente, la programación propuesta en (5) es no lineal (β^{-1}), lo cual plantea problemas de computación, lo que puede ser solventado con la siguiente formulación:

$$\text{Minimizar } \theta_n, z_k \text{ eco-eficiencia}_k = \theta_k = \beta_k^{-1} \quad [6]$$

sujeto a:

⁷ Si bien desde la perspectiva económica puede ser importante considerar rendimientos variables a escala, desde la perspectiva ecológica la actividad productiva se caracteriza normalmente con rendimientos constantes a escala (Picazo-Tadeo *et al.*, 2011). Dado que lo interesante en este caso son las presiones totales ejercidas sobre el medio ambiente y no su distribución entre las distintas explotaciones, se opta por los rendimientos constantes (Kousmanen y Kortelainen, 2005). También esta asunción se ha considerado en análisis de eficiencia y productividad en el sector hortofrutícola almeriense (Galdeano-Gómez *et al.*, 2006; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

$$v_k \leq \sum_{k=1}^K z_k v_k$$

$$\theta_k p_{nk} \geq \sum_{k=1}^K z_k p_{nk} ; n = 1, \dots, N$$

$$z_k \geq 0 ; k = 1, \dots, K$$

El parámetro calculado, θ_k , cuantifica la proporción en la que la explotación k puede reducir todas las presiones que ejerce sobre el medio ambiente a la vez que mantiene su nivel productivo (valor añadido, en este caso). Así, un valor obtenido de eco-eficiencia de 1,4 significaría que hay posibilidad de reducir todas las presiones ambientales en un 40 % sin reducción del valor añadido, o en otros términos, hay posibilidad de aumentar el valor añadido en ese porcentaje (40 %) sin incrementar las presiones sobre el medio ambiente.

5.1.2. Otros indicadores de dimensiones de sostenibilidad

Aparte del estudio de la eco-eficiencia, tenemos que de forma generalizada, la evaluación cuantitativa de sostenibilidad se viene realizando en este campo de investigación a través de distintas técnicas, como son otros indicadores dimensionales, las series temporales, la resiliencia o la simulación, las cuales presentan distintas ventajas e inconvenientes (Simth y McDonald, 1998; Ness *et al.*, 2007), dependiendo de los datos estadísticos disponibles y en función de la amplitud del estudio. Por ejemplo, la técnica basada en indicadores puede plantear limitaciones para detectar los factores que determinan una situación no sostenible o las medidas adecuadas para corregir los problemas existentes; el uso de datos temporales presenta el inconveniente de encontrar suficientes bases estadísticas y la dificultad de interpretar resultados cuando el sistema agrario objeto de estudio presenta incrementos en variables con distintos efectos sobre la sostenibilidad; la resiliencia y simulación, también tienen, respectivamente, la limitación de obtener mediciones adecuadas y la de realizar predicciones en la actividad agraria, especialmente, por estar sometidas a la influencia de numerosas variables exógenas.

No obstante, teniendo en cuenta las distintas dificultades, en el ámbito agrario, al igual que en otros sectores económicos, la investigación en este campo ha optado más frecuentemente por la elaboración de indicadores, que

además han permitido considerar con mayor amplitud las distintas dimensiones de sostenibilidad, particularmente las económicas y sociales, frente a la mayor orientación medioambiental de los otros métodos de análisis. Junto a ello, en este caso como se ha indicado anteriormente, tenemos la dificultad específica de consideración de distintos componentes relativos a todo el sistema hortofrutícola, con múltiples actividades ligadas a la producción, por lo que la utilización de indicadores puede darnos la suficiente flexibilidad, a la vez que amplitud para determinar el sistema de interrelaciones propuesto.

En este contexto metodológico se contempla, adicionalmente, la elaboración de indicadores sintéticos o índices, al objeto también de reducir el número de variables en los posteriores análisis de causalidad desde el punto de vista multidimensional. Esta técnica de agregación de indicadores ha sido también ampliamente utilizada en los análisis de sostenibilidad (Rigby *et al.*, 2001; van Calker *et al.*, 2006; Hajkowicz, 2006; Qiu *et al.*, 2007; Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010). Esta metodología tampoco está exenta de dificultades derivadas de la subjetividad e incomensurabilidad de los componentes del desarrollo sostenible (Saisana y Tarantola, 2002; Jacobs *et al.*, 2004). De este modo, existen diversas formas de implementación que tratan de superar los mencionados inconvenientes (OCDE y JRC, 2008; Schuschny y Soto, 2009) sugiriendo distintas fases con técnicas alternativas a aplicar.⁸ Tratando de simplificar esta parte metodológica expondremos aquí de forma sintética las fases de normalización de datos y la de asignación de pesos y agregación, así como las técnicas seguidas en el presente estudio de caso.

Por una parte, la fase de normalización tiene como objetivo facilitar la comparación entre unidades de análisis. La elección de una u otra técnica dependerá de las características de cada indicador y formará parte del juicio experto del analista. Entre las más empleadas, especialmente cuando las series temporales no son amplias, están la estandarización (*z-score*) y el re-escalamiento.

La estandarización para una unidad de análisis k (si estamos considerando la explotación hortofrutícola) y un período t se realiza de la forma siguiente:

$$y_t^k = \frac{x_t^k - \bar{x}_t}{\sigma_t^x} \quad [7]$$

⁸ En las referencias mencionadas se puede encontrar una descripción detallada de dicha metodología. Igualmente, la misma ha sido recogida en los recientes trabajos de Sánchez Fernández (2009) y Gómez-Limón y Arriaza (2011).

donde y sería la variable resultante de la estandarización de la variable x . Para cada unidad de análisis k , el valor obtenido representa la distancia entre el valor de la variable y la media poblacional, expresada en unidades de desviación estándar. El problema es que requiere la utilización de la media poblacional, no la media muestral, lo que puede limitar la normalización para determinadas variables.

El reescalamiento consiste en considerar el rango de valores que la variable adquiere. Se procede transformando los niveles de las variables para llevarlos al intervalo $[0, 1]$, empleando la distancia entre los valores máximos y mínimos que la variable adquiere considerando todos los datos de la variable conjuntamente. Se calcula como sigue:

$$y_t^k = \frac{x_t^k - \min_{\forall p}(x_t^k)}{\max_{\forall p}(x_t^k) - \min_{\forall p}(x_t^k)} \in [0, 1] \quad [8]$$

donde p representa un factor de escala o unidad de medida. La unidad de análisis de mayor desempeño tendrá un valor 1 y el menor 0.

Por otra parte, la fase de asignación de pesos tiene como objeto ponderar los indicadores para la posterior agregación. Igualmente existen diversas técnicas (cálculos de regresión, análisis de componentes principales, análisis conjunto, etc.), aunque nos centraremos en los procesos de jerarquía analítica, técnica conocida como AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Esta consiste en una herramienta diseñada por Saaty (1980) utilizada para apoyar la toma de decisiones multicriterio, a través de conciliar prioridades cuando se tienen que considerar múltiples aspectos, tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión y por eso puede ser útil como método racional para estimar los factores de ponderación de las variables que componen un indicador sintético. Cada factor de peso refleja en cuánto a un grupo de expertos desea priorizar en promedio una variable dada en detrimento de otras. Siguiendo igualmente una explicación resumida, podemos partir de una estructura lineal aditiva para el índice o indicador sintético IS (de una explotación k) de la siguiente forma:

$$IS_k = \sum_{i=1}^p w_i I_{ik} \quad \text{con: } w_i > 0 \quad \forall i \quad [9]$$

siendo p el autovalor (subcriterio) y la matriz de pesos la matriz de pesos (ratios):

$$(W)_{ij} = w_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \in R^{p \times p} \quad [10]$$

donde se cumple que $w_{ij} = \frac{1}{w_{ji}}$, $w_{ii} = 1$, $w_{ji} = w_{jm}w_{jm}$. También, como cada fila de la matriz es múltiplo de la primera fila, el rango de la misma es igual a uno y, por lo tanto, habrá un solo autovalor no nulo. Dado que $w_{ii} = 1 \quad \forall 1 \leq i \leq p$, y que la suma de todos los autovalores es igual a la traza, tenemos que $\sum_{i=1}^p w_{ii} = p$. De la misma forma, se puede comprobar que $W \cdot w = pw$, donde w es un vector columna de los pesos, es decir que los pesos son el autovalor de W con autovalor p . Sobre esta base Saaty (1980) propone calcular los factores de ponderación, realizando comparaciones entre las variables tomadas por pares. Para ello se pregunta en cada caso, cuál variable es más importante y cuánto más lo es. La intensidad de la preferencia puede medirse en una escala de Likert (de 1 a 9). Un valor asignado a una variable de 1 indica que es igualmente importante que aquella con la que se compara, mientras que si se le asigna el valor 9, esa variable se considerará muchísimo más importante que la otra. Hechas las $p \cdot \frac{(p-1)}{2}$ comparaciones se construye una matriz de comparaciones que llamamos A , cuadrada en el número de variables, cuyos elementos a_{ij} indican cuánto la variable de la fila i es más importante que la variable de la columna j . Para completar la matriz basta considerar que: $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $a_{ii} = 1$. Esta matriz A es muy similar a la matriz de ratios W . Dada la forma en que se construye, se puede demostrar que: (a) el máximo autovalor de A , que podemos designar por λ_{max} , es mayor o igual a p ; (b) que su autovalor asociado posee todas sus componentes estrictamente positivas. Entonces, dada la similitud entre A y W , para estimar los factores de ponderación a partir de la matriz de comparaciones A , basta con calcular el autovector asociado al autovalor λ_{max} y normalizarlo de manera tal que la suma

de sus componentes sea la unidad. Dicho vector corresponderá a los factores de ponderación que surjan de las comparaciones realizadas por los expertos.

Por último, a partir de la ponderación podemos proceder a la agregación siguiendo un modelo lineal aditivo, como el expresado en la ecuación [9], multiplicativo o geométrico como:

$$IS_k = \prod_{i=1}^p I_{jk}^{w_i} \quad [11]$$

O también, seguir una formulación multicriterio o MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*), a través de los cuales no se permite que indicadores con valores bajos se compensen con aquellos que presenten valores mayores (Schuschny y Soto, 2009; Gómez-Limón y Arriaza, 2011), de la siguiente forma:

$$IS_k = (1 - \lambda)[\text{Min}_i(w_i I_{ik})] + \lambda \sum_{i=1}^p w_i I_{ik} \quad [12]$$

donde λ es un parámetro que varía entre 0 y 1, condicionando el grado de compensación permitido entre los indicadores, por lo que se denomina como parámetro de compensación. Se pueden tomar distintos valores de compensación parcial (0,1; 0,25; 0,50; ...). Un valor igual a 0 implicaría una compensación nula, mientras que un valor igual a 1 supondría una compensación completa y coincidiría con los resultados de la ecuación [9].

5.1.3. Métodos para el análisis de interrelaciones

La causalidad entre los distintos indicadores puede estimarse a través de los métodos regresión lineal. Sin embargo, en estos casos en los que las variables no siguen una distribución normal, ya que muchas (como los indicadores e índices) tomarán valores en el intervalo [0, 1], los modelos de regresión (como mínimos cuadrados ordinarios, MCO), llevarían a estimaciones sesgadas (Simar y Wilson, 2007). Para evitar este problema se recurre a técnicas de análisis con variables censuradas (Sánchez Fernández, 2009), siendo el más habitual el modelo tobit (Tobin, 1958). De forma básica, este modelo consiste en asumir una variable aleatoria y^* subyacente de la variable original (y), la

cual sigue una distribución $y^* \sim N(\mu, \sigma^2)$, la que se estima por el método de máxima verosimilitud, que se maximiza integrando información tanto de las observaciones censuradas como de las no censuradas:

$$\ln L(\beta, \sigma^2) = \sum_{y>a} -\frac{1}{2} \left[\ln(2\pi) + \ln(\sigma^2) + \frac{(y - x'\beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y>a} \ln \left[\Phi \left(\frac{a - x'\beta}{\sigma} \right) \right] \quad [13]$$

donde a es el punto de censura (con una función de distribución Φ), x el conjunto de variables explicativas y β sus coeficientes correspondientes.

En esta función se podrán identificar las estimaciones de los efectos (β) sobre la variable latente y^* utilizando únicamente la variable censurada y . En estos modelos, además, se pueden contemplar varios puntos de censura (Greene, 2008).

Adicionalmente, en este estudio deseamos avanzar en los métodos de causalidad, contemplando los modelos multi-ecuacionales, para detectar los posibles efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad. Para tal fin, se puede recurrir a sistemas de ecuaciones simultáneas de tipo lineal, cuya expresión analítica, para un vector y' de n variables interrelacionadas, en un período t , sería la siguiente (Novales, 1996):

$$y'_t \Gamma + x'_t B + u'_t = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [14]$$

donde x representa el vector de variables explicativas, Γ representa la matriz de efectos interrelacionados y B la matriz de coeficientes (β) de las variables explicativas y u el vector de términos de error.

Resulta evidente que para proceder a dichas estimaciones simultáneas, tenemos que asumir la normalidad de las variables consideradas. Para ello, tendremos que llevar a cabo transformaciones de las mismas, por ejemplo con el método Box-Cox (1964) que permite una aproximación a la normalidad. Por último, los métodos de estimación pueden ser diversos, siendo frecuentes el Método Generalizado de Momentos (MGM) introducido inicialmente por Hansen (1982) o la estimación mediante variables instrumentales, incluyendo los métodos de Mínimos Cuadrados en dos etapas (MC2E) y en tres etapas (MC3E) (Novales, 1996). Utilizamos estas aproximaciones siguiendo los de-

sarrollos realizados por Arrellano y Bond (1991) y que han sido aplicadas en análisis de interrelaciones productivas-medioambientales (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2012) del sector hortofrutícola almeriense.

5.2. Aplicación: indicadores específicos de sostenibilidad y modelo de interrelaciones

5.2.1. Muestras y datos estadísticos para el análisis

El estudio de sostenibilidad del sistema hortofrutícola almeriense desde una perspectiva holística, así como los distintos análisis propuestos desde un punto de vista multidimensional, ha requerido recurrir a una amplia diversidad de técnicas de recopilación de datos tanto primarios (encuestas) como secundarios (fuentes estadísticas).

La información de tipo primaria se ha obtenido principalmente de la realización de encuestas a explotaciones hortofrutícolas. Para ello se confeccionó un cuestionario *ad hoc* o específico para el presente estudio, cuyo detalle se expone en el Anexo III. En el mismo se recogen distintas cuestiones al objeto de obtener información básica sobre:

- Datos generales de la explotación y formas de comercialización, especialmente la existencia de vinculación a una entidad cooperativa u otras organizaciones comerciales (apartado A).
- Datos de producción y rendimientos y resultados económicos (apartado B), en función también de las técnicas de cultivo.
- Datos de carácter socio-económico (apartado C).
- Datos sobre uso de recursos y gestión medioambiental (apartado D).
- Otra información relativa a la conexión con la industria auxiliar, la importancia de las subvenciones, los cambios tecnológicos y otras actividades conectadas con el sector (apartado E).

Los apartados B y D han suministrado la base de información para el análisis de eco-eficiencia propuesto y el apartado C para la elaboración de una parte de los indicadores socio-económicos. Los demás apartados han proporcionado información para otros indicadores y variables utilizadas en los análisis de interrelaciones. Las encuestas se llevaron a cabo, en dos períodos

distintos, mayo-junio de 2012 y abril-mayo de 2013 (al objeto de contar con información de datos medios para las campañas 2010-2011 y 2011-2012)⁹ sobre un total de 340 explotaciones seleccionadas de forma aleatoria. No obstante, algunos errores de medida detectados han supuesto trabajar finalmente con datos de una muestra de 319 explotaciones, la que nos permite, considerando una población total estimada de 13.424 explotaciones, fijar un 95 % de nivel confianza ($e = 0,05$)¹⁰. Se han tomado como áreas de muestreo los principales municipios de actividad hortofrutícola de la provincia (comarcas de Campo de Dalías y Bajo Andarax-Campo de Níjar): término municipal de Almería, El Ejido, Roquetas de Mar, La Mojonera, Adra, Dalías, Berja, Vícar y Níjar, que representan el 97,7 % de la superficie invernada (Céspedes López *et al.*, 2009). En general, se ha detectado relativa homogeneidad en las explotaciones encuestadas, esencialmente en cuanto al carácter familiar de las mismas (94,8 %) y a la superficie, situándose entre 1 y 5 ha, con una media de 2,18 ha. Aunque el número de encuestas ha variado para las áreas consideradas, el análisis de la varianza (pruebas ANOVA) sobre determinadas variables métricas (valor añadido bruto por hectárea, consumo de agua y fertilizantes por metro cuadrado, y número de horas trabajadas al año)¹¹ no ha determinado diferencias significativas, por lo que no se ha realizado diferenciación por localización. El cuadro siguiente recoge los datos medios y estadísticos descriptivos observados para la muestra total.

⁹ La campaña hortícola almeriense va del mes de septiembre al mes de junio, por lo que la última encuesta se ha adelantado un poco para la disposición de los datos en la realización del presente estudio, aunque en la entrega de la encuesta se le pedía a los productores la inclusión de la previsión del último mes. A los encuestados se les solicitaba una media estimada de la presente campaña y anterior, especialmente por la variabilidad en el valor añadido de los últimos años, como ha ocurrido en 2011, caracterizado como un año atípico por los problemas derivados de la denominada «crisis de la *E. coli*».

¹⁰ Hay explotaciones que no han respondido a la encuesta en un segundo período y otras pocas que no se correspondían con el estándar mencionado de explotación con carácter familiar y superficie comprendida en el intervalo general de la muestra. La población total se ha estimado para las principales áreas hortofrutícolas de la provincia a partir de los datos medios y superficie total invernada determinada en el trabajo de Céspedes López *et al.* (2009).

¹¹ La principal variabilidad se ha observado, como cabía esperar, en los datos del valor añadido bruto, pero dicha variabilidad es general para todas las áreas de la muestra.

Tabla 4. Datos descriptivos para el total de la muestra sobre determinadas variables de referencia

VARIABLES DE REFERENCIA	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Superficie (ha)	2,18	1,59	0,92	5,32
Valor añadido bruto (miles de euros/ha)	19,61	17,85	10,08	38,17
Consumo de agua (m ³ /ha y año)	4.860,27	1.256,41	4.392,54	5.374,88
Fertilizantes [global] (kg/ha y año)	1.842,07	845,66	1.390,50	2.677,20
Mano de obra [familiar y contratada] (núm. trabajadores/ha y año)	2,26	0,72	1,35	2,64

Otros datos del sector se han obtenido de fuentes de información secundarias. Así datos relativos al sector cooperativo y a la comercialización de los trabajos sobre productividad y rendimiento y gestión medioambiental de Galdeano-Gómez (2010), Tolón Becerra y Lastra Bravo (2010) y Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2012), complementados con otros de Informes Anuales del Sector Agrario en Andalucía, elaborados por Analistas Económicos de Andalucía, y de los Informes de Campaña de la Fundación Cajamar. Los datos relativos a la industria auxiliar han sido facilitados principalmente por las memorias anuales de la Fundación Tecnova. Otros datos de carácter socio-económico se han obtenido a partir de las estadísticas del INE, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y datos elaborados por Analistas Económicos de Andalucía. Por último, para la estimación de pesos en la construcción de índices sintéticos se ha contado con un panel de expertos formado por diez miembros: uno de la Consejería de Agricultura y Pesca, uno de la Consejería de Medio Ambiente, uno de la asociación Coexphal, tres titulares de explotaciones con formación pertenecientes cada uno de ellos a una de las principales asociaciones de productores con representación en la provincia (ASAJA, COAG y UPA) y cuatro investigadores universitarios en temas de sostenibilidad, de las áreas de economía, sociología, ciencias ambientales e ingeniería agrícola, respectivamente, que no participan en el estudio.

5.2.2. Ratios para el cálculo de la eco-eficiencia

El estudio de la eco-eficiencia requiere, como se expuso en la metodología, la elaboración de ratios de productividad o rendimiento económico, en este caso el valor añadido, y una serie de indicadores de presión medioambiental.

El cálculo del valor añadido, VAB, para una explotación hortofrutícola k , se ha determinado de la forma siguiente:

$$VAB^k = \frac{\text{Ventas}^k - \text{Costes directos}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [15]^*$$

* En los 'costes directos' se excluye el correspondiente a mano de obra como forma más habitual del cálculo del VAB.

Las ventas y los costes directos se miden en euros, mientras que la superficie se mide en hectáreas, obteniendo, por tanto, una estimación del rendimiento económico medio por hectárea.

Por su parte, las presiones medioambientales se han estimado considerando tres indicadores relevantes de la gestión medioambiental en la producción hortofrutícola almeriense de acuerdo al trabajo de Tolón Becerra y Lastra Bravo (2010):

- El uso de recursos hídricos se ha medido a través de dos ratios, dada la relevancia de este factor medioambiental. Por una parte, consideramos el consumo de agua por superficie, que designamos por RH, determinado como:

$$RH^k = \frac{\text{Consumo agua}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [16]$$

midiendo el consumo de agua en m^3 , obteniendo el consumo medio por hectárea.

- Por otra parte, el volumen de agua requerido por tonelada de producto obtenido en la explotación, que designamos por RHV (como aproximación a la denominada «agua virtual»)¹², estimado como:

$$RHV^k = \frac{\text{Consumo agua}^k}{\text{Tonelada de producto}^k} \quad [17]$$

¹² No obstante, este concepto de «agua virtual» (volumen de agua requerido para producir un bien o servicio), introducido por Allan (1999), es uno de los componentes del denominado «balance hídrico», donde habría que estimar la diferencia entre el agua virtual interna, para la producción de consumo interno más la exportada, y el agua virtual externa o exógena, procedente de los mismos productos importados (con el requerimiento de agua de los países de origen para su producción). En este caso, es evidente que el agua virtual exógena es poco relevante y utilizamos como indicador de impacto solo la interna.

- El uso de fertilizantes, medido por el balance de nitrógeno (como principal componente de los fertilizantes utilizados), que designamos por BN, y estimamos como¹³:

$$BN^k = \frac{\text{Nitrógeno en } input^k}{\text{Nitrógeno en } output^k} \quad [18]$$

donde ambos componentes del ratio se miden en kilogramos por hectárea, siendo el nitrógeno en *output* el nitrógeno medido por la producción de hortalizas obtenida.

- Para el efecto de uso de productos fitosanitarios, los cuales estimamos que se ha reducido enormemente por el cambio de prácticas de producción, haremos una aproximación del riesgo en términos medios. Para ello, consideramos análisis realizados en años precedentes que indicaban como un promedio de 0,2 toneladas de fitosanitarios por hectárea implicaban cierto riesgo de presencia en restos vegetales y contaminación de aguas subterráneas (Martínez-Vidal *et al.*, 2004)¹⁴. De esta forma, este ratio, que designamos por FT, lo calculamos en términos de variación respecto a dichos promedios de riesgo como:

$$FT^k = \frac{\text{Kilogramos FT por hectárea}^k}{200 \text{ kilogramos}^k} \quad [19]$$

de modo, que valores superiores a la unidad indicarán un aumento del riesgo de contaminación, mientras que la misma se reduce cuando toma valores inferiores a la unidad.

- Los residuos generados en la explotación, considerando principalmente los de tipo vegetal (Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010) y el volumen de los mismos que no se recicla o se traslada a vertederos controlados (de acuerdo a los datos de la encuesta), que designamos por RD,

¹³ Seguimos aquí una estimación similar a la realizada en el caso del olivar por Gómez-Limón y Arriaza (2011).

¹⁴ Somos conscientes que para una aproximación más exhaustiva tendríamos que hacer una distinción por componentes de dichos fitosanitarios, en función de su riesgo. No obstante, este indicador aproximado también puede dar información general de los cambios hacia prácticas agrícolas más verdes, donde se produce una reducción generalizada de productos químicos.

$$RD^k = \frac{\text{Residuo}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [20]$$

donde el volumen de residuos vegetales se mide en toneladas, obteniendo la cantidad por hectárea de cultivo.

5.2.3. Otros indicadores de productividad y socioeconómicos

Para analizar la influencia de determinadas características de la explotación y del sector sobre la eco-eficiencia, utilizamos una serie de variables obtenidas en la encuesta y de datos del sector.

a) Características e indicadores de la explotación:

- Mano de obra (L):

$$\frac{\text{Núm. de trabajadores}}{\text{Superficie}} \quad [21]$$

- Productividad aparente del trabajo (PAT):

$$\frac{\text{Valor añadido bruto}}{\text{Mano de obra}} \quad [22]$$

- Índice de adaptación (IA), construido *ad hoc* de la forma siguiente¹⁵:

$$IA = w_1 \text{ Tamaño} + w_2 \text{ Edad} + w_3 \text{ Formación} + w_4 \text{ Inversión} + w_4 \text{ Dedicación} \quad [23]$$

donde el Tamaño es una variable normalizada derivada de la superficie en hectáreas de la explotación, la Edad es una variable normalizada derivada de la edad del titular, la Formación es una variable normalizada derivada del grado de formación, la Inversión una variable normalizada a partir de la inversión cuantificada anualmente por

¹⁵ Seguimos un método de cálculo similar al realizado por Gómez-Limón y Arriaza (2011), pero adaptado a las características del sector hortofrutícola y con la inclusión de otras variables consideradas como relevantes en este caso.

hectárea y la Dedicación una variable que toma valores 0 si la dedicación es parcial y 1 si la dedicación es completa. Las ponderaciones (w) se realizan de acuerdo a la técnica descrita en la metodología (matriz de Saaty) con los pesos del panel de expertos. Dichas ponderaciones se recogen en cuadro siguiente.

Tabla 5. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice de adaptación (IA)

Variable	A	B	C	D	E		Porcentaje
Tamaño	1,00	0,82	0,68	0,39	0,47	$\lambda_{\max} = 5,180$	$w_1 = 11,3$
Edad	1,17	1,00	0,77	0,81	0,94	CI = 0,045	$w_2 = 16,6$
Formación	0,79	1,45	1,00	0,93	1,06	RI = 1,115	$w_3 = 23,9$
Inversión	1,62	1,29	1,48	1,00	1,97	CR = 4 %	$w_4 = 32,5$
Dedicación	0,33	0,73	0,56	0,61	1,00		$w_5 = 15,7$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia (< 0,1); RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

- Subvenciones (SUB):

$$\frac{\text{Subvenciones}}{\text{Valor añadido bruto}} \quad [24]$$

que mide las subvenciones totales en € sobre el indicador de renta generada en la explotación (valor añadido bruto).

- Indicadores relacionados con otras actividades del sector

- Asesoramiento de la industria auxiliar (AX):

$$\frac{\text{Asesoramiento (\%)}}{\text{Superficie}} \quad [25]$$

medido de acuerdo a las respuestas de las encuestas sobre el porcentaje recibido por la industria auxiliar.

- Índice de concentración de industrias auxiliares y de servicios (CAX), variable agregada estimada mediante el índice de Hirschman-Herfindahl¹⁶.
- Indicador de importancia de la industria auxiliar (IAX), variable normalizada medida a través de una ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).
- Pertenencia a una entidad asociativa de comercialización (AS), cooperativa o SAT, medido a través de una variable que toma valores 0 si no existe pertenencia y 1 si es socio de alguna de estas entidades de tipo cooperativo, tanto para la comercialización como para otra actividad, como es, por ejemplo, el suministro de factores productivos (las denominadas cooperativas de consumo).
- Asesoramiento de la entidad cooperativa (AC):

$$\frac{\text{Asesoramiento (\%)}}{\text{Superficie}} \quad [26]$$

- Indicador de productividad total en el sector de comercialización (PT), medido a partir de la productividad total de los factores, PTF (variable agregada), determinado en recientes estudios del sector (Galdeano-Gómez, 2010 y Rodríguez-Rodríguez et al., 2012).
- Indicador de la importancia de mecanismos de financiación local (IF), variable normalizada medida a través de una ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).
- Indicador de la importancia de centros de investigación especializados en el sector (ID) variable normalizada medida a través de una la ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).

¹⁶ Este índice se obtiene mediante la suma al cuadrado de la participación de todas las empresas en el mercado, de acuerdo a los datos de la Fundación Tecnova, de la forma siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_i}{V} \right]^2 = \sum_i Pm_i^2$$

Siendo: V_i = ventas de la empresa i ; V = ventas totales de las empresas de la muestra; Pm = participación de la empresa en el mercado. Dicho índice indica la mayor o menor concentración empresarial en el sector (estimándose que valores comprendidos entre 0 y 0,10 son indicativos de suficiente diversificación en el sector) y es utilizado también como indicador de aglomeración industrial (García Castro y Carranco Gallardo, 2008). Dada la heterogeneidad de actividades dentro de la industria auxiliar se ha estimado un índice para cada una de dichas subactividades, calculando posteriormente la media ponderada en función de la importancia relativa de cada una de ellas, tomando como referencia el trabajo de Céspedes Lorente *et al.* (2006).

- Indicador de competitividad internacional (EX), medido a través de la intensidad exportadora (variable agregada) del sector de la comercialización (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

En la Tabla 6 se exponen estadísticos descriptivos de las variables, en la que se ha excluido la variable AS, por ser de carácter cualitativo; sobre la misma hay que indicar que un porcentaje mayoritario (77,4 %) de los productores encuestados son socios de una cooperativa o Sociedad Agraria de Transformación. También, al objeto de homogeneizar los datos en las valoraciones de las variables IAX, IF e ID, se ha establecido la escala de valoración de 0,20 (=1) a 1,00 (=5). Adicionalmente, para las variables agregadas, PT y EX, solo se indica la media de los períodos considerados.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de determinados indicadores de productividad y socioeconómicos del sistema de la agricultura intensiva de Almería

Indicadores	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Mano de obra (L)	2,26	0,72	1,35	2,64
Productividad aparente del trabajo (PAT)	10,85	9,21	3,93	15,19
Índice de adaptación (IA)	0,79	0,47	0,48	0,94
Subvenciones (SUB)	0,02	0,01	0,01	0,02
Asesoramiento industria auxiliar (AX)	0,22	0,17	0,10	0,36
Concentración industria auxiliar (CAX)	0,07	0,00	0,07	0,08
Importancia industria auxiliar (IAX)	0,89	0,21	0,71	1,00
Asesoramiento cooperativa o SAT (AC)	0,45	0,28	0,00	0,61
Productividad en el sector de la comercialización (PT)	1,01	0,01	1,01	1,02
Importancia de los mecanismos de financiación locales (IF)	0,86	0,31	0,75	1,00
Importancia de la investigación local especializada (ID)	0,59	0,41	0,28	0,77
Indicador de competitividad internacional (EX)	0,62	0,01	0,62	0,63

5.2.4. Indicadores adicionales y modelo de análisis multiecuacional

Para esta parte del análisis vamos a considerar inicialmente una serie de variables e indicadores socioeconómicos, a partir de los cuales elaboraremos un índice sintético de dicha dimensión. Los indicadores a considerar se relacionan con la distribución de renta y el efecto en el desarrollo local. Los mismos son los siguientes:

- Mano de obra familiar y fija, LF, que se calcula como porcentaje de la mano de obra total (L, anteriormente estimada) de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Trabajadores fijos y miembros de la familia}}{\text{Mano de obra total}} \quad [27]$$

Aunque diversas actividades de la horticultura intensiva conllevan la contratación temporal, este ratio será indicativo de la generación de empleo estable, que se asocia con el desarrollo agrario sostenible. No obstante, utilizamos también la mano de obra total, L, como indicador de generación de empleo total para la elaboración del índice socio-económico.

- Productividad aparente del trabajo, anteriormente estimada en términos del valor añadido bruto (PAT), sobre el salario medio anual estimado en las encuestas (media familiar y trabajo contratado), que denominaremos como PTS. Este ratio nos indicará la desviación de la remuneración de la mano de obra en relación a su productividad, en función de que se obtenga un valor mayor o menor a la unidad.
- Probabilidad de continuidad de la explotación, PC (en sentido inverso, podría ser la posibilidad de abandono), considerando conjuntamente las respuestas del cuestionario, valorando con los porcentajes 0, 50 y 100 %, cuando las respuestas son «no», «tal vez» y «sí», respectivamente.
- Adicionalmente, un ratio relativo al sector de la comercialización, para estimar la desviación de la productividad aparente del trabajo (también medida en términos de valor añadido bruto por trabajador) en estas empresas (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012) sobre la renta per cápita media de los municipios con mayor especialización en horticultura intensiva¹⁷, ratio que denominamos por PTR. Este indicador, junto con el PTS descrito anteriormente consideramos que mostrarán aproximaciones del reparto equitativo de la renta generada en el sector. Al objeto de disponer de información individualizada en la construcción de nuestro panel de datos, se ha trabajado con los de cooperativas y SAT a las que indicaban estar asociados los product-

¹⁷ Los datos de la renta per cápita de dichos municipios fueron proporcionados por Analistas Económicos de Andalucía. Aunque el último año de esta información corresponde a 2008, se utiliza la renta media ponderada de ese año como cociente en los dos períodos considerados en nuestro estudio.

res en la encuesta y que al mismo tiempo estaban disponibles en la base de datos desarrollada en el estudio referenciado (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012). La actualización de dichos indicadores y la selección de explotaciones vinculadas a las entidades asociativas, nos ha llevado a trabajar con una muestra más reducida de 227 explotaciones hortofrutícolas, pero, que permite, por otra parte, disponer de datos individuales conectados al sector de la comercialización en origen.

La ponderación de cada uno de estos indicadores en el índice socioeconómico, que denominamos por ISE, se obtiene mediante la técnica de la matriz de Saaty descrita anteriormente. Los resultados se recogen en la Tabla A.1, del Anexo II.

En segundo lugar, se ha construido un indicador sintético o índice medioambiental, IAMB, con la misma muestra de explotaciones considerada en el índice anterior, a partir de la agregación de los indicadores de presión medioambiental, ecuaciones (16) a (20), utilizadas en el estudio de la ecoeficiencia. Debemos mencionar que dadas las características de los indicadores empleados (RH, RHV, BN, FT, RD), a la hora de determinar las distintas interrelaciones, los resultados esperados deben tener un signo negativo (coeficientes de las variables explicativas), en caso de que exista una influencia en la reducción de la presión medioambiental en la actividad hortofrutícola. La matriz de ponderaciones correspondiente a IAMB se muestra en la Tabla A.2. del Anexo II.

En tercer lugar se ha construido un índice de productividad-competitividad, IPRC, con determinados indicadores definidos anteriormente, pero referidos también aquí a la muestra reducida para disponer de datos individualizados. Los indicadores considerados son:

- La productividad aparente del trabajo en las explotaciones, PAT.
- La productividad total de los factores, PT, de las empresas de comercialización, ahora por empresa a la que están vinculadas las explotaciones.
- El indicador de intensidad exportadora, EX, también por entidad.
- Adicionalmente, se ha considerado el indicador de importancia otorgado a la industria auxiliar, IAX, resultante de las encuestas para las explotaciones seleccionadas en esta fase del estudio. La matriz de ponderaciones se muestra en la Tabla A.3, del Anexo II.

Los diferentes métodos de agregación empleados, siguiendo la metodología expuesta en el subapartado 5.1.2, muestran que el sistema multiplicativo o geométrico, resulta en los tres casos adecuado. En la Tabla 7 se muestran los estadísticos descriptivos de los indicadores sintéticos, incluyendo el test de normalidad de sus distribuciones, realizado mediante la prueba K-S (*Kolmogorov-Smirnov*), resultando no significativo (al 5 %) solo para el IPRC¹⁸.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de los indicadores sintéticos

Índices	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	K-S (p-valor)
ISE (socioeconómico)	0,437	0,122	0,269	0,609	2,815 (0,013)
IAMB (medioambiental)	0,381	0,205	0,172	0,580	5,427 (0,000)
IPRC (productividad-competitividad)	0,466	0,392	0,235	0,704	1,028 (0,089)

El análisis de interrelaciones se realiza mediante el desarrollo de un sistema de ecuaciones simultáneas, de acuerdo a lo expuesto el subapartado 5.1.3, cada una de ellas correspondiente a uno de los índices considerados, de la forma siguiente:

$$ISE_{it} = f1(IAMB_{it}, IPCR_{it}, X1_{it}) \quad [28]$$

$$IAMB_{it} = f2(ISE_{it}, IPCR_{it}, X2_{it}) \quad [29]$$

$$IPCR_{it} = f3(IAMB_{it}, IPCR_{it}, X3_{it}) \quad [30]$$

donde las interrelaciones cruzadas se determinan mediante la consideración de los tres índices tanto como variables endógenas como explicativas en las ecuaciones del sistema. Los vectores de variables explicativas o predeterminadas de cada ecuación (incorrelacionadas con el término de error de dicha ecuación) vienen identificados por $X1$, $X2$ y $X3$. Dado que existen diversos indicadores y variables candidatas a integrar dichos vectores trabajamos con pruebas de distintos subconjuntos para solventar el problema de sobreidentificación, como se detallará en el siguiente apartado de resultados.

¹⁸ Consideramos que esto se debe a la utilización de indicadores más heterogéneos que los empleados en los otros dos índices. En cualquier caso, para el análisis posterior de interrelaciones se requerirá una transformación adicional para el ajuste de normalidad, empleando en este caso el método de Box-Cox.

5.3. Estimaciones y resultados

5.3.1. Estimaciones e interpretación de la eco-eficiencia

La Tabla 8 muestra los resultados de la eco-eficiencia media total y la obtenida para cada una de las presiones medioambientales tomadas como referencia.

Tabla 8. Estimaciones de la eco-eficiencia en explotaciones hortofrutícolas

Ratios de eco-eficiencia	Media		Desviación típica		Máximo		Mínimo	
	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012
Eco-eficiencia (conjunta)	1,072	1,067	0,893	0,955	1,588	1,627	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RH}	1,054	1,050	0,907	1,026	1,347	1,320	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RHV}	1,118	1,113	1,035	1,042	1,806	1,944	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{BN}	1,042	1,044	0,970	1,006	1,370	1,419	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{FT}	1,075	1,073	1,003	0,904	1,641	1,615	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RD_c}	1,290	1,294	1,322	1,151	2,117	2,138	1,000	1,000

* Subíndices: RH=consumo de agua; RHV=agua virtual; BN=balance de nitrógeno; FT=fitosanitarios; RD=residuos.

Los valores de ecoineficiencia obtenidos son en su mayoría cercanos a la unidad (el valor mínimo, que supondría una situación eco-eficiente), lo que indica que la presión medioambiental no es muy alta en términos medios, ya que esta solo podría reducirse un 7 % manteniendo el mismo nivel de valor añadido. Las presiones más bajas se han obtenido para el consumo de agua y el balance de nitrógeno, con un 5 y un 4 % respectivamente, lo que es indicativo de eficiente uso de fertilizantes y recursos hídricos, tal y como se viene detectando en algunos estudios (Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010), derivado también de la mejora en las tecnologías de riego durante los últimos años, que han permitido, además, un mejor control en las dosis de fertilizantes. El indicador relativo al agua virtual supone una presión de un 11 %, lo que estimamos que es consecuencia del alto porcentaje de producto exportado, en base al método de cálculo anteriormente expuesto. La presión medioambiental en el uso de fitosanitarios también muestra un valor reducido, en torno al 7 %, lo que se puede entender por el aumento del control biológico de plagas y el sistema de producción integrada, en general, adoptado de forma extensiva en las explotaciones hortofrutícolas almerienses en estos últimos años (Beltrán *et al.*, 2010). La situación más eco-ineficiente se detecta en el caso de los resi-

duos, indicando que podría reducirse la presión medioambiental derivada de los residuos en un 29 % manteniendo constante el valor añadido; pese a ello, como se expuso en el anterior apartado se viene haciendo un importante esfuerzo durante la última década, especialmente por parte las administraciones locales (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Ayuntamiento de Níjar, 2009), en el reciclaje y control de residuos, con la consiguiente reducción de impactos medioambientales.

Las estimaciones para los dos períodos son bastante similares, con variaciones poco significativas, aunque se observa una ligera reducción para la mayoría de las presiones medioambientales (mejora de eficiencia) en el segundo período de análisis considerado con relación al primero.

5.3.2. Análisis de interrelaciones

El estudio de efectos de otras variables de productividad y socio-económicas del conjunto del sector se ha realizado a partir de los resultados de eco-eficiencia obtenidos, considerando las presiones medioambientales individuales y los datos medios para los dos períodos. La Tabla 9 muestra las estimaciones obtenidas empleando el método de regresiones Tobit. Para una mayor comprensión de los resultados, los ratios de eco-eficiencia han sido considerados en términos negativos (multiplicados por -1); de esta forma un coeficiente positivo indicará que hay un efecto en la reducción del ratio (eco-ineficiencia), es decir, tiene una influencia positiva en la mejora de la eco-eficiencia (acercamiento a la unidad).

En general, los resultados obtenidos muestran la existencia de coeficientes significativos y positivos para la mayoría de las variables consideradas. Aunque hemos de tener cautela a la hora de interpretar los resultados,¹⁹ en términos del ratio de eco-eficiencia global (primera columna de resultados) podemos decir que la misma mejora cuando:

- Mejora la productividad del trabajo en la explotación (PAT), lo cual se relaciona con la especialización de la mano de obra en las técnicas requeridas en la producción hortofrutícola, y con el efecto global en el mejor uso de recursos productivos.

¹⁹ Particularmente, por la referencia a una serie temporal limitada a las últimas campañas del sector, lo que puede suponer un análisis relativamente estático.

Tabla 9. Resultados de las regresiones tobit sobre los ratios de eco-eficiencia

Variables	Eco-eficiencia	Eco-eficiencia _{RH}	Eco-eficiencia _{RHV}	Eco-eficiencia _{BN}	Eco-eficiencia _{FT}	Eco-eficiencia _{RD}
Constante	5,348*** (0,000)	7,028*** (0,000)	10,074*** (0,000)	6,155*** (0,000)	9,024*** (0,000)	5,008*** (0,000)
L	-0,003 (0,127)	-0,000 (0,205)	-0,005** (0,037)	-0,002** (0,048)	-0,001 (0,207)	-0,000 (0,152)
PAT	0,048*** (0,002)	0,015** (0,026)	0,004* (0,008)	0,031*** (0,000)	0,031*** (0,004)	0,022*** (0,001)
IA	0,115*** (0,000)	0,031*** (0,002)	0,016** (0,029)	0,179*** (0,001)	0,082*** (0,000)	0,068*** (0,005)
SUB	0,007 (0,144)	0,000 (0,109)	-0,000 (0,214)	0,000 (0,160)	0,000* (0,059)	0,000* (0,068)
AX	0,002 (0,308)	0,003** (0,012)	-0,000 (0,164)	0,000* (0,054)	0,006* (0,080)	0,020** (0,042)
CAX	0,006** (0,039)	0,040*** (0,007)	0,009** (0,028)	0,002** (0,017)	0,007** (0,025)	0,004** (0,033)
IAX	0,013*** (0,005)	0,021*** (0,000)	0,021** (0,033)	0,035*** (0,041)	0,014*** (0,002)	0,009*** (0,000)
AS	0,009** (0,011)	0,005** (0,033)	0,001** (0,040)	0,0010** (0,035)	0,008* (0,109)	0,008** (0,025)
AC	0,016*** (0,000)	0,007*** (0,004)	0,015*** (0,002)	0,006*** (0,000)	0,004** (0,026)	0,008*** (0,004)
PT	0,008** (0,020)	0,036** (0,042)	0,046** (0,017)	0,004** (0,003)	0,000** (0,017)	0,005** (0,021)
IF	0,007*** (0,004)	0,030*** (0,000)	0,022*** (0,006)	0,004*** (0,000)	0,005** (0,018)	0,013*** (0,005)
ID	0,001** (0,042)	0,005** (0,027)	0,001* (0,058)	0,000* (0,069)	0,000 (0,105)	0,004** (0,036)
EX	0,010*** (0,007)	0,006** (0,035)	0,009*** (0,002)	0,012** (0,037)	0,003** (0,016)	0,000** (0,029)
N	319	319	319	319	319	319
Log likelihood	486,08	355,20	194,65	479,81	277,40	352,77
LR χ^2	118,37***	104,81***	96,07***	117,29***	102,31***	110,04***
Pseudo-R ²	0,209	0,193	0,147	0,214	0,198	0,201

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: L=Mano de obra; PAT=Productividad aparente del trabajo; IA=Índice de adaptación; SUB=Subvenciones; AX=Asesoramiento de la industria auxiliar; CAX=Concentración de la industria auxiliar; IAX=Importancia de la industria auxiliar; AS=Socio de cooperativa o SAT; AC=Asesoramiento cooperativa o SAT; PT=Productividad en el sector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación locales; ID=Importancia de la investigación local especializada; EX=Indicador de competitividad internacional.

- Mejora el índice de adaptación (IA), para el cual los mayores pesos (Tabla 5) son los relativos a la inversión y formación. Asimismo, ello estaría también relacionado con la mayor productividad de la mano de obra.
- Mejora la concentración de empresas auxiliares (CAX) y la importancia que se estima tienen las mismas (IAX), lo que se deriva de la disponibilidad de recursos y servicios suministrados de forma local, así como la diversidad del sector auxiliar, con las características de *cluster* en determinadas actividades y distrito industrial de forma general en este ámbito (Aznar-Sánchez y Galdeano-Gómez, 2011).
- Aumenta con la pertenencia y con el asesoramiento que prestan las entidades de tipo asociativo (AC y AS), incluyendo tanto las de comercialización como las de suministro de factores productivos, lo que se deriva, además, de que el mayor porcentaje de asesoramiento se recibe de estas entidades cuando el productor manifiesta ser socio de las mismas. Esta interrelación se ha detectado también en estudios similares para otros subsectores agrarios (Sánchez Fernández, 2009).
- Aumenta con la productividad del sector de la comercialización (PT), lo que muestra el encadenamiento con esta actividad, no solo en términos económicos, sino también en la mejora de eficiencia global y rendimiento medioambiental (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2012).
- Aumenta con la importancia que se concede a los mecanismos de financiación local (IF) y la investigación especializada (ID), aunque esta última con un menor nivel de significación. Dichos resultados pueden resultar evidentes en estos últimos años de restricción financiera general y por la necesidad de innovación, como mecanismo para la búsqueda de soluciones a los problemas actuales.
- Aumenta también con la intensidad exportadora del sector (EX), ya que como se expuso en el apartado 4, viene actuando como un factor promotor de adaptación para mejorar la eficiencia del sector en términos generales (Galdeano-Gómez, 2010; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

Por otra parte, no se producen mejoras en la eco-eficiencia por el aumento de la mano de obra por unidad de superficie (L), entendiendo que puede

ser debido a que esto indica una reducción en la productividad del trabajo o que la misma puede estar poco especializada, como ha venido ocurriendo en los últimos años con la contratación temporal de trabajadores extranjeros (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011). En el caso de las subvenciones (SUB), aunque muestra un coeficiente positivo, el mismo no resulta significativo.

En cuanto a los ratios de eco-eficiencia desglosados por las presiones medioambientales consideradas, los resultados alcanzados son, en general, similares a los obtenidos para la eficiencia global. Respecto a los indicadores de explotación, dichas eco-eficiencias mejoran con el incremento en la productividad (PAT) y en el índice de adaptación (IA). Las subvenciones (SUB) solo resultan significativas, aunque solo al 10 % de nivel de significación, para la mejora de ratios relativos a fitosanitarios y gestión de residuos, lo que estimamos que se debe a que buena parte de dichas subvenciones (principalmente a través de los Programas Operativos de la UE) van dirigidas a la adopción de sistemas integrados, con la consiguiente menor utilización de químicos, y a la reducción del impacto medioambiental derivado de los residuos. Respecto a los indicadores relativos a otras actividades dentro del modelo hortofrutícola almeriense, resultan también con coeficientes significativos los correspondientes a la industria auxiliar (principalmente, CAX e IAX), a las entidades asociativas y sector de la comercialización, a los servicios financieros (IF) y al indicador de intensidad exportadora (EX), corroborando, como se ha descrito en apartados anteriores, la existencia de interrelaciones en el conjunto de actividades del sector y ciertos efectos sinérgicos desde el punto de vista de la sostenibilidad.

5.3.3. Interrelaciones multidimensionales

El sistema de ecuaciones simultáneas propuesto con los indicadores sintéticos, ecuaciones (27), (28) y (29), se estima inicialmente siguiendo el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Se trata de un estimador de variables instrumentales que utiliza como instrumentos las variables endógenas estimadas²⁰ (en una primera etapa con mínimos cuadrados) y un vector de variables explicativas o predeterminadas. En la composición de los vectores X_1 , X_2 y X_3 , se han considerado diversas variables, en su mayoría ya estimadas para la muestra total, de la forma siguiente:

²⁰ El uso de variables endógenas estimadas en una segunda etapa asegura que estas estén no correlacionadas con los términos de error. Se ha considerado este método teniendo en cuenta también la limitación temporal de nuestro panel de datos, puesto que otra técnica de estimación con variables instrumentales, como es el MGM, exige normalmente la utilización de variables desfasadas (uno o varios períodos) para construir el vector de instrumentos.

- En la ecuación del índice socio-económico (ISE) se han incluido como variables explicativas el índice de adaptación, IA, el empleo o mano de obra en las empresas de comercialización (en número de trabajadores, fijos y temporales, por año completo), LC, la importancia de mecanismos de financiación locales, IF.

El signo esperado de los parámetros de dichas variables debe ser positivo, por los efectos en mejora socio-económica del sector.

- En la ecuación del índice medioambiental (IAMB) se han considerado los indicadores de eco-eficiencia conjunta, EFT, el rendimiento medioambiental en las empresas de comercialización (siguiendo el método de cálculo utilizado para este indicador en el trabajo de Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012), RMC, el porcentaje de producción con control integrado, ecológica o con algún sistema de control medioambiental, ECO, variable normalizada determinada a partir de la información de las encuestas.

En este caso, dada la composición del índice mediante los ratios de presión medioambiental, el signo esperado de los parámetros de dichas variables ahora debe ser negativo, por los efectos en la reducción del impacto sobre el medio ambiente.

- Por último, en la ecuación del índice de productividad-competitividad (IPRC) se han incluido como variables predeterminadas la inversión por explotación, IE (variable normalizada a partir de la inversión cuantificada anualmente por hectárea), el rendimiento de la explotación, RE (medido en kilogramos por hectárea), el ratio de cambio tecnológico en las empresas de comercialización TEC (estimado siguiendo el trabajo de Galdeano-Gómez, 2008), así como la importancia de especialización en investigación sobre el sector, ID.

El signo esperado de los parámetros de dichas variables debe ser positivo, por los efectos en la mejora de la productividad y la competitividad del sector.

Tabla 10. Estimación del sistema de ecuaciones simultáneas (método MC2E)

V. Endógenas	ISE (i)	IAMB(i)	IPRC(i)	ISE (ii)	IAMB(ii)	IPRC(ii)
V. Explicativas						
Constante	3,558*** (0,000)	2,629*** (0,000)	2,811*** (0,000)	3,215*** (0,000)	4,063*** (0,000)	3,092*** (0,000)
ISE		-0,131*** (0,002)	0,704*** (0,000)		-0,087** (0,031)	0,505*** (0,001)
IAMB	-0,041** (0,037)		-0,538*** (0,001)	-0,027** (0,040)		-0,613*** (0,000)
IPRC	0,207*** (0,003)	-0,917*** (0,000)		0,169*** (0,004)	-0,844*** (0,000)	
IA	1,015*** (0,000)	-0,240*** (0,001)	0,761*** (0,000)	1,206*** (0,000)	-0,535*** (0,002)	0,840*** (0,001)
LC	0,159*** (0,001)	0,008 (0,205)	-0,002 (0,130)			
IF				0,094*** (0,002)	-0,013 (0,109)	0,119** (0,053)
EFT ^a	0,016** (0,027)	-1,306*** (0,000)	0,514*** (0,000)	0,038* (0,056)		
RMC	0,012 (0,104)	-0,835*** (0,000)	0,169*** (0,003)		-0,437** (0,025)	1,017*** (0,000)
ECO				0,063** (0,021)	-1,006*** (0,001)	0,229** (0,061)
IE	0,032* (0,059)	-0,162*** (0,004)	0,248*** (0,002)			
RE	0,601*** (0,004)	-0,051* (0,069)	0,093** (0,024)	0,726*** (0,000)	0,008 (0,209)	0,072** (0,066)
TEC	0,320** (0,016)	-0,109** (0,032)	1,006*** (0,000)	0,249** (0,037)	-0,351*** (0,002)	2,013*** (0,000)
ID				0,020* (0,074)	-0,133** (0,004)	0,108*** (0,004)
N	227	227	227	227	227	227
R ² (ajustado)	0,579	0,641	0,704	0,583	0,608	0,669
Sargan (Prob.>c ²)	0,130	0,085	0,092	0,206	0,076	0,152
F (efectos fijos)	71,104***	92,225***	108,319***	73,820***	88,216***	95,473***

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: ISE=Índice socio-económico; IAMB=Índice medioambiental; IPR=Índice de productividad-competitividad; IA=Índice de adaptación; LC=Mano de obra en el subsector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación local; EFT=Eco-eficiencia total (en valores negativos); RMC=Rendimiento medioambiental en empresas de comercialización; ECO=Porcentaje de producción con control biológico-medioambiental; IE=Inversión en explotación; RE=Rendimiento de producción en explotación; TEC=Cambio tecnológico en empresas de comercialización; ID=Importancia de investigación especializada en el sector.

La consideración de este conjunto de variables, sin embargo, plantea el inconveniente de la existencia de ecuaciones sobreidentificadas, es decir, más

variables predeterminadas que las variables endógenas utilizadas como explicativas. Por ello, se han hecho múltiples pruebas de estimación utilizando combinaciones lineales de dichas variables para determinar los vectores $X1$, $X2$ y $X3$. La validez de los instrumentos en cada estimación se ha contrastado utilizando el test de Sargan (Sargan y Bhargava, 1983). Adicionalmente, como simplificación, se ha considerado un panel de datos de efectos fijos; no obstante, dicha consideración se ha contrastado con el estadístico F de Snedecor. En el cuadro siguiente se muestran los resultados de las dos estimaciones [(i), (ii)] que mostraron mejor ajuste, de acuerdo a los estadísticos indicados y al estadístico R^2 ajustado.

Los resultados obtenidos muestran la significación de la mayoría de los parámetros estimados y con el signo esperado. Especialmente, se aprecia la existencia de efectos significativos entre los índices agregados. Así, el índice socio-económico mejora con la reducción de presiones medioambientales y con el incremento de la productividad-competitividad, mostrando este último, también como cabía esperar, mayor efecto (reflejado por el mayor nivel de significación) sobre los componentes económicos y sociales reflejados a través de índice ISE. Por su parte, el índice medioambiental se ve influido negativamente (reducción de presiones sobre los recursos y entorno natural) por los incrementos en los índices socio-económico y de productividad-competitividad, reflejando los efectos sinérgicos de estas variables para mejorar la gestión de recursos y la reducción de externalidades. Del mismo modo, la productividad y competitividad mejora con el incremento en el índice socio-económico y con las reducciones en las presiones medioambientales, evidenciando también los efectos cruzados o de sinergia entre las variables dimensionales consideradas aquí como indicativas de la sostenibilidad.

Respecto a las variables incluidas como predeterminadas, mencionar, entre los resultados más destacados para el modelo de ecuaciones (i), la influencia significativa del índice de adaptación (IA), la eco-eficiencia (EFT) y los indicadores asociados a la inversión y mejora tecnológica (IE y TEC), estos últimos especialmente sobre los índices medioambiental y de productividad-competitividad. En cuanto al segundo modelo expuesto (ii), se observan también los efectos significativos de los mecanismos de financiación local (IF), sobre todo en el índice socio-económico, así como el porcentaje de producción de control integrado-ecológica (ECO) y los servicios de investigación (ID) sobre el índice medioambiental y el de productividad-competitividad respectivamente.

Posteriormente, se ha realizado la estimación del sistema de ecuaciones mediante el método de mínimos cuadrados en tres etapas, MC3E, el cual permite optimizar la estimación ante la existencia de posibles correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones simultáneas (Novales, 1996).²¹ Los resultados se recogen la Tabla A.4 del Anexo II y muestran bastante similitud con los obtenidos en la Tabla 9, observando tan solo relativas disminuciones de significación para algunos parámetros, posiblemente motivadas por la eliminación de correlaciones presentes entre los residuos del sistema en las estimaciones anteriores. En cualquier caso, los resultados obtenidos evidencian de nuevo ciertos efectos sinérgicos entre los índices elaborados desde la perspectiva de la sostenibilidad multidimensional en el sector objeto de este estudio.

6. Conclusiones, extensiones e implicaciones políticas

La sostenibilidad representa, hoy en día, una de las principales preocupaciones de los analistas y agentes políticos involucrados en el desarrollo regional. La agricultura, al igual que otros sectores productivos, se enfrenta a este gran reto, pero con la connotación adicional de ser el principal proveedor de alimentos y otros productos básicos, que al mismo tiempo está estrechamente relacionado con los recursos naturales y factores socio-económicos en el desarrollo de muchas áreas rurales.

Pese a este papel relevante, en el contexto actual de internacionalización y concentración en el sistema agroalimentario, así como de estrategias regionales dirigidas hacia una diversificación productiva más que a una multifuncionalidad en la práctica de la actividad agraria (como es el caso de la política rural europea en las últimas décadas), se viene cuestionando la capacidad de la agricultura para afrontar los retos de sostenibilidad en un entorno ampliamente competitivo, especialmente sin el adecuado apoyo público. Sin embargo, a diferencia de muchos estudios que tienden a identificar el reducido protagonismo del sector agrario para estimular un desarrollo sostenible, el presente trabajo muestra el papel singular que viene teniendo la horticultura intensiva en Almería a la hora de afrontar los diferentes retos desde el punto de vista multidimensional.

En primer lugar, a través del estudio de caso, con la revisión de datos y análisis en diversas áreas, se ofrece una visión integrada de las particularidades

²¹ Este método consiste, básicamente, en la obtención de los vectores de residuos resultantes de la estimación por MC2E, y proceder a estimar en una tercera etapa el sistema mediante Mínimos Cuadrados Generalizados.

de la horticultura almeriense que han propiciado sus contribuciones económicas, medioambientales y sociales. Entre otras, se desprende:

- La capacidad de este sector para generar crecimiento y autosostenimiento desde el punto de vista económico, mostrando signos de adaptación y competitividad, tanto en el mercado nacional como en el internacional.
- El uso de recursos de forma eficiente y la tendencia hacia prácticas más agro-ecológicas, que muestran signos de eco-eficiencia y eco-innovación, aspectos fundamentales de la sostenibilidad medioambiental (intensificación agraria sostenible).
- Al mismo tiempo, y como una de las características más relevantes, hemos obtenido que los componentes anteriores se han generado de forma paralela a la dimensión social y el desarrollo multifuncional de la actividad agraria. La principal razón es que esta horticultura se ha gestado sobre la base de explotaciones y empresas de tipo familiar, que han permitido, además, una redistribución de la renta y el bienestar económico en un amplio segmento de la población almeriense.
- También, esa estructura ha permitido generar, con carácter esencialmente endógeno, organizaciones y empresas para la comercialización y servicios auxiliares (entre ellos los financieros), que han permitido reforzar el capital social, la adaptación a los requerimientos de los mercados y aumentar la resiliencia del sistema en su conjunto.
- Adicionalmente, esta visión holística de la horticultura almeriense nos muestra la existencia de interrelaciones y efectos sinérgicos entre los distintos componentes del desarrollo sostenible, sin los cuales no se entendería la superación de los retos y los resultados alcanzados.

En segundo lugar, el análisis estadístico-econométrico realizado, basado en una serie de indicadores productivos, medioambientales y socioeconómicos, ha permitido obtener diversas evidencias sobre las sinergias generadas desde esa perspectiva multidimensional. Entre los principales resultados obtenidos destacan los siguientes:

- Los indicadores de eco-eficiencia obtenidos son muy cercanos al nivel mínimo (la unidad o mínima eco-ineficiencia), mostrándonos la

existencia de un alto equilibrio entre los componentes productivos y medioambientales. La existencia de reducidas presiones medioambientales es indicativa de un uso eficiente de recursos naturales, entre los que destacan el agua y los fertilizantes, así como la reducción en el empleo de fitosanitarios. No obstante, se requiere un mayor esfuerzo en la gestión de algunos residuos, que viene siendo objeto de acciones tanto por parte del sector productivo como de las administraciones locales en los últimos años.

- Los resultados del análisis de interrelación de la eco-eficiencia con otros indicadores productivos y socio-económicos, nos proporcionan evidencias de los efectos positivos que tienen sobre el balance productivo-medioambiental la capacidad de adaptación de las explotaciones familiares, la productividad tanto en producción como en comercialización, la intensidad exportadora, los servicios de la industria auxiliar, los mecanismos de financiación y la innovación locales, así como el reducido impacto de las subvenciones que se reciben a nivel de producción.
- Por último, el estudio de interrelaciones entre índices dimensionales, de carácter socio-económico, medioambiental y de productividad-competitividad, nos han proporcionado evidencias sobre efectos cruzados positivos entre los diversos componentes. Los resultados obtenidos nos muestran la influencia en la reducción de presiones sobre los recursos naturales a medida que mejoran los indicadores de productividad y competitividad, así como los socio-económicos. También, como hay incrementos en la productividad-competitividad con la mejora socio-económica y la eficiencia en la gestión medioambiental.

Pese a las limitaciones del estudio empírico, basado en una serie de indicadores tomando como referencia principal una muestra de explotaciones, y en un tercer análisis también de empresas de comercialización, así como la reducida temporalidad de los datos, referidos solo a las últimas campañas, se obtienen determinadas evidencias sobre interrelaciones positivas o efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad. Desde el punto de vista metodológico, además, consideramos que se aportan métodos para un análisis más integral de los sistemas agrarios, no solo desde los componentes del desarrollo sostenible, sino también desde la visión del conjunto de actividades que conforman el sistema. No obstante, futuros trabajos pueden ir encaminados

a profundizar en este sistema de interrelaciones, especialmente en el complejo de explotaciones familiares-empresas de comercialización-industria auxiliar, así como al encadenamiento con otros factores sociales y medioambientales del sector.

Las implicaciones de tipo político consideramos que, principalmente, se deben derivar de esta visión holística ofrecida de la horticultura almeriense. De esta forma, no solo la relevancia socio-económica y de competitividad deben ser elementos a tener en cuenta, en el contexto de la crisis actual, para la consideración de un sector estratégico, sino que, además, puede ser referente práctico en la implementación de programas y políticas de sostenibilidad en otros contextos.

Del mismo modo, en el plano internacional, los proyectos de traslación del denominado «modelo de Almería», deben de tener en cuenta esta visión integrada, de contribuciones económicas, sociales y medioambientales, adaptada a sus entornos específicos, que este modelo puede proporcionar para el desarrollo agrario sostenible.

Anexos

Anexo I. Algunos proyectos internacionales de traslación del «modelo Almería»

Los proyectos conocidos tienen connotaciones y problemáticas diferentes:

- En el caso de México, en el Estado de Sinaloa (líder en las exportaciones hortícolas del país), se comenzó hace ya casi dos décadas con la aplicación de la técnica de los invernaderos, similares a los de Almería, para la producción hortícola. Sin embargo, las técnicas de producción están basadas en el uso de agro-químicos y apenas se han introducido prácticas más respetuosas con el medio ambiente. Adicionalmente, la producción se desarrolla en medianas y grandes empresas, lo que no ha permitido un desarrollo socio-económico amplio (Carton de Grammont y Lara Flores, 2010) ni tampoco se ha podido constituir un cluster agro-industrial que contribuya a la generación de capital social ni desarrollo tecnológico endógeno (Maya-Ambía, 2011). En el Estado de Zacatecas, el proyecto es más reciente y orientado sobre todo al desarrollo de industrias y servicios auxiliares (Fundación Tecnova, 2008). Estos cambios se consideran importantes, pero necesitan soportarse también con estructuras comerciales y de organización del sistema de producción.
- En el caso de Marruecos, la principal zona productora y exportadora de hortalizas en invernadero se encuentra en Agadir (región de Souss-Massa) y su desarrollo tuvo lugar a partir de la década de 1980. Se emplean invernaderos de plástico similares a los de Almería pero su fuerte dinamismo está vinculado a la llegada de capital extranjero fundamentalmente francés. Apenas si se han aplicado prácticas respetuosas con el medio ambiente teniendo un gran problema con

la salinización de sus acuíferos. Además, las grandes empresas de capital extranjero utilizan personal y tecnología de sus propios países de manera que no contribuyen al desarrollo de capital humano ni tecnológico de Marruecos (Aznar-Sánchez, 2006). El resultado de esta configuración es que se está produciendo una exclusión de los pequeños productores locales, puesto que tienen limitado el acceso a la tecnología, financiación y canales de exportación y al no estar organizados a través de cooperativas están desapareciendo (Bensalk *et al.*, 2011).

- En el caso de Chile y Perú (Arica y Tacna, respectivamente), la traslación se está realizando en base a condiciones climatológicas parecidas a las de Almería. De este modo, la construcción de invernaderos con estructura sencilla y la aplicación de algunas técnicas de producción hortícola están teniendo buenos resultados desde el lado productivo. La principal limitación de estas regiones son los recursos hídricos, por lo que las técnicas de ahorro de agua y cultivos sin suelo también se están aplicando. No obstante, las explotaciones en el caso de Perú se están desarrollando por parte de grandes explotaciones y empresas, lo que reduce su impacto socio-económico. Por su parte, en el caso de Chile, puede haber efectos de sostenibilidad más amplios, dada su estructura basada en medianas y pequeñas empresas y hay un creciente interés por la organización de entidades cooperativas (Mazuela y Cabrales, 2000).
- En el caso de Bolivia, en el Departamento de Chuquisaca, se están aplicando, durante los últimos años, algunas técnicas de horticultura intensiva en invernaderos, con estructuras de producción basadas también en medianas y pequeñas explotaciones, lo que puede representar un efecto socio-económico importante. No obstante, existe una relevante ausencia de cultura organizativa aún para la generación de un capital social. Por ello, recientemente se están creando centros de formación e investigación ligados a la horticultura, que pueden aumentar la capacidad de desarrollo sostenible de los pequeños productores (Salinas Andújar, 2007).

- En el caso de China, en las áreas de Beijing y Kunming, la principal iniciativa gubernamental ha ido encaminada a aplicar las técnicas de horticultura intensiva similares a las de Almería, en cooperativas estatales y explotaciones familiares, con el objetivo principal de mejorar la productividad dada la baja rentabilidad y uso abundante de mano de obra (García Lorca, 2005; Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010). Pero, la implementación se está haciendo con técnicas productivas más convencionales (con el empleo de fitosanitarios y productos agro-químicos) ante la necesidad de aumentar rápidamente el volumen de producción agroalimentaria. Por otra parte, se observa un impacto positivo desde el punto de vista socio-económico mayor en las empresas familiares que en las explotaciones estatales (García Lorca, 2005).

En general, la problemática principal de los distintos proyectos es la traslación basada solo en la tecnología y prácticas hortícolas o de determinados servicios ligados a esta agricultura. De este modo, es importante la visión multidimensional y los posibles efectos sinérgicos que se generan para que se pueda alcanzar una sostenibilidad a largo plazo.

Anexo II. Cuadros estadísticos de estimaciones complementarias

Tabla A.1. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice Socio-Económico (ISE)

Indicador	A	B	C	D	E		Porcentaje
LF	1,00	2,08	1,57	2,31	1,38	$\lambda_{\max} = 4,866$	$w_1 = 35,1$
L	0,26	1,00	0,18	0,44	0,29	CI = 0,034	$w_2 = 10,4$
PTS	0,69	1,16	1,00	1,18	0,72	RI = 1,115	$w_3 = 17,9$
PC	0,58	1,25	0,59	1,00	0,36	CR = 3 %	$w_4 = 14,2$
PTR	0,63	1,37	0,82	1,42	1,00		$w_5 = 22,4$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia ($< 0,1$) y RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: LF= Mano de obra familiar y fija; L=Mano de obra (total); PTS=Productividad aparente del trabajo sobre salario medio; PC=Probabilidad de continuidad de la explotación; PTR=Productividad aparente del trabajo en empresas de comercialización sobre renta per cápita media.

Tabla A.2. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice Medioambiental (IAMB)

Indicador	A	B	C	D	E		Porcentaje
RH	1,00	1,74	1,29	2,56	2,01	$\lambda_{\max} = 5,150$	$w_1 = 26,2$
RHV	0,38	1,00	0,27	0,62	0,31	CI = 0,041	$w_2 = 9,8$
BN	0,55	1,12	1,00	1,54	0,84	RI = 1,115	$w_3 = 18,4$
FT	0,42	0,83	0,66	1,00	1,35	CR = 4 %	$w_4 = 23,6$
RD	0,61	1,02	0,75	0,9	1,00		$w_5 = 22,00$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia ($< 0,1$) y RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: RH=consumo de agua por hectárea; RHV=consumo de agua virtual; BN=balance de nitrógeno; FT=uso de fitosanitarios; RD=volumen de residuos (no reciclados o no enviados a vertederos controlados).

Tabla A.3. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice de Productividad-Competitividad (IPRC)

Indicador	A	B	C	D		Porcentaje
PAT	1,00	0,86	1,17	2,25	$\lambda_{\max} = 4,086$	$w_1 = 38,5$
PT	0,53	1,00	1,33	0,66	CI = 0,021	$w_2 = 25,2$
EX	0,37	0,74	1,00	2,07	RI = 0,882	$w_3 = 19,6$
IAX	0,31	0,42	0,46	1,00	CR = 2 %	$w_4 = 16,7$

* CI es el índice de consistencia, CR el ratio de consistencia ($< 0,1$) y ir un ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: PAT = Productividad aparente del trabajo; PT = Productividad total de los factores en empresas de comercialización; EX = Indicador de competitividad internacional (intensidad exportadora en comercialización); IAX = Importancia de la industria auxiliar local.

Tabla A.4. Estimación del sistema de ecuaciones simultáneas (método MC3E)

V. Endógenas	ISE (i)	IAMB(i)	IPRC(i)	ISE (ii)	IAMB(ii)	IPRC(ii)
V. Explicativas						
Constante	4,118*** (0,000)	2,804*** (0,000)	3,105*** (0,000)	4,133*** (0,000)	5,002*** (0,000)	2,838*** (0,000)
ISE		-0,106*** (0,004)	0,594*** (0,001)		-0,064** (0,040)	0,310*** (0,004)
IAMB	-0,016** (0,042)		-0,469*** (0,003)	-0,018** (0,037)		-0,716*** (0,000)
IPRC	0,163*** (0,004)	-0,797*** (0,001)		0,124*** (0,001)	-0,715*** (0,002)	
IA	0,957*** (0,000)	-0,205** (0,028)	0,473*** (0,001)	1,055*** (0,001)	-0,370** (0,031)	0,692*** (0,002)
LC	0,066** (0,025)	0,011 (0,170)	-0,035* (0,082)			
IF				0,208*** (0,000)	-0,008 (0,210)	0,104** (0,062)
EFT ^a	0,009** (0,031)	-1,417*** (0,000)	0,390** (0,017)	0,019* (0,082)		
RMC	0,038 (0,215)	-0,752*** (0,000)	0,106*** (0,004)		-0,406** (0,038)	1,202*** (0,000)
ECO				0,046* (0,057)	-0,922*** (0,003)	0,214** (0,080)
IE	0,029* (0,068)	-0,135*** (0,004)	0,210** (0,036)			
RE	0,247** (0,036)	-0,026* (0,075)	0,152*** (0,003)	0,461** (0,020)	0,036 (0,165)	0,094** (0,058)
TEC	0,283** (0,022)	-0,101** (0,042)	0,953*** (0,000)	0,140** (0,052)	-0,403*** (0,001)	1,836*** (0,001)
ID				0,008* (0,086)	-0,066* (0,080)	0,079** (0,058)
N	227	227	227	227	227	227
R ² (ajustado)	0,508	0,616	0,680	0,552	0,591	0,635
Sargan (Prob.>c ²)	0,126	0,092	0,097	0,144	0,083	0,130
F (efectos fijos)	70,315***	91,407***	103,451***	75,917***	88,057***	93,812***

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: ISE=Índice socio-económico; IAMB=Índice medioambiental; IPR=Índice de productividad-competitividad; IA=Índice de adaptación; LC=Mano de obra en el subsector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación local; EFT=Eco-eficiencia total (en valores negativos); RMC=Rendimiento medioambiental en empresas de comercialización; ECO=Porcentaje de producción con control biológico-medioambiental; IE=Inversión en explotación; RE=Rendimiento de producción en explotación; TEC=Cambio tecnológico en empresas de comercialización; ID=Importancia de investigación especializada en el sector.

Anexo III. Encuesta a explotaciones hortofrutícolas

Desde la Universidad de Almería estamos realizando unas encuestas para determinar cómo ha contribuido la agricultura intensiva de hortalizas a mejorar cuestiones económicas y sociales, con prácticas que respetan el medio ambiente en la provincia.

Las respuestas de este cuestionario son anónimas y se utilizarán de forma estrictamente confidencial para el análisis propuesto.

Le agradeceríamos nos dedicara unos minutos.

Nº encuesta: _____ Lugar (Municipio o Comarca): _____

Fecha: ____ / ____ / ____

A- DATOS DE LA EXPLOTACIÓN - GENERAL

A1. Superficie de cultivo: _____ hectáreas invernadero (o metros cuadrados)

Otros (p.ej. aire libre): _____ hectáreas (o metros cuadrados)

A2. Forma parte de una Cooperativa o SAT:

No Sí ¿Cuál? _____

A3. Si la respuesta anterior es «no», vende su producto a través de:

Alhóndiga: _____ % Otra empresa de comercialización: _____ %

Por su cuenta: _____ %

B- DATOS DE LA PRODUCCIÓN

B1. Productos y rendimientos (Media de la campaña anterior y actual)

Cultivo	Superficie (ha o m ² o %)	Volumen (kg)	Rendimiento (kg/m ²) (A calcular por el analista)	Costes de producción (no inversión en estructuras y otros)	Valor de la producción
Total				€	€
Tomate				€	€
Pimiento				€	€
Pepino				€	€
Berenjena				€	€
Calabacín				€	€
Melón				€	€
Sandía				€	€
Judía				€	€
Otros (especificar):				€	€

B2. Sistema de producción

Cultivo	Producción Integrada (Control biológico) ha o m ²	Ecológico (ha o m ²)	Tradicional (ha o m ²)	Otros (ha o m ²)
Total				
Tipos de cultivo: <i>Tomate</i> <i>Pimiento</i> <i>Berenjena</i>				

C- DATOS SOCIOECONÓMICOS

C1. Edad del titular: ____ años (hombre/mujer)

C2. Formación general

- Sin estudios Educación secundaria
 Educación primaria Estudios universitarios

C3. Formación agraria (se pueden marcar varios)

- Experiencia propia Formación profesional agraria
 Conocimientos de padres y familiares Cursos específicos (IFAPA, universidad, otros)

C4. ¿Tiene otra actividad distinta a la agricultura? Sí No

C5. Si tiene otra actividad (especificar: _____), **¿qué parte de su renta depende de la agricultura?** ____ %

C6. Mano de obra «familiar»

Tipo	Número de trabajadores	Tiempo: nº días/año
Sin remunerar (titular, hijos,...)		
Contratado fijo		
Contratado eventual		

Remuneración media mensual: _____ €

C7. Mano de obra «asalariada»

Tipo	Número de trabajadores	Tiempo: nº días/año
Contratado fijo		
Contratado eventual		

Remuneración media mensual: _____ €

C8. Cuando se jubile, ¿algún hijo o familiar continuará con su explotación?

No Sí Tal vez

C9. Cuando se jubile, si no hay continuidad familiar, ¿hay posibilidad de que continúe su explotación con alquiler u otras fórmulas?

No Sí Tal vez

D- USO DE RECURSOS PRODUCTIVOS Y RESIDUOS

D1. Consumo de agua

Tipo de sistema	Superficie en ha o m ²	Consumo por campaña en hectómetros cúbicos o metros cúbicos (hm ³ o m ³)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D2. Fertilizantes

Tipo de sistema	Superficie (ha o m ²) (No es necesario si ha contestado en la anterior)	Nitrógeno/nitratos (kg/ha)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D3. Otros fertilizantes y químicos que considere importantes

Tipo de sistema	Superficie (ha o m ²) (No es necesario si ha contestado en la anterior)	_____ (kg/ha)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D4. Gestión de residuos

Tipo	Destino de plantas de reciclaje (%)	Vertederos controlados (%)	Destrucción propia (ganado y otros) (%)
Vegetales			
Plásticos			
Sustratos			
Envases de productos fitosanitarios			
Otros (especificar: envases de campo, de comercialización, etc.)			

E- OTROS DATOS DE INTERÉS

E1. Inversión anual en mejora tecnológica: _____ €

Detalle las principales y % de importancia:

Sistema de producción (control biológico y otras)	_____ %
Sistema de riego	_____ %
Estructuras de invernadero	_____ %
Formación personal o familiar	_____ %
Otras (especificar)	_____ %

E2. Subvenciones recibidas por hectárea

Programas operativos	_____	euros/ha
Otras	_____	euros/ha

E3. Asesoramiento recibido

Asesoramiento de la Cooperativa o SAT	_____	%
Asesoramiento de otra empresa de comercialización	_____	%
Asesoramiento de otras empresas (industria auxiliar) del sector	_____	%

E4. Valore en importancia de 1 a 5 la relevancia que pueden tener:

Empresas locales para el suministro de recursos y servicios

1 2 3 4 5

Servicios financieros locales (Cajamar, cooperativa o SAT, alhóndiga, etc.)

1 2 3 4 5

Centros de Investigación (IFAPA, Universidad, Las Palmerillas, etc.)

1 2 3 4 5

¡Muchas gracias por su colaboración!

Referencias bibliográficas

- ALLAHDADI, F. (2011): «The contribution of agricultural cooperatives on poverty reduction: a case study of Marvdasht, Iran»; *Journal of American Science* 7(4); pp. 22-25.
- ALLAN, J. A. (1999): «Virtual water: a strategic resource global solutions to regional deficits»; *Ground Water*, 36(4); pp. 545-546.
- ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA (VARIOS AÑOS): *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía, Unicaja, Málaga.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): «Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations»; *The Review of Economic Studies* (58); pp. 277-297.
- AYUNTAMIENTO DE EL EJIDO (2003): *Plan de Higiene Rural*. Área de Agricultura y Medio Ambiente, El Ejido, Almería.
- AYUNTAMIENTO DE NÍJAR (2009): *Planta de Gasificación de Residuos Agrícolas de Invernadero*, Níjar, Almería.
- AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y GÓMEZ DÍAZ, D. (1997): «Componentes institucionales y socioculturales en el surgimiento de la agricultura intensiva en el litoral mediterráneo andaluz»; *XXIII Reunión de Estudios Regionales*, Universidad de Valencia.
- AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y SÁNCHEZ PICÓN, A. (2005): «Almería: paradigma de la inversión de los flujos migratorios»; *Informe Económico de la Provincia de Almería. El Reto de la Inmigración*. Cámara de Comercio de Almería, Almería.
- AZNAR-SÁNCHEZ J. A.; GALDEANO-GÓMEZ E. y PÉREZ-MESA J. C. (2011): «Intensive horticulture in Almería (Spain): A counterpoint to current European rural policy strategies»; *Journal of Agrarian Change* 11(2); pp. 241-261.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y SÁNCHEZ-PICÓN, A. (2010): «Innovación y distrito en torno a un «milagro»: la configuración del sistema productivo local de la agricultura intensiva de Almería»; *Revista de Historia Industrial* (42); pp. 157-193.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. (2006): *La competencia entre la horticultura intensiva de Marruecos y España*, Thomson-Civitas, Madrid.

- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. (2011): «The intensive horticulture model in Almería (Spain) and migrant labor»; Contribution to *International Conference Fragmented Agricultural Productions and Circular Migrations: New Spaces of Insecurity*. University of Leipzig, Germany, 23-25 June.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2011): «Territory, cluster and competitiveness of the intensive horticulture in Almería (Spain)»; *The Open Geography Journal* (4); pp. 103-114.
- BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E.; CHAPPELL, M. J.; AVILÉS-VÁZQUEZ, K.; SAMULON, A. y PERFECTO, I. (2007): «Organic agriculture and the global food supply»; *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(2); pp. 86-108.
- BELTRÁN, F. D.; PARRA, A.; ROLDÁN, A.; SOLER, A. y VILA, E. (2010): «Pasado, presente y futuro del control integrado de plagas en la provincia de Almería»; *Cuadernos Estudios Agroalimentarios* (1); pp. 27-43.
- BENSALK, S.; BIGNEBAT, E.; EL HADAD-GAUTHIER, F. y PERRIER-CORNET, P. (2011): «Investissements des firmes européennes et modes d'organisation de la production: le cas de la filière maraîchère d'exportation du Maroc»; *Revue Economies et Sociétés. Série Systèmes Agroalimentaires* 33(10); pp. 1849-1867.
- BOX, G. E. P. y COX, D. R. (1964): «An analysis of transformations»; *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* (26); pp. 211-252.
- BROUWER, F. (2004): *Sustaining Agriculture and the Rural Environment: Governance, Policy and Multifunctionality*, Edward Elgar, Advances in Ecological Economics Series, Cheltenham.
- BRYDEN, J. M. y HART, K. (eds.) (2004): *A New Approach to Rural Development in Europe: Germany, Greece, Scotland, and Sweden*, Lewiston: Mellen Studies in Geography (9), The Edwin Mellen Press, Queenston, Lampeter.
- CAJAMAR (2014): «Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería, Campaña 2013/2014»; *Informes y monografías* (47). Cajamar Caja Rural.
- CAMPRA, P.; GARCÍA, M.; CANTÓN, Y. y PALACIOS-ORUETA, A. (2008): «Surface temperature cooling trends and negative radiative forcing due to land use change toward greenhouse farming in southeastern Spain»; *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 113(D18109). doi:10.1029/2008JD009912.

- CARON, P.; REIG, E.; ROEP, D.; HEDIGER, W.; LE COTTY, T.; BARTHÉLEMY, D.; HADYNSKA, A.; HADYNSKI, J.; OOSTINDIE, H. y SABOURIN, E. (2008): «Multifunctionality: refocusing a spreading, loose and fashionable concept for looking at sustainability?»; *International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology*, 7(4/5); pp. 301-318.
- 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. París.
- CARTON DE GRAMMONT, H. y LARA FLORES, S. M. (2010): «Productive restructuring and standardization in mexican horticulture: consequences for labour»; *Journal of Agrarian Change* (10); pp. 228-250.
- CCAE, CONFEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGRARIAS DE ESPAÑA (2010): *El Cooperativismo Agroalimentario en Cifras*. <http://www.ccae.es>, consultado el 8/11/2011.
- CÉSPEDES LÓPEZ, A. J.; GARCÍA GARCÍA, M. C.; PÉREZ PARRA, J. J. y CUADRADO GÓMEZ, I. M. (2009): *Caracterización de la Explotación Hortícola Protegida Almeriense*. Fundación Cajamar, Almería.
- CÉSPEDES LORENTE, J.; CANO GUILLÉN, C.; FERNÁNDEZ-REVUELTA PÉREZ, L. y MARTÍNEZ ALCARAZ, F. (2006): *Plan Estratégico de la Industria Auxiliar de la Agricultura de Almería*. Fundación Tecnova.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2010): *Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras*. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- CUTHILL, M. (2010): «Strengthening the ‘social’ in sustainable development: developing a conceptual framework for social sustainability in a rapid urban growth region in Australia»; *Sustainable Development* 18(6); pp. 362-373.
- D’OULTREMONT, C. (2011): «The CAP post-2013: more equitable, green and market-oriented?»; *European Policy Brief* (5); pp. 1-11.
- DARNHOFER, I.; FAIRWEATHER, J. y MOLLER, H. (2010a): «Assessing a farm’s sustainability: insights from resilience thinking»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3); pp. 186-198.
- DARNHOFER, I.; BELLON, S.; DEDIEU, B. y MILESTAD, R. (2010b): «Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review»; *Agro-nomy for Sustainable Development* (30); pp. 545-555.

- DELGADO, M. y MORENO, I. (2002): «La agricultura intensiva almeriense: los límites del modelo»; *Le Monde Diplomatique*. Febrero.
- DFID, DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (2004): *Agricultural Sustainability*. DFID, London.
- DILLON, E. J.; HENNESSY, T. C. y HYNES, S. (2010): «Assessing the sustainability of Irish agriculture»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3); pp. 137-147.
- DOWNWARD, S. R. y TAYLOR, R. (2007): «An assessment of Spain's Programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almería, southeast Spain»; *Journal of Environmental Management* 82(2); pp. 277-289.
- EKINS, P.; SIMON, S; DEUTSCH, L.; FOLKE, C. y DE GROOT, R. (2003): «A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability»; *Ecological Economics* (44); pp. 165-185.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): *A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development*. Agriculture Directorate-General. Bruselas.
- EUROPEAN COMMISSION (2007): *The Importance and Contribution of the Agri-food Sector to the Sustainable Development of Rural Areas*. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas.
- EUROPEAN COMMISSION (2010): *The CAP Towards 2020: Meeting the Food, Natural Resources and Territorial Challenges of the Future*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions. Bruselas.
- FERNÁNDEZ, M. D.; GONZÁLEZ, A. M.; CARREÑO, J.; PÉREZ, C. y BONACHELA, S. (2007): «Analysis of on-farm irrigation performance in Mediterranean greenhouses»; *Agricultural Water Management* (89); pp. 251-260.
- FERRARO, F. J. (dir.) (2000): *El Sistema Productivo Almeriense y los Condicionamientos Hidrológicos*. Civitas, Madrid.
- FUNDACIÓN CAJAMAR (varios años): *Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería*. Fundación Cajamar, Almería.
- FUNDACIÓN TECNOVA (2008): *Memoria Técnica*. Fundación Tecnova, Almería.

- GALDEANO GÓMEZ, E. y GODOY DURÁN, A. (2012): *Exportaciones y Acciones Medioambientales. Un Enfoque desde la Productividad en Entidades Cooperativas Andaluzas*. Universidad de Almería y Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; CÉSPEDES-LORENTE, J. y RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M. (2006): «Productivity and environmental performance in marketing cooperatives: an analysis of the Spanish horticultural sector»; *Journal of Agricultural Economics* 57(3); pp. 479-500.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. (2008): «Does an endogenous relationship between environmental and economic performance? A resource-based view on the horticultural sector»; *Environmental and Resource Economics* 40(1); pp. 73-89.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. (2010): «Exporting and environmental performance: a firm-level productivity analysis»; *The World Economy* 33(1); pp. 60-88.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y PÉREZ-MESA, J. C. (2011): «The complexity of theories on the rural development in Europe: An analysis of the paradigmatic case of Almería (Southeast Spain)»; *Sociologia Ruralis* 51(1); pp. 54-78.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y PÉREZ-MESA, J. C. (2013): «Sustainability dimensions related to agricultural based-development: The experience of 50 years of intensive farming in Almería (Spain)»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 11(2); pp. 125-143.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. y CÉSPEDES-LORENTE, J. (2008): «Environmental spillover effects on firm productivity and efficiency: An analysis of agri-food business in Southeast Spain»; *Ecological Economics* 67(1); pp. 131-139.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; CÉSPEDES-LORENTE, J. y MARTÍNEZ-DEL-RÍO, J. (2008): «Environmental performance and spillover effects on productivity: evidence from horticultural firms»; *Journal of Environmental Management* (88); pp. 1552-1561.
- GALDEANO GÓMEZ, E. y DE PABLO VALENCIANO, J. (1999): «La agricultura intensiva en el sureste español: análisis de los determinantes de su desarrollo»; *Economistas* (81); pp. 91-103.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. y GODOY-DURÁN, A. (2010): «Sustainability indicators related to the intensive agriculture»; Contribution to *International Workshop on Agricultural Sustainability and Rural Development*, Beijing (China), 19-22, Octubre de 2010.

- GALDEANO GÓMEZ, E.; GODOY-DURÁN, A.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A.; PÉREZ-MESA, J. C. y GIAGNOCAVO, C. L. (2014): «Las explotaciones familiares como conductores del desarrollo sostenible: estudio de caso de la horticultura de Almería»; en GALDEANO, E., ed.: *Retos y Oportunidades de la Agricultura Familiar en el Contexto Agroalimentario Actual*; pp. 105-123. Cajamar Caja Rural.
- GALLEGO-AYALA, J. y GÓMEZ-LIMÓN, J. A. (2010): «Evaluación del impacto de la tarifación del agua de riego sobre la sostenibilidad del regadío: una aproximación a través de indicadores sintéticos»; *Estudios de Economía Aplicada* 28(2); pp. 375-404.
- GARCÍA CASTRO, M. B. y CARRANCO GALLARDO, Z. (2008): «Concentración regional de Veracruz. Un enfoque de identificación de aglomeraciones productivas locales»; *Análisis Económico* XXIII(52); pp. 291-310.
- GARCÍA LORCA, A. M. (2005): «Anotaciones sobre los cultivos bajo plástico en China»; *Nimbus* 15-16; pp. 73-100.
- GARCÍA LORCA, A. M. (2010): «Agriculture in Drylands: Experience in Almería»; en *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security*, Berlin, Springer; pp. 921-934.
- GARCÍA-LATORRE, J.; GARCÍA-LATORRE, J. y SÁNCHEZ-PICÓN, A. (2001): «Dealing with aridity: socio-economic structures and environmental changes in an arid Mediterranean region»; *Land Use Policy* (18); pp. 53-64.
- GIAGNOCAVO, C.; UCLÉS, D. y FERNÁNDEZ-REVUELTA, L. (2010): «Modern agriculture, sustainable innovation and cooperative banks: the development of Almería (1963-2010)»; Contribution to *Financial Co-operative Approaches to Local Development through Sustainable Innovation*, Trento, Italy, 10-11 June.
- GÓMEZ, D. (2003): *La Horticultura en Almería. Bases para un Plan de Ordenación Territorial y Gestión Medioambiental*. Fundación Cajamar, Almería.
- GÓMEZ-LIMÓN RODRÍGUEZ, J. A. y ARRIAZA BALMÓN, M. (2011): *Evaluación de la Sostenibilidad de las Explotaciones de Olivar en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía, Unicaja.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A. y SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, G. (2010): «Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators»; *Ecological Economics* 69(5); pp. 1062-1075.

- GONZÁLEZ OLIVARES, F. y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. (1983): «Almería: el milagro de una agricultura intensiva»; *Papeles de Economía Española* (16); pp. 138-151.
- GREENE, W. H. (2008): *Econometric Analysis* (6ª edición). Prentice Hall, New York.
- HAJKOWICZ, S. (2006): «Multi-attributed environmental index construction»; *Ecological Economics* 57(1); pp. 122-139.
- HANSEN, L. P. (1982): «Large sample properties of Generalized Methods of Moments estimators»; *Econometrica* (50); pp. 1029-1054.
- HEDIGER, W. (1999): «Reconciling weak and strong sustainability»; *International Journal of Social Economics* (26); pp. 1120-1143.
- HEDIGER, W. (2000): «Sustainable development and social welfare»; *Ecological Economics* (32); pp. 481-492.
- HEDIGER, W. y KNICKEL, K. (2009): «Multifunctionality and sustainability of agriculture and rural areas: a welfare economics perspective»; *Journal of Environmental Policy and Planning* 11(4); pp. 291-313.
- HEDIGER, W. y LEHMANN, B. (2007): «Multifunctional agriculture and the preservation of environmental benefits»; *Swiss Journal of Economics and Statistics* 143(4); pp. 449-470.
- HOANG, V. N. y RAO, D. S. P. (2010): «Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: A cumulative exergy balance approach»; *Ecological Economics* 68(3); pp. 879-887.
- HUPPES, G. y ISHIKAWA, M. (2005): «A framework for quantified eco-efficiency analysis»; *Journal of Industrial Ecology* (9); pp. 25-41.
- HLPE (2013): *Investing in Smallholder Agriculture for Food Security*. Report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Rome, Italy.
- IAASTD (INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT) (2009): *Agriculture at a Crossroads*. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Global Report. Island Press, Washington, DC.
- IKERD, J. (1993): «Two related but distinctly concepts: organic farming and sustainable agriculture»; *Small Farm Today* 10(1); pp. 30-31.

- IKERD, J. (2013): «Family Farms: Our Promise for a Sustainable Future»; Presentation at the *Pennsylvania Farmers Union Annual Convention*. Dixon University, Harrisburg, PA. Disponible en: <http://web.missouri.edu/ikerdj/papers/Pennsylvania%20Farmers%20Union-%20Family%20Farms.htm>.
- JACOBS, R. y GODDARD, M. (2004): «Measuring performance: an examination of composite performance indicators»; *Centre for Health Economics, Technical Paper series* (29).
- JIMÉNEZ DÍAZ, J. F. (2011): «Procesos de desarrollo en el Poniente Almeriense: Agricultores e inmigrantes»; *Revista de Estudios Regionales* (90); pp. 179-205.
- KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; SHAXSON, T. F. y PRETTY, J. (2009): «The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 7(4); pp. 292-320.
- KASSIE, M. y ZIKHALI, P. (2009): «The contribution of sustainable agriculture and land management to sustainable development»; *Sustainable Development Innovation Briefs* 7(May); pp. 1-8.
- KATES, R. W.; PARRIS, T. M. y LEISEROWITZ, A. A. (2005): «What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice»; *Environment* 47(3); pp. 8-21.
- KOOHAFKAN, P.; ALTIERI, M. A. y GIMÉNEZ, E. H. (2012): «Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 10(1); pp. 61-75.
- KOUSMANEN, T. y KORTELAJAINEN, M. (2005): «Measuring eco-efficiency of production with data envelopment analysis»; *Journal of Industrial Ecology* 9(4); pp. 59-72.
- KUOSMANEN, T. y KORTELAJAINEN, M. (2007): «Stochastic Nonparametric Envelopment of Data: Cross-Sectional Frontier Estimation Subject to Shape Constraints»; *Economics Discussion Paper* (46). University of Joensuu.
- LASTRA BRAVO, X. (2012): «Modelo de Distribución no Lineal de Valores Objetivos Dinámicos en la Construcción de Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad. Aplicación a Objetivos Cuantitativos de las Políticas de la Unión Europea y Nacionales»; *Tesis Doctoral*. Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Almería.

- LEISEROWITZ, A.; KATES, R. W. y PARRIS, T. M. (2004): «Sustainable values, attitudes and behaviors: a review of multi-national and global trends»; *CID Working Paper* (112). Cambridge, MA: Science, Environment and Development Group, Center for International Development, Harvard University.
- LOSCH, B. (2004): «Debating the multifunctionality of agriculture: from trade negotiations to development policies by the South»; *Journal of Agrarian Change* 4(3); pp. 336-360.
- MARTÍNEZ-VIDAL, J. L.; GÓNZALEZ-RODRÍGUEZ, M. J.; BELMONTE-VEGA, A. y GARRIDO-FENICH, A. (2004): «Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería»; *Revista Científica Ecosistemas* 13(3); pp. 30-38.
- MAYA-AMBÍA, C. J. (2011): «Constructing agro-industrial clusters or disembedding of the territory? Lessons from Sinaloa as the leading horticultural export-oriented region of Mexico»; *The Open Geography Journal* (4); pp. 29-44.
- MAZUELA ÁGUILA, P. C. y CABRALES GÓMEZ, F. (2000): «Fundamentos para implementar una encuesta hortícola en el Valle de Azapa»; *IDESIA* (18); pp. 67-76.
- MCLARTY, D.; DAVIS, N.; GELLERS, J. y NASROLLAHI, N. (2014): «Sisters in sustainability: municipal partnerships for social, environmental, economic growth»; *Sustainability Science* (9); pp. 277-292.
- Medina, F. (2009): «La Gestión del Riego y las Políticas de Cambio Climático en la Agricultura Ecológica»; *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Meijerink, G. y Roza, P. (2007): «The role of agriculture in economic development»; *Strategy & Policy paper* (4). Markets, Chains and Sustainable Development, Wageningen UR.
- Molina Herrera, J. (1991): *Necesidades y problemática del sector comercializador de la frutas y hortalizas de la provincia de Almería*. Cámara de Comercio de Almería.
- MOLINA HERRERA, J. (2004): «El papel de la agricultura intensiva en la economía de la provincia de Almería»; *Revista de Humanidades y Ciencias Sociales del IEA* (19); pp. 13-38.

- MOURON, P.; SCHOLZ, R. W.; NEMECEK, T. y WEBER, O. (2006): «Life cycle management on Swiss fruit farms: Relating environmental and income indicators for apple growing»; *Ecological Economics* 58(3); pp. 561-578.
- NAYLOR, R. L. (2009): «Managing food production systems for resilience»; en CHAPIN, F. S.; KOFINAS, G. P. y FOLKE, C., eds: *Principles of Natural Resource Stewardship: Resilience-Based Management in a Changing World* (12). pp. 259-280. Springer, New York.
- NESS, B.; URBEL-PIIRSALU, E.; ANDERBERG, S. y OLSSON, L. (2007): «Categorising tools for sustainability assessment»; *Ecological Economics* (60); pp. 498-508.
- NOMBIELA, F. (2015): «La estructura de las explotaciones agrarias en España»; *Jornada Situación Actual y Futuro de la Agricultura Familiar en España*. MAGRAMA y Comité España AIAF-2014. Madrid.
- Novales, A. (1996): *Estadística y Econometría*. McGraw-Hill, Madrid.
- OECD (1999): «Organization for environmental indicators for agriculture»; *Volume Economic Cooperation 1-Concepts and framework*. OECD, París.
- OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2006): *The New Rural Paradigm: Policies and Governance*. París.
- OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2008): *Sustainable Development: Linking Economy, Society, Environment*. OECD, París.
- OECD-JRC (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT Y JOINT RESEARCH CENTER) (2008): *Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*.
- PÉREZ-DÍAZ, V. y RODRÍGUEZ, J. C. (2010): «Un futuro hecho con sus manos. Situación y horizonte del campo de Dalías, en la provincia de Almería»; *Colección Sociedad* (2). Fundación Cajamar.
- PÉREZ MESA, J. C. (2009): «Multinacionales y difusión de tecnología en clusters agroindustriales: El caso almeriense»; *Revista de Estudios Regionales* (86); pp. 155-180.
- PÉREZ-MESA, J. C. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2010): «Agrifood cluster and transfer of technology in the Spanish vegetables exporting sector: the role of multinational enterprises»; *Agricultural Economics* 56(10); pp. 478-488.

- PÉREZ-MESA, J. C. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2015): «Collaborative firms managing perishable products in a complex supply network: an empirical analysis of performance»; *Supply Chain Management: An International Journal* 20(2); pp. 128-138.
- PÉREZ MESA, J. C.; GALDEANO GÓMEZ, E.; AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y SALINAS ANDUJAR, J. A. (2012): «Estrategias de gestión en la cadena de suministro agroalimentaria: el caso de las cooperativas hortofrutícolas en España»; en BRIZ, J. y DE FELIPE, I., eds.: *Las Redes de Cadenas de Valor Alimentarias en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades Internacionales* (cap. XV); pp. 379-406. Editorial Agrícola, Madrid.
- PICAZO-TADEO, A. J.; REIG-MARTÍNEZ, E. y GÓMEZ-LIMÓN, J. A. (2011): «Assessing farming eco-efficiency: A Data Envelopment Analysis approach»; *Journal of Environmental Management* (92); pp. 1154-1164.
- PIOT-LEPETIT, I. y LE MOING, M. (2007): «Productivity and environmental regulation: the effect of the nitrates directive in the French pig sector»; *Environmental & Resource Economics* 38(4); pp. 433-446.
- PRETTY, J. N.; NOBLE, A. D.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; HINE, R. E.; PENNING DE VRIES, F. W. T. y MORISON, J. I. L. (2006): «Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries»; *Environmental Science and Technology (Policy Analysis)* 40(4); pp. 114-119.
- PRETTY, J. (2008): «Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence»; *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (363); pp. 447-465.
- PRETTY, J.; TOULMIN, C. y WILLIAMS, S. (2011): «Sustainable intensification in African agriculture»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1); pp. 5-24.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, PNUD (2010): *Informe sobre Desarrollo Humano 2010*. PNUD, New York.
- PSARIKIDOU, K. y SZERSZYNSKI, B. (2012): «Gorwing the social: alternative agrofood networks and social sustainability in the urban ethical foodscape»; *Sustainability Science, Practice & Policy* 8(1); pp. 30-49.
- QIU, H. J.; ZHU, W. B.; WANG, H. B. y CHENG, X. (2007): «Analysis and design of agricultural sustainability indicators system»; *Agricultural Sciences in China* 6(4); pp. 475-486.

- QUENTAL, N.; LOURENÇO, J. M. y NUNES DA SILVA, F. (2011): «Sustainable development policy: goals, targets and political cycles»; *Sustainable Development* (19); pp. 15-29.
- Rees, W. E. y Wackernagel, M. (1994): «Ecological footprints and appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy»; en JANSSON, A. M.; HAMMER, M. y FOLKE COSTANZA, R., eds.: *Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability*. Island Press, Washington, D.C.; pp. 362-390.
- RIGBY, D. y CÁCERES, D. (2001): «Organic farming and the sustainability of agricultural systems»; *Agricultural Systems* 68(1); 21-40.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T. y BURTON, M. (2001): «Constructing a farm level indicator of sustainable practice»; *Ecological Economics* (39); pp. 463-478.
- RÍOS, L.; ORTIZ, M. y ÁLVAREZ, X. (2005): «Debates on sustainable development: towards a holistic view of reality»; *Environment Development and Sustainability*; pp. 501-518.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M.; GALDEANO-GÓMEZ, E.; CARMONA-MORENO, E. y GODOY-DURÁN, A. (2012): «Environmental impact, export intensity and productivity interactions: an empirical index analysis of the agri-food industry in Spain»; *Canadian Journal of Agricultural Economics* 60(1); pp. 33-52.
- ROBERTSON, G. P. y SWINTON, S. M. (2005): «Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture»; *Frontiers in Ecology* (3); pp. 38-46.
- SAATY, T. L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- SAISANA, M. y TARANTOLA, S. (2002): «State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development»; EUR 20408 EN, European Commission-JRC, Italy.
- SALINAS ANDÚJAR, J. A. (2007): *Lineamientos de la Propuesta del Programa Integrado de Desarrollo Económico para el Chaco Boliviano*. Universidad Andina Simón Bolívar. UASB, Sucre, Bolivia.
- SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, G. (2009): «Análisis de la Sostenibilidad Agraria mediante indicadores sintéticos: Aplicación empírica a sistemas agrarios de Castilla y León»; *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- SÁNCHEZ-PICÓN, A.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y GARCÍA-LATORRE, J. (2011): «Economic cycles and environmental crisis in arid southeastern Spain. A historical perspective»; *Journal of Arid Environments* (75); pp. 1360-1367.
- SARGAN, J. y BHARGAVA, A. (1983): «Testing residuals from Least Squares regression for being generated by the Gaussian Random Walk»; *Econometrica* (51); pp. 153-74.
- SCHALTEGGER, S. y STURM A. (1996): «Managerial eco-control in manufacturing and process industries»; *Greener Management International* 13(1); pp. 78-91.
- SCHUSCHNY, A. y SOTO, H. (2009): «Guía Metodológica. Diseño de Indicadores Compuestos de Desarrollo Sostenible»; *Colección Documentos de proyectos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, .
- SERRAO, A. (2008): «Measuring eco-efficiency of agricultural activity in European countries: A Malmquist index analysis»; *American Agricultural Economics Association, Annual Meeting*. Orlando, Florida.
- SILICI, L.; NDABE, P.; FRIEDRICH, T. y KASSAM, A. (2011): «Harnessing sustainability, resilience and productivity through conservation agriculture: the case of *likoti* in Lesotho»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1); pp. 137-144.
- SIMAR, L. y WILSON, P. W. (2007): «Estimation and inference in two stage, semi-parametric models of productive efficiency»; *Journal of Econometrics* (136); pp. 31-64.
- SMITH, C. S. y MCDONALD, G. T. (1998): «Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage»; *Journal of Environmental Management*, (52); pp. 15-37.
- SOLÍS, D.; BRAVO-URETA, B. E. y QUIROGA, R. E. (2009): «Technical efficiency among peasant farmers y participating in natural resource management programmes in Central America»; *Journal of Agricultural Economics*, 54(11); pp. 521-528.
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A. et al. (2011): *Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España*. Fundación Mapfre.
- SPORLEDER, T. L. y WU, S. Y. (2006): «Social capital and vertical ties in agri-food supply chains»; *Journal on Chain and Network Science* (6); pp. 1-7.

- TERLUIN, I. J. (2003): «Differences in economic development in rural regions of advanced countries: an overview and critical analysis of theories»; *Journal of Rural Studies* (19); pp. 327-344.
- THOMPSON, P. B. (2007): «Agricultural sustainability: what it is and what it is not»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 5(1); pp. 5-16.
- TOBIN, J. (1958): «Estimation of relationships for limited dependent variables»; *Econometrica* 26(1); pp. 24-36.
- TOLÓN BECERRA, A. y LASTRA BRAVO, X. (2010): «La agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental»; *M+A, Revista Electrónica de Medio Ambiente* (8); pp. 18-40.
- TOLÓN BECERRA, A.; LASTRA BRAVO, X. y FERNÁNDEZ MEMBRIVE, V. J. (2013): «Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos hídricos. Aplicación al Poniente Almeriense. Estudios previos y medidas de eficiencia»; *M+A, Revista Electrónica de Medio Ambiente* (14); pp. 56-86.
- TOUT, D. (1990): «The horticulture industry of Almería province, Spain»; *The Geographical Journal* 156(3); pp. 304-312.
- UNRISD, UNITED NATIONS RESEARCH INSTITUTE FOR SOCIAL DEVELOPMENT (2014): *Social Drivers of Sustainable Development*. Brief 04, February 2014.
- VALERA, D. L.; BELMONTE, L. J.; MOLINA, F. D. y LÓPEZ, A. (2014): «Los Invernaderos de Almería. Análisis de su Tecnología y Rentabilidad»; *Serie Economía* (21). Cajamar Caja Rural.
- VAN CALKER, K. J.; BERENTSEN, P. B. M.; GIESEN, G. W. J. y HUIRNE, R. B. M. (2006): «Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming»; *Agriculture and Human Values* (22); pp. 53-63.
- VAN DER BLOM, J. (2010): «Applied entomology in Spanish greenhouse horticulture»; *Proceeding of the Netherlands Entomological Society Meeting* (21); pp. 9-17.
- VAN DER PLOEG, J.; RENTING, D.; BRUNORI, H. y KNICKEL, K. (2000): «Rural development: from practices and policies towards theory»; *Sociologia Ruralis* 40(4); pp. 391-408.
- WARD, N.; ATTERTON, J.; TAE-YEON, K.; LOWE, P.; PHILLIPSON, J. y THOMPSON, N. (2005): *Universities, the Knowledge Economy and the «Neo-endogenous Rural Development»*; Newcastle University, Centre of Rural Economy.

- WBCSD, WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2000): *Measuring Ecoefficiency*. A Guide to Reporting Company Performance. WBCSD, Geneva.
- WEIS, T. (2007): *The Global Food Economy: The Battle for the Future Farming*. Zed Books, London y New York.
- WIRÉN-LEHR VON, S. (2001): «Sustainability in agriculture: an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice»; *Agriculture, Ecosystems & Environment* (84); pp. 115-129.
- WORLD BANK (2003): *Sustainable Development in a Dynamic World: Transforming Institutions, Growth, and Quality of Life*. World Development Report. World Bank, Washington DC.
- YIN, R. (2013): *Case Study Research: Design and Methods*. Sage, London.
- ZHANG, B.; BI, J.; FAN, Z.; YUAN, Z. y GE, J. (2008): «Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach»; *Ecological Economics* 68(1-2); pp. 306-316.

La investigación que ha dado lugar a la publicación del presente libro ha sido financiada parcialmente por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y el Fondo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del proyecto de investigación del Plan Nacional I+D+i, con referencia ECO2014-52268 y bajo el título de Rendimiento exportador y sostenibilidad. Internacionalización económica y diferenciales en innovación y eficiencia medioambiental.

Igualmente, esta investigación ha sido financiada parcialmente por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, a través del Proyecto de Excelencia con referencia SEJ-5827 y con el título de Gestión mediambiental y eficiencia. Estudio para las estrategias de transformación e innovación empresarial.



Contribuciones económicas, sociales y medioambientales de la agricultura intensiva de Almería

© 2016 del texto y las imágenes que se reproducen (excepto mención expresa): los autores

© 2016 de la edición: Cajamar Caja Rural

Edita: Cajamar Caja Rural

www.publicacionescajamar.es

publicaciones@cajamar.com

ISBN-13: 978-84-95531-74-2

Depósito Legal: AL-794-2013

Diseño y maquetación: Beatriz Martínez Belmonte

Imprime: Escobar impresores

Fecha de publicación: abril de 2016

© **Imagen de cubierta:** 'Invernaderos de El Ejido', de Carlos Zubeldia Santoyo

Impreso en España / *Printed in Spain*

Cajamar Caja Rural no se responsabiliza de la información y opiniones contenidas en esta publicación, siendo responsabilidad exclusiva de sus autores.

© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, offset o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita de los titulares del Copyright.

Presentación	9
<i>Roberto García Torrente</i>	
Resumen	13
1. Introducción	15
2. El papel de la agricultura en el desarrollo sostenible.....	19
3. Los retos para la sostenibilidad en el sistema agroalimentario actual	24
4. Componentes del desarrollo sostenible en la horticultura almeriense	28
4.1. <i>Contribuciones económicas de una especialización productiva. Competitividad y autosostenimiento</i>	<i>28</i>
4.2. <i>Componentes medioambientales y adaptación para la gestión sostenible en agricultura</i>	<i>32</i>
4.3. <i>Dimensión social. Componentes del desarrollo endógeno y la resiliencia del sistema</i>	<i>38</i>
4.3.1. La estructura productiva basada en pequeñas explotaciones familiares.....	40
4.3.2. El desarrollo del capital social mediante entidades cooperativas y comercializadoras en origen	42
4.3.3. El desarrollo de las industrias auxiliares locales.....	44
4.3.4. Implicaciones sobre la resiliencia del sistema.....	46
4.4. <i>Estructura de interrelaciones entre componentes de sostenibilidad</i>	<i>47</i>
5. Análisis de sinergias multidimensionales en la horticultura de Almería.....	49
5.1. <i>Metodología</i>	<i>50</i>
5.1.1. Análisis de la eco-eficiencia	50
5.1.2. Otros indicadores de dimensiones de sostenibilidad.....	53
5.1.3. Métodos para el análisis de interrelaciones	57

5.2. <i>Aplicación: indicadores específicos de sostenibilidad y modelo de interrelaciones</i>	59
5.2.1. Muestras y datos estadísticos para el análisis.....	59
5.2.2. Ratios para el cálculo de la eco-eficiencia	61
5.2.3. Otros indicadores de productividad y socio-económicos	64
5.2.4. Indicadores adicionales y modelo de análisis multi-ecuacional	67
5.3. <i>Estimaciones y resultados</i>	71
5.3.1. Estimaciones e interpretación de la eco-eficiencia	71
5.3.2. Análisis de interrelaciones	72
5.3.3. Interrelaciones multidimensionales.....	75
6. Conclusiones, extensiones e implicaciones políticas	79
Anexos	
Anexo I. Algunos proyectos internacionales de traslación del «modelo Almería»	83
Anexo II. Cuadros estadísticos de estimaciones complementarias	85
Anexo III. Encuesta a explotaciones hortofrutícolas.....	88
Referencias bibliográficas	94

Presentación

Las personas necesitamos etiquetar la realidad para hacerla comprensible. Las etiquetas nos permiten clasificar y organizar la complejidad; etiquetar nos facilita los procesos de elección y el alineamiento con personas, grupos, productos o ideas. Esa manía tan humana nos conduce, en suma, a resumir la enorme complejidad de la realidad en las categorías binarias de lo bueno y lo malo.

Desde hace ya varias décadas, la categoría «sostenible» ha estado asociándose con la mayor parte de las actividades humanas, sobre todo desde que hemos sido plenamente conscientes de los costes que nuestra forma de vida tenía sobre el planeta y sobre el bienestar de las generaciones futuras. Así, al menos de palabra, el desarrollo económico solo es deseable si no se realiza a costa de los recursos naturales y de las condiciones de vida futuras.

El concepto «desarrollo sostenible» se convirtió a partir de los 80 del siglo pasado en el centro de las estrategias de futuro de ciudades, países e instituciones transnacionales. El desarrollo así etiquetado pasó de los documentos académicos al uso (incluso al abuso) cotidiano, y por supuesto a los programas electorales. Como es lógico, todo lo etiquetado como sostenible se incorporaba de inmediato a la categoría binaria de lo bueno. Y así, de boca en boca, de documento en documento, la expresión alcanzó tanto éxito que perdió su significado inicial. Cualquier desarrollo era inmediatamente tildado de sostenible por sus promotores, o por sus beneficiarios, bien para acallar la mala conciencia social, bien para lograr el apoyo de una mayoría o, en algunas honrosas ocasiones, porque era verdad.

El nuevo siglo parece asistir a una recuperación de las esencias del concepto. La constatación de la profunda huella humana y de la fragilidad de nuestra civilización ante retos realmente globales como el cambio climático parece habernos convencido por fin de las limitaciones de nuestra biosfera y hemos comenzado a usar de forma mucho más estricta las palabras. De hecho, la sostenibilidad ha ganado en complejidad y dimensiones y ya no es solo ambiental, sino que también debe ser social y económica.

Galdeano, Aznar y Pérez han querido objetivar el desarrollo promovido por la agricultura invernada en la provincia de Almería y le han sometido al análisis desde esta triple perspectiva. Los resultados sorprenderán a muchos. Y es que las etiquetas, como decíamos al principio, pesan a la hora de conceptualizar los procesos. Durante años, las etiquetas «intensiva» o «invernada» se consideraban sinónimas de artificial (no natural), de mercantil o incluso de dañino. Sin embargo, los datos que aporta el equipo investigador son bastante evidentes. Desde el punto de vista natural, muy pocas agriculturas pueden lograr un uso más eficiente de los recursos naturales, comenzando por el agua, y terminando por la energía. Desde el punto de vista social, ha permitido que un entramado de pequeñas empresas familiares prospere durante medio siglo viviendo de la agricultura, favoreciendo un crecimiento generalizado de amplios estratos de la población, y sin generar grandes diferencias de renta. Desde la perspectiva económica, los resultados también son evidentes: la población ha crecido, la renta ha despegado y la provincia ha convergido con la media española desde el último puesto de la clasificación nacional en 1955.

No obstante, que nadie se lleve a engaño, este libro no es una retahíla complaciente de bondades. También se tratan sus aspectos negativos y se constata que muchos de ellos han tendido a reducirse de manera rápida debido, principalmente, a una de las características supuestamente «negativas» de la agricultura almeriense, como es su clara vocación comercial. Las rentas que han permitido la convergencia han llegado en su mayor parte del mercado y solo de forma testimonial de la mano de subvenciones o ayudas públicas. Por eso, en la medida que los consumidores han ido siendo más ecológicamente conscientes y más exigentes con los alimentos y las fórmulas de obtención de los mismos, las explotaciones agrarias de la provincia se han adaptado a esas nuevas exigencias de forma acelerada. Cabe recordar, como penúltimo capítulo de este camino hacia una mayor sostenibilidad, el cambio masivo hacia el control biológico que nos permitió no solo sortear las restricciones sanitarias de los mercados, sino también producir de una manera más sostenible al dejar de utilizar una gran cantidad de productos químicos, generando alimentos más sanos y más seguros tanto para los consumidores como para los propios agricultores.

Con todo, los procesos humanos siempre están en transformación. La historia no detiene su avance y los resultados obtenidos no garantizan apenas más que una mejor renta de situación en el nuevo punto de partida. La agricultura de la provincia sigue teniendo retos importantes en las tres dimensiones. El primero es el económico, que posiblemente sea el que ha sufrido más en los últimos años, de la mano de los cambios acaecidos en la cadena de suministros de los alimentos y la irrupción exitosa de la denominada distribución moderna. El estrechamiento

de márgenes comerciales de forma piramidal, más amplio cuanto más cerca del origen, está forzando la base del sistema, la explotación familiar, obligándole a aumentar su inversión en capital y su profesionalización. Y en el frente ambiental, aún hay mucho camino que recorrer buscando cerrar los circuitos de materiales del conjunto del sistema o, como olvidarlo, encontrando soluciones que nos permitan reducir la presión sobre nuestros acuíferos.

Como siempre hemos hecho desde Cajamar Caja Rural, la agricultura almeriense y la española recibirán nuestro apoyo firme y decidido, no solo en el ámbito financiero, sino también en el del desarrollo de las capacidades y conocimientos necesarios para lograr el resultado de un sector más fuerte, más capaz de crear valor y riqueza a su alrededor, más profesional y más valorado por el conjunto de la sociedad. En suma, un sector de futuro y para el futuro.

Roberto García Torrente
Negocio Agroalimentario y Cooperativo
Grupo Cooperativo Cajamar

Resumen

En el desarrollo económico y social de la provincia de Almería, la agricultura intensiva ha desempeñado un papel fundamental. Esta agricultura constituye un referente mundial a nivel sectorial, dado que en Almería se encuentra ubicada la mayor concentración de invernaderos del mundo, que viene determinados por la aglomeración de numerosas explotaciones y empresas familiares, confiriéndole un marcado carácter social. La provincia es el principal centro de producción y exportación de hortalizas de España, y en su entorno se ha configurado un *cluster* agroindustrial cada vez más dinámico y diversificado. El cambio socioeconómico experimentado a escala provincial ha sido espectacular, al haber pasado de estar a la cola en niveles de renta per cápita en España a ocupar lugares intermedios y situarse a la cabeza de Andalucía, gracias fundamentalmente al impulso generado por la agricultura intensiva.

A pesar de la existencia de numerosos estudios sobre el sector en el ámbito nacional e internacional existen muy escasos análisis sobre su sostenibilidad desde el punto de vista multidimensional y holístico. El presente estudio pretende cubrir esta carencia y contribuir también a los análisis que en el contexto internacional se vienen realizando sobre la sostenibilidad en el sector agrario.

Actualmente, el denominado desarrollo sostenible constituye uno de los objetivos esenciales de las comunidades y sociedades en el ámbito mundial. Sin embargo, este tiene diferentes connotaciones, dada la heterogeneidad de factores sociales, de sistemas productivos y de características del entorno natural. Además, los problemas asociados a los períodos de recesión, la turbulencia de los mercados o los cambios en las directrices políticas generales o sectoriales, entre otros, imprimen mayor dificultad a la consecución de equilibrios entre las tres dimensiones de sostenibilidad. Por tanto, los análisis especializados en este tema tienden cada vez más a basar sus resultados en estudios prácticos sobre casos reales y sobre aproximaciones holísticas o multidimensionales. Especialmente, se pone énfasis en los procesos de generación de sinergias y

en el adecuado balance entre los componentes esenciales para el desarrollo sostenible. Así, las distintas experiencias en el ámbito internacional vienen mostrando las potencialidades de la agricultura en estos objetivos, aunque al mismo tiempo constituye una actividad que, en comparación con otros sectores productivos, se enfrenta a mayores retos para la sostenibilidad. De hecho, en el marco de la política rural de la Unión Europea existe un importante debate sobre el papel del sector agrario y la dificultad para acometer paralelamente los retos de productividad, competitividad, respeto al medioambiente y desarrollo socioeconómico.

En este contexto, el presente trabajo aporta un análisis de las contribuciones de la horticultura almeriense a una sostenibilidad multidimensional. El análisis está estructurado en seis grandes apartados. En primer lugar, se describe el marco general de generación de un conjunto de sinergias y una interrelación económica-social-medioambiental de carácter excepcional en el plano internacional. En particular, se determina cómo la estructura basada en explotaciones familiares, la generación de estructuras comerciales y financieras, y una industria auxiliar de tipo endógeno, han contribuido a que suponga un sistema agrario enormemente social, a que represente la base del despegue y sostenimiento económico provincial, constituyendo un paradigma de competitividad internacional y de autosostenimiento, así como el hecho de convertirse en un ejemplo de capacidad de adaptación e innovación en tecnologías y prácticas respetuosas con el medioambiente. En segundo lugar, se aportan evidencias específicas a través del estudio de la ecoeficiencia y las relaciones con diversos indicadores socio-económicos del sector. A partir del análisis econométrico realizado, el resultado de interdependencias entre estos componentes del «modelo de Almería» puede representar una experiencia de sostenibilidad que debería ser tenida en consideración tanto en el ámbito de la investigación sobre el tema como en la aplicación a otros contextos de desarrollo agrario y productivo en general.

1. Introducción

Durante las últimas cinco décadas, la provincia de Almería ha venido marcada particularmente por el desarrollo de su agricultura intensiva. El denominado «milagro almeriense», referido al hecho de que una de las provincias más deprimidas en el ámbito nacional se convierta a partir de finales de los años sesenta en un paradigma de desarrollo socio-económico, ha atraído el interés de su análisis desde diversas perspectivas, especialmente en el marco de las ciencias sociales.

Diversos estudios desde el punto de vista económico (González Olivares y González Rodríguez, 1983; Molina Herrera, 1991, 2004; Galdeano Gómez y De Pablo Valenciano, 1996; Galdeano-Gómez, 2008; Pérez Mesa, 2009; Aznar-Sánchez *et al.*, 2011), con un enfoque social (Aznar Sánchez y Gómez Díaz, 1996; Aznar Sánchez y Sánchez Picón, 2005; Pérez Díaz y Rodríguez, 2010; Jiménez Díaz, 2011; Galdeano-Gómez *et al.*, 2011) y desde la perspectiva ambiental (Tout, 1990; Ferraro, 2000; Delgado y Moreno, 2002; Downward y Taylor, 2007; Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010; Sánchez-Picón *et al.*, 2011) han debatido, en diversos estadios de su gestación y procesos de cambio, numerosos factores determinantes, así como las implicaciones derivadas de una serie de actividades que giran en torno a la horticultura intensiva. Aunque, generalmente, dichos análisis son complementarios, muchas veces se ha obviado el sistema de interrelaciones que se ha generado entre los tres ámbitos mencionados (Galdeano-Gómez *et al.*, 2013) que, en particular, desde la visión de la sostenibilidad puede configurarse como un ejemplo singular en el ámbito internacional.

Sin lugar a dudas, los términos relativos a desarrollo sostenible y sostenibilidad en sentido amplio, se han convertido en los últimos años en representativos de las preocupaciones y aspiraciones de numerosas instituciones y

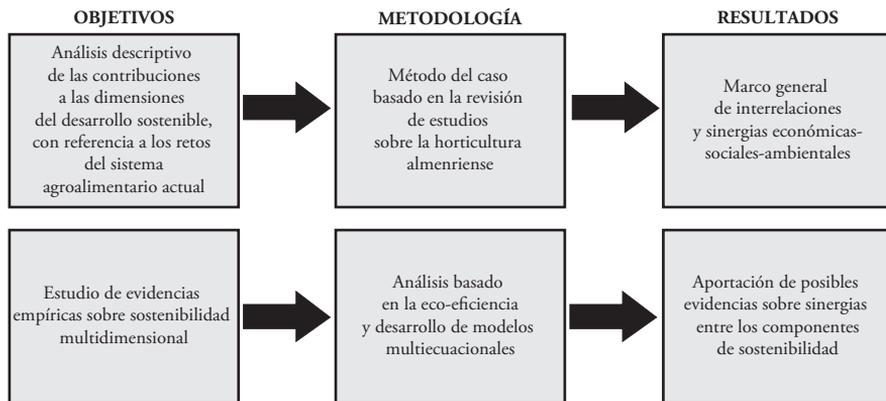
entidades del ámbito público y privado en el mundo, motivando también una multiplicidad conceptual y objetivos muy diferentes (Kates *et al.*, 2005). Así, a partir de la, ya aceptada de forma generalizada, definición de la Comisión Brundtland en 1987, han ido proliferando numerosas concepciones, llegándose a cuestionar la utilidad de las mismas (Thompson, 2007; Quental *et al.*, 2011), ya que aún, en la mayoría de los casos, hay ausencia de evidencias que puedan soportarlas (Kates *et al.*, 2005; McLarty *et al.*, 2014). Por tanto, en la práctica, persiste todavía la necesidad de observar experiencias que sirvan de referencia para poner en marcha proyectos de desarrollo, programas políticos o estrategias de emprendimiento sobre unas bases que se puedan considerar como sostenibles. También, cada vez más, se pone especial atención a la visión holística de la sostenibilidad (Darnhofer *et al.*, 2010a), dada la lógica heterogeneidad de retos y problemas en la práctica, que sin su consideración puede llevar a desequilibrios entre los componentes económicos, sociales y medioambientales, para los que existe una clara relación de interdependencia (Wirén-Lehr, 2001; UNRISD, 2014; McLarty *et al.*, 2014).

En este contexto, una de las actividades productivas que más interés está recibiendo por parte de los distintos analistas del desarrollo sostenible es la agricultura (Pretty, 2008; Darnhofer *et al.*, 2010a). Dicha actividad constituye la base de provisión de alimentos y otros bienes de primera necesidad, a la vez que se configura como un sector que puede generar un desarrollo socioeconómico amplio y proveer de servicios medioambientales, especialmente en los espacios rurales ligados a estructuras basadas en pequeñas explotaciones y/o de tipo familiar (Ikerd, 2013). No obstante, también más que otros sectores productivos, se asocia al uso de recursos naturales básicos (tierra, agua, etc.) que necesitan una urgente gestión sostenible adecuada y, de forma tradicional, se contempla como un sector con escasa capacidad de adaptación tecnológica y organizacional ante los requerimientos de un mercado agrario competitivo y cada vez más globalizado (Naylor, 2009).

Con todo ello, en los momentos actuales de profunda crisis económica, con persistentes desequilibrios ambientales y sociales en numerosas experiencias de desarrollo a nivel internacional y con la perspectiva temporal amplia que ofrece el proceso de desarrollo de la horticultura intensiva almeriense durante los últimos cincuenta años, se considera de interés un análisis desde el punto de vista de la sostenibilidad. Los objetivos básicos de este estudio son:

- a) Revisión de las contribuciones del sector a las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible.
- b) Obtención de evidencias empíricas sobre la cuestión con una perspectiva holística. Adicionalmente, se pretenden ofrecer extensiones a dicha línea de investigación, como son:
 - Argumentos sobre desarrollo sostenible basado en la agricultura, en especial relacionados con los retos de la política agraria y rural en Europa, donde existe un importante debate sobre la capacidad de este sector para alcanzar un adecuado balance entre productividad, competitividad, respeto medioambiental y desarrollo socio-económico.
 - Experiencias sobre la generación de interrelaciones y sinergias económicas-sociales-medioambientales en la práctica.
 - Desarrollos metodológicos sobre el análisis de índices de dimensiones de sostenibilidad mediante la configuración de modelos multi-ecuacionales.

Figura 1. Esquema de objetivos, metodología y resultados esperados



Con estos objetivos, en la presente investigación se sigue una doble metodología. Por un lado, con base en el método del caso (Yin, 2013) aplicado a los estudios de sostenibilidad en agricultura (Pretty, 2008), se determina la estructura general de interrelaciones entre los componentes de la horticultura almeriense para el desarrollo sostenible, particularmente en el contexto de los retos actuales del sistema agroalimentario europeo e internacional. Por otro lado, con el enfoque de la eco-eficiencia y la relación con otras variables socio-económicas (Kousmanen y Kortelainen, 2005), se construyen modelos de interrelaciones con el objeto de aportar evidencias de las sinergias generadas entre las distintas dimensiones de sostenibilidad.

El estudio de caso se justifica por la confluencia de componentes de desarrollo sostenible en base a la agricultura que, como se ha indicado, han recibido una atención muchas veces parcial. Así, de forma resumida, entre otros tenemos la importante transformación que ha tenido la provincia de Almería como consecuencia de la horticultura intensiva, convirtiéndose esta en un motor esencial de su crecimiento económico, con unos indicadores de desarrollo de mayor proporción tanto en el contexto regional como en el nacional, pese a coincidir con el período de crecimiento más relevante de la economía española durante el siglo pasado (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011). Estos indicadores se han logrado con una horticultura competitiva en el mercado nacional e internacional basada en la especialización productiva con empresas de carácter familiar, la generación de una estructura de comercialización local y una industria auxiliar de creciente carácter endógeno, que ha beneficiado a un amplio sector de la economía y la sociedad. Una de las primeras referencias internacionales sobre ello aparece en un trabajo de Tout (1990) publicado en una revista norteamericana (*The Geographical Journal*) y que indicada lo siguiente: «Una revolución hortícola ha tenido lugar en áreas de la provincia de Almería durante los últimos 20 años, de forma que tierras estériles se han transformado en explotaciones familiares enormemente productivas» (Tout, 1990, p. 304). Más recientemente, Downward y Taylor (2007, p. 281) recogían la siguiente descripción: «Es la agricultura con mayor carácter social en el mundo, incluso el mejor sistema comunista no podría haber logrado lo que se ha logrado [socialmente] en Almería...». De la misma forma, existen crecientes referencias de esta horticultura en revistas y foros de gestión medioambiental, particularmente sobre el eficiente uso de recursos naturales, la superación de externalidades y la tendencia hacia prácticas agro-ecológicas (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008; Van der Blom, 2010). Estas características han

determinado, adicionalmente, la consideración internacional del denominado «modelo de Almería», como ejemplo a seguir en determinadas regiones del mundo, donde la agricultura se contempla como la actividad de mayor potencial para el desarrollo y, en general, de superación de problemas socio-económicos (Giagnocavo *et al.*, 2010).

El enfoque de análisis estadístico-econométrico, por otra parte, se justifica por la necesidad de ofrecer evidencias del marco de interrelaciones descrito. De este modo, diversos estudios vienen aportando correlaciones entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad en determinados sistemas basados en la agricultura (Mouron *et al.*, 2006; Piot-Lepetit y Le Moing, 2007; Hoang y Rao, 2010). Pero, los mismos se han centrado más en los indicadores medioambientales y de rentabilidad empresarial y, en menor medida, se han considerado factores de componente socio-económico (Gómez-Limón y Arriaza, 2011) y sus efectos colaterales en el desarrollo regional, habiendo ausencia aún de análisis específicos sobre la horticultura y, particularmente, en el caso almeriense.

El presente estudio profundizará, por tanto, en las distintas dimensiones de la horticultura provincial con el esquema de exposición que se detalla a continuación. Previamente, en el segundo apartado se analizará el papel de la agricultura en el desarrollo sostenible basado en diferentes experiencias internacionales. A continuación, en el tercer apartado se describirán los retos actuales para este sector que pueden influir en el adecuado equilibrio multidimensional de la sostenibilidad. Con este marco contextual, en el cuarto apartado se analizarán, considerando subapartados específicos, las contribuciones económicas, sociales y medioambientales de la horticultura intensiva en Almería, así como la determinación del esquema general de sinergias. Después, en el quinto apartado se desarrollará el estudio de indicadores y la estimación de relaciones a través de modelos multivariantes. Finalmente, se expondrán los principales resultados en el apartado de conclusiones y extensiones, así como las implicaciones políticas.

2. El papel de la agricultura en el desarrollo sostenible

Durante las últimas décadas, las ideas sobre sostenibilidad y desarrollo sostenible han sido ampliamente adoptadas como objetivos fundamentales de numerosos organismos internacionales, instituciones de carácter nacional, empresas, entidades de investigación, grupos sociales, comunidades,

etc. A partir de la ya clásica y aceptada definición realizada por la Comisión Brundtland, en su informe «Nuestro futuro común», que define el desarrollo sostenible como «aquel que permite satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas» (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987), una multitud de diferentes conceptos e indicadores se han venido estableciendo, en muchos casos de forma cambiante a lo largo del tiempo (Thompson, 2007; Quental *et al.*, 2011; McLarty *et al.*, 2014).

De este modo, tenemos que las orientaciones de protección medioambiental y ecológica han sido durante bastante tiempo las que han prevalecido en muchos estudios y objetivos sobre sostenibilidad. Más recientemente, se ha puesto de manifiesto la importancia de un desarrollo paralelo desde el punto de vista económico, con sectores productivos que provean de empleo, satisfagan las necesidades de consumo y aseguren niveles de renta adecuados, así como desde el punto de vista social, que enfatiza valores como el bienestar, la seguridad, el capital social y las interrelaciones entre la comunidad (Leiserowitz *et al.*, 2004; Quental *et al.*, 2011; UNRISD, 2014).

A nivel teórico, también se han desarrollado los conceptos de sostenibilidad «fuerte» y «débil», según el grado de sustituibilidad plena o parcial entre los distintos tipos de capital (producido, social y natural). La sostenibilidad fuerte, con una orientación más ecológica, considera que no existe posibilidad de reemplazar los recursos naturales, ya que pertenecen a sistemas naturales de alta complejidad que no se contempla por una visión estrictamente económica (Ekins *et al.*, 2003; Ríos *et al.*, 2005). Mientras que la sostenibilidad débil, tiene un enfoque más económico del desarrollo sostenible y busca incrementar o mantener un nivel de renta suficiente para garantizar el bienestar social o consumo per cápita (Ríos *et al.*, 2005; Lastra Bravo, 2012), mediante la sustitución entre sí de las diferentes formas de capital, manteniendo el capital total constante.

En general, la diversidad de concepciones e indicadores resulta hoy en día enormemente amplia. Como señalan Kates *et al.* (2005, p. 20) «los retos específicos del desarrollo sostenible son al menos tan heterogéneos y complejos como la diversidad de sociedades, actividades productivas del hombre y ecosistemas naturales existentes en el mundo». No obstante, es evidente que cada vez es más aceptado que la sostenibilidad requiere de un desarrollo paralelo de las dimensiones económica, social y medioambiental (Hediger, 2000; Cumbre Mundial del Desarrollo Sostenible, 2002; DFID, 2004; OCDE, 2008; UNRISD, 2014).

En este contexto, son diversos los estudios que muestran el interés por la agricultura, como una de las actividades productivas que puede proveer un desarrollo sostenible con este carácter multidimensional en muchas regiones del ámbito mundial (Pretty *et al.*, 2006; Badgley *et al.*, 2007; Pretty, 2008; IASSTD, 2009; Kassam *et al.*, 2009; Pretty *et al.*, 2011). Esto es debido a que la agricultura no solo es el garante de la alimentación y otros productos básicos, sino también una actividad humana que puede propiciar desarrollo socio-económico mientras que respeta el medio natural y puede proveer de servicios medioambientales (Pretty, 2008; HLPE, 2013). Entre otros, Meijerink y Roza (2007), Kassie y Zikhali (2009), así como Ikerd (2013) resumen varios efectos en diversas experiencias de desarrollo sostenible basadas en agricultura, particularmente donde existe el predominio de las estructuras de tipo familiar:

- Activación de la *economía* de áreas rurales y de territorios en general, a través de la generación de empleo y sostenimiento de rentas, que a su vez implican demandas de productos y servicios dando lugar a un dinamismo económico. En este sentido destaca la ampliación de los efectos a través de encadenamientos con la agroindustria, sector de manufacturas, servicios auxiliares y comercialización, demanda tecnológica, investigaciones aplicadas, etc.¹.
- Generación de servicios *medioambientales*, por el vínculo de la agricultura con el medio natural. Esta faceta se mide tanto en la provisión de una actividad generadora de cultivos, sustitutivos de los autóctonos o nuevos en suelos empobrecidos, como en la conservación y uso más eficiente de los recursos naturales locales, sobre todo frente a otras actividades productivas más depredadoras del medio ambiente y sus recursos.
- Provisión de componentes *sociales* referidos a la calidad de vida, la equidad en la distribución de rentas, la integración, la definición de proyectos colectivos (incluyendo la preocupación medioambiental) y la generación de capital social, en general.

¹ Este aspecto requiere una adecuada valoración económica de la agricultura, ya que tradicionalmente la misma se basa en estadísticas sobre el valor de las cosechas, utilización de la materia prima, precio de venta, etc. implicando una reducida participación en el PIB (Producto Interior Bruto) regional o nacional, así como la escasa consideración del papel que tiene este sector en la redistribución de las rentas con otras actividades relacionadas (Pretty, 2008).

Pese a que muchos estudios en este campo han relacionado la sostenibilidad en la agricultura principalmente con los métodos de producción respetuosa con el medio ambiente –ecológica, producción integrada, conservación en agricultura, etc.– (Pretty *et al.*, 2006; Kassam *et al.*, 2009), el carácter multidimensional y las contribuciones del sector agrario, en los términos anteriormente descritos, vienen siendo también ampliamente reconocidos (Ikerd 1993; Rigby and Cáceres, 2001; DFID, 2004; Naylor, 2009; Dillon *et al.*, 2010; Darnhofer *et al.*, 2010a; Koohafkan *et al.*, 2011). Por ejemplo, Ikerd (1993, p. 30) considera que un sistema agrario sostenible debe ser «conservador de recursos, soporte de una estructura social, comercialmente competitivo y respetuoso medioambientalmente». Las interrelaciones entre las dimensiones son evidentes, puesto que la sostenibilidad ambiental y social dependen de la económica, la cual debe proveer de reinversión para el mantenimiento de los recursos y un adecuado nivel de vida de las personas involucradas en el proceso productivo (DFID, 2004; Naylor, 2009). Autores como Psarikidou y Szerszynski (2012) o Wirén-Lehr (2001) apuntan el vacío analítico que, durante mucho tiempo, ha existido sobre el tratamiento multidimensional de la sostenibilidad en la actividad agraria que, sin embargo, requiere un análisis paralelo de los distintos componentes, así como de sus posibles interdependencias y sinergias (McLarty *et al.*, 2014).

En la misma línea, en su comunicación *A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development*, la Comisión Europea (2001, p. 3) indica la relevancia de sinergias entre los distintos componentes y la necesidad de un balance apropiado entre los mismos: «los objetivos económicos, sociales y medioambientales pueden desarrollar un determinado grado de sinergias. Sin embargo, dichos objetivos no son siempre soporte unos de otros y pueden incluso competir entre ellos. En estos casos, el concepto de sostenibilidad se refiere al correcto equilibrio entre los tres elementos»².

En general, es cada vez más aceptado que uno de los principales retos de los sistemas agrarios actuales es ese adecuado equilibrio y desarrollo paralelo,

² De forma más amplia estos conceptos se recogen en la «Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea» de 2001 (documento revisado posteriormente en 2006), que supone un marco para promover la sostenibilidad a largo plazo en la que el crecimiento económico, la cohesión social y la protección medioambiental deben desarrollarse paralelamente y potenciarse mutuamente. Con base en dicho marco europeo, los países miembros han ido elaborando sus estrategias específicas y, en el caso español, se aprobó en 2007 la «Estrategia Española de Desarrollo Sostenible» y, más recientemente en 2010, el «Primer Programa de Desarrollo Rural Sostenible para el período 2010-2014» (Real Decreto 752/2010), ambos del Ministerio de la Presidencia, recogiendo este último una diversidad de sistemas de ayudas para la consecución de los distintos objetivos de sostenibilidad en áreas rurales. También, en el ámbito andaluz, la Consejería de Medio Ambiente en 2003 aprobó la «Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible», donde se plantean los retos particulares de esta región para la consecución de sostenibilidad a largo plazo.

los cuáles difícilmente podrán tener lugar si no existe un cierto efecto sinérgico entre las tres dimensiones de sostenibilidad (DFID, 2004; Darnhofer *et al.*, 2010a; Galdeano-Gómez *et al.*, 2013).

Sin embargo, actualmente el desarrollo basado en la agricultura, sobre todo para estructuras de pequeñas empresas y explotaciones, se ve afectado por una serie de variables de mercado y de política comercial (Naylor, 2009) que influyen en los objetivos de sostenibilidad. Así, durante las últimas décadas y, especialmente en el caso de Europa, diversas estrategias de desarrollo para las áreas rurales vienen mostrando la dificultad en la «sostenibilidad económica» de la agricultura, al menos como sector que individualmente pueda generar un amplio desarrollo socio-económico (Terluin, 2003; Ward *et al.*, 2005). El contexto de la liberalización comercial viene haciendo complicado que dicho sector sea competitivo y al mismo tiempo pueda proveer productos de calidad, en especial mediante el uso de prácticas respetuosas con el medio ambiente (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008; D'Oultremont, 2011).

Adicionalmente, en el caso de los países europeos, como ocurre en otras zonas industrializadas del mundo, la reducida contribución de la agricultura al Producto Interior Bruto (PIB) conduce a asumir que la agricultura es escasamente relevante para las economías desarrolladas, aunque dicha percepción puede deberse principalmente a no considerar los efectos sobre la sostenibilidad en todas sus dimensiones, como es el encadenamiento con otras actividades del ámbito regional y del entorno social (Pretty, 2008). Además, se trata de un sector soportado usualmente con importantes apoyos públicos, cuestionando también su capacidad de adaptación y resiliencia para generar una sostenibilidad a largo plazo (IASSTD, 2009; Darnhofer *et al.*, 2010b; Silici *et al.*, 2011).

Por tanto, en este marco contextual, se evidencia que son numerosos los retos atribuibles al desarrollo sostenible con base en la agricultura. A la vez, se pone de manifiesto nuevamente que tanto los procesos de análisis como los de adopción de estrategias deben basarse en la práctica y realizar una aproximación holística, dada la heterogeneidad de actividades productivas, de componentes medioambientales y de implicaciones socio-económicas (Darnhofer *et al.*, 2010a; Ikerd, 2013).

3. Los retos para la sostenibilidad en el sistema agroalimentario actual

En el caso de la agricultura, la idea de sostenibilidad es a menudo más rigurosa que la considerada para otros sectores productivos (Robertson y Swinton, 2005), dado que esta actividad tiene tradicionalmente diversas connotaciones de carácter social (p. ej. el desarrollo en áreas rurales y la provisión de productos alimentarios) y de tipo medioambiental (p. ej. el uso de recursos naturales básicos: tierra, agua, etc.). Ello implica requerimientos importantes de gestión para un balance adecuado entre la obtención de alimentos y otros productos básicos, y las limitaciones de recursos naturales.

Estos problemas tradicionales para la gestión sostenible de la agricultura se ven afectados actualmente por otra serie de factores derivados del crecimiento económico y la internacionalización. Así, además de la crisis financiera internacional, los cambios en las políticas agroalimentarias y en las regulaciones ambientales, tenemos que la actual estructura del mercado impone retos adicionales sobre los diferentes subsectores agrarios, que inevitablemente inciden en la percepción de sostenibilidad (Robertson y Swinton, 2005; Naylor, 2009). De hecho, el sistema agroalimentario viene experimentando durante las últimas décadas importantes transformaciones a escala internacional. Entre los factores que vienen influyendo en dichos cambios, podemos destacar los siguientes (Weis, 2007; Naylor, 2009; Galdeano-Gómez *et al.*, 2013): nuevos requerimientos en la demanda y reestructuración en la distribución internacional de productos agrarios.

Respecto a los primeros, la demanda de productos de calidad y valores añadidos (envasado, presentación, rapidez en la entrega, garantía de oferta, etc.) tiende a incrementarse tanto en cantidad como en diversidad a medida que existe mayor nivel de renta. En el tema de la calidad, los consumidores conceden creciente importancia a las cuestiones de salubridad y a los métodos de producción respetuosa con el medio ambiente (Carpentier y Ervin, 2002). Claramente, esas condiciones de la demanda son un incentivo para una producción más agro-ecológica, pero, por otra parte, la misma tiene que ser complementada con la posibilidad de incorporar otros valores añadidos para poder competir en mercados cada vez más exigentes sobre estos atributos (d'Oultremont, 2011).

En cuanto a la distribución y la creciente internacionalización han afectado, si cabe con más intensidad que los anteriores, al sector agroalimentario,

entre otros por los procesos de liberalización comercial, que vienen propiciando el desarrollo de grandes cadenas de distribución (supermercados, hipermercados, etc.) a escala internacional (Weis, 2007). Ello ha supuesto que muchos sistemas agrarios, particularmente aquellos basados en explotaciones y empresas de pequeña dimensión, tengan que replantear su actividad, puesto que tienen dificultades para competir en un mercado mucho más amplio y concentrado en determinadas fases de la comercialización.

Por ejemplo, en el caso de la producción hortofrutícola, esta se ve cada vez más influida por el mercado internacional en temas de precios, estándares de calidad o influencia de la gran distribución (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010, 2015). Especialmente en las regiones mediterráneas, donde la estructura suele ser de empresas familiares de pequeña escala, los factores anteriores, junto a los efectos adicionales de los cambios en la política comercial y las consecuencias de la crisis financiera, en su conjunto generan incertidumbre sobre el futuro de estos sistemas agrarios (Darnhofer *et al.*, 2010b).

Como consecuencia de la dificultad para alcanzar la competitividad en este nuevo entorno, diversas estrategias de desarrollo, sobre todo en el caso de la Unión Europea, vienen planteándose el dilema de la continuidad o no del soporte tradicional al sector agrario, que constituye el primer pilar de la Política Agraria Común (PAC), así como cambios en las políticas de desarrollo rural, en las que el sector agrario tiende a perder importancia (Ward *et al.*, 2005).

Por tanto, durante las últimas décadas, las líneas de acción de las políticas socio-económicas y de desarrollo regional en las zonas rurales europeas vienen implicando una reducción de la superficie de cultivo, del empleo en el sector y la redimensión de la actividad agraria, con un enfoque hacia la multifuncionalidad territorial más que a la sectorial.³ El crecimiento económico se viene asociando a la diversificación en producción y consumo (turismo, ocio, oferta de productos locales típicos, conservación del entorno natural, etc.), en la que la agricultura ya no es la fuerza conductora de la economía (Van der Ploeg *et al.*, 2000; Brouwer, 2004). La tendencia generalizada es la identificación del menor valor del sector agrario para promover el desarrollo socio-económico

³ En este contexto, sin embargo, el concepto de multifuncionalidad de la actividad agraria está estrechamente ligado al desarrollo sostenible de las áreas rurales (Caron *et al.*, 2008). Por ejemplo, en el marco de la PAC se refiere a las aportaciones sociales, territoriales y ambientales adicionales, que además de la producción, puede proporcionar la agricultura. No obstante, esta concepción se ha utilizado principalmente, en las últimas décadas, como elemento de justificación para dar continuidad al soporte de rentas de los productores agrarios (Hediger y Lehmann, 2007), siendo la orientación ambiental la que ha cobrado también más énfasis. En cualquier caso, es evidente que la agricultura debe ser multifuncional (como una característica del proceso productivo) para ser sostenible (como un principio normativo) y se trata de objetivos complementarios (Hediger y Knickel, 2009). De hecho, como se expone en el texto, en los objetivos propuestos en la última reforma de la PAC en 2013, se desprende una visión integrada de ambos conceptos para superar ciertos problemas de la agricultura europea.

en los espacios rurales (Terluin, 2003; Bryden y Hart, 2004), cuestionando también la capacidad del sector para ser competitivo y al mismo tiempo sostenible medioambientalmente (Robertson and Swinton, 2005; d'Oultremont, 2011).

En este contexto de sostenibilidad, además se considera que la competitividad no debería depender de los subsidios o apoyos públicos, puesto que ello tiene incidencias sobre el denominado «comercio justo», como componente característico del desarrollo sostenible (World Bank, 2003; OECD, 2006). De hecho, en las décadas recientes se observa como muchos subsidios agrarios en los países desarrollados (precios, producción, insumos, etc.) vienen teniendo un efecto negativo sobre la sostenibilidad medioambiental del sector (DFID, 2004; IASSTD, 2009). Por ejemplo, d'Oultremont (2011) señala como las subvenciones de la PAC y sus sistemas de protección, han generado distorsiones y una competencia desleal en el mercado internacional. Por tanto, un sistema agrario debería ser considerado «sosteniblemente competitivo» cuando muestre capacidad para mantenerse por sí mismo (sin apoyo público o externo) en el tiempo.

No obstante, las propuestas de la última reforma de la PAC (iniciada 2013) recogen gran parte de esta problemática, agrupada en tres estrategias básicas sobre la agricultura para los próximos años (European Commission, 2010), que de forma resumida son:

- *La producción de alimentos viable.* Contribuir a los ingresos agrícolas y limitar su variabilidad. Mejorar la competitividad del sector agrícola y aumentar su cuota de valor en la cadena alimentaria, debido a que el agrícola está muy fragmentado en comparación con otros sectores de dicha cadena que están mejor organizados y tienen, por tanto, un fuerte poder de negociación. Además de la competencia a la que se enfrentan los agricultores europeos en el mercado mundial teniendo, al mismo tiempo, que respetar un alto nivel de exigencia relacionado con el medio ambiente, la seguridad alimentaria y la calidad solicitadas por los ciudadanos europeos.
- *La gestión sostenible de los recursos naturales y la acción del clima.* Para garantizar prácticas de producción sostenible y asegurar un mayor suministro de bienes públicos medioambientales. Fomentar el creci-

miento «verde» a través de la innovación que requiere la adopción de nuevas tecnologías, desarrollo de nuevos productos, cambios en los procesos de producción y el apoyo a los nuevos patrones de la demanda, especialmente en el contexto de la bioeconomía emergente. Proseguir la mitigación del cambio climático y las medidas de adaptación, lo que permitirá a la agricultura responder mejor a dichas variaciones del clima.

- *Desarrollo territorial equilibrado.* Apoyar el empleo rural y el mantenimiento del tejido social de las zonas rurales. Mejorar la economía rural y promover la diversificación de los actores locales para desbloquear su potencial y optimizar el uso de recursos locales adicionales. Mejorar las condiciones para las pequeñas explotaciones y desarrollar los mercados locales, ya que en Europa, las estructuras agrícolas y los sistemas de producción heterogéneos contribuyen a la atracción y a la identidad de las regiones rurales.

Todo este conjunto de factores lleva a considerar que los retos para la sostenibilidad de muchos sistemas agrarios son numerosos y diversos, que se pueden agrupar desde las perspectivas productiva, medioambiental y socio-económica (Robertson y Swinton, 2005; Naylor, 2009), y que en gran medida se corresponden, en el caso europeo, con los retos estratégicos propuestos en la actual reforma de la PAC (Tabla 1).

Tabla 1. Retos para la sostenibilidad del sector agrario en el contexto actual

Punto de vista productivo (Producción de alimentos viable)	Punto de vista medioambiental (Gestión sostenible de recursos naturales)	Punto de vista socio-económico (Desarrollo territorial equilibrado)
<ul style="list-style-type: none"> • Productividad y competitividad suficientes para el autosostenimiento del sector. • Productos adaptados a los requerimientos de la demanda: valor añadido, calidad, etc. • Tecnológicamente desarrollado y con capacidad de innovación (p. ej. generadores de eco-eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado y eficiente uso de recursos naturales: agua, suelo, etc. • Prácticas respetuosas con el medio ambiente (reducción de externalidades negativas). • Tendencia a una producción agroecológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Base para un desarrollo local o regional. • Capacidad para una distribución amplia del bienestar. • Generación de estructuras productivas de marcado carácter social (explotaciones familiares, cooperativas, etc.).

Fuente: Robertson y Swinton (2005), Naylor (2009) y European Commission (2010). Elaboración propia.

Sin duda, la integración de los distintos elementos desde las perspectivas expuestas requiere, en la mayoría de los casos, gran capacidad de adaptación de los diversos sistemas agrarios. Al mismo tiempo, se desprende que la forma en la que tengan lugar los procesos de adaptación va a estar estrechamente ligada a la consecución de la sostenibilidad, especialmente en el desarrollo paralelo y en los efectos sinérgicos entre las dimensiones de la misma. Con ese marco, en el siguiente apartado se analiza cómo se han afrontado los mencionados retos en el caso del desarrollo de la horticultura de Almería.

4. Componentes del desarrollo sostenible en la horticultura almeriense

4.1. Contribuciones económicas de una especialización productiva. Competitividad y autosostenimiento

La provincia de Almería se ha caracterizado en las últimas décadas por un crecimiento económico derivado de una marcada especialización en agricultura. La importancia del sector agrario en la estructura productiva provincial desde finales de los años sesenta, prácticamente, se ha mantenido hasta el presente. Aproximadamente el 24 % del PIB almeriense depende directamente de la producción agraria, fundamentalmente de la horticultura intensiva, y el empleo agrario representa el 28 % del total provincial. Estos porcentajes son mucho más altos que la media en el contexto nacional y europeo. Además, la tendencia general de pérdida de importancia económica del sector agrario, propia de la mayoría de las regiones europeas, viene siendo poco significativa en Almería, que, por el contrario, ha intensificado su especialización en este sector. De hecho, el índice de especialización agraria se incrementó considerablemente de 1969 a 1979 debido a la expansión de la horticultura en invernadero, manteniendo niveles muy elevados desde entonces (Gráfico 1).

Actualmente, la producción anual de hortalizas supone alrededor de tres millones de toneladas, haciendo que Almería sea la principal provincia productora hortofrutícola de España (que es el quinto país en producción mundial), representando alrededor del 25 % del total nacional. En cualquier caso, se trata de una especialización tradicional en varios productos: tomate, pimiento, calabacín, berenjena, judía, sandía y melón. Son producciones con las que se suele rotar en las explotaciones (2-3 cultivos por año), pero aplicando tecnologías similares, de tipo intensivo en invernadero principalmente, lo que ha permitido

un aumento del conocimiento y una constante innovación tecnológica, incluida la ligada al ahorro del uso de recursos naturales y el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008).

Gráfico 1. Índice de especialización del PIB en Almería comparado con la media española entre 1959 y 2005



Fuente: Aznar-Sánchez *et al.* (2011).

Uno de los indicadores más representativos de la competitividad de este sector es su capacidad exportadora. Las ventas a los mercados internacionales no comienzan de forma significativa hasta finales de los años setenta y en 1980 solo representaban el 9 % de la producción total. Sin embargo, en décadas posteriores las exportaciones fueron aumentando significativamente y actualmente representan alrededor del 67 % de la producción hortofrutícola almeriense. Durante las dos últimas décadas esta provincia se ha convertido en la mayor exportadora nacional, representando actualmente un 30 % (en términos medios de las producciones indicadas) de la exportación de hortalizas frescas españolas. Este carácter exportador, además de ser un elemento adicional para impulsar la innovación tecnológica, viene constituyendo un factor determinante para el desarrollo de organizaciones comerciales, como son las cooperativas, y de empresas de servicios auxiliares a la agricultura, para el suministro de insumos y la incorporación de valores añadidos al producto (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011).

Sin embargo, los indicadores mencionados podrían no ser relevantes si no hubiesen implicado un autosostenimiento del sector sin soporte externo. De este modo, a diferencia de otros sectores agrarios europeos, en los que el soporte de la PAC viene jugando un papel enormemente relevante (cereales, lácteos, vacuno, azúcar, etc.), la horticultura intensiva de Almería se ha venido desarrollando gracias a la inversión y el capital familiar, con escasos o nulos subsidios (Galdeano-Gómez *et al.*, 2011). Así, pese a la incorporación de España en la Comunidad Económica Europea en 1986 (cuando el sector ya había alcanzado un desarrollo importante), fueron numerosas las restricciones que se impusieron mediante el establecimiento de un período transitorio de diez años. No fue hasta el final de dicho período y, fundamentalmente, con la Organización Común de Mercados de Frutas y Hortalizas en 1996, cuando se empezaron a recibir las primeras subvenciones. Dichas ayudas (esencialmente a través de los denominados Programas Operativos) se pueden considerar, en general, relativamente reducidas y se han dirigido especialmente a la mejora de calidad y el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Por tanto, mientras que para otras producciones y para determinadas regiones españolas, las ayudas de la PAC representan alrededor de un 35 % del valor de producción y del ingreso de las explotaciones, para el sector de las frutas y hortalizas las mismas no suponen más del 2 %; y en el caso específico de Almería dichas subvenciones solo representan un 1,6 % de la renta agraria (Tabla 2). Esta escasa presencia de soporte externo, por otra parte, ha venido siendo un acicate para aumentar la capacidad organizativa y las interrelaciones entre las distintas actividades para resolver los problemas financieros, de suministros de insumos y de comercialización.

Tabla 2. Subvenciones agrarias en Almería en comparación con Andalucía y España

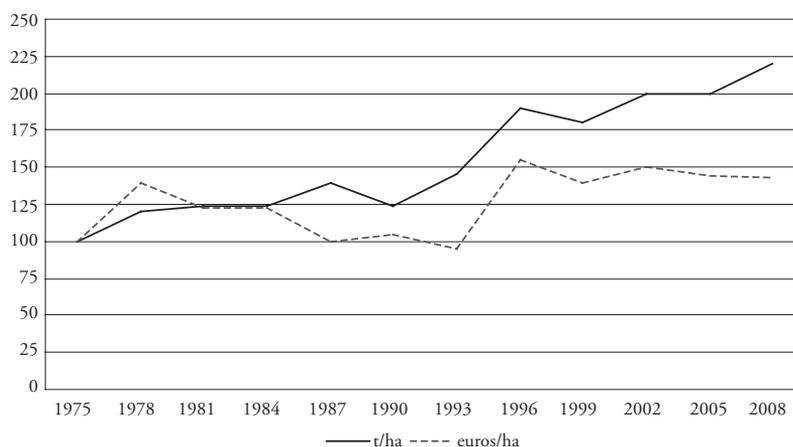
	Almería	Andalucía	España	Almería/Andalucía (%)	Almería/España (%)
Renta agraria (mill. de euros)	1.767	7.546	23.814	23,4	7,4
Subvenciones (mill. de euros)	28	1.561	3.078	1,8	1,3
Subvenciones sobre renta (%)	1,58	20,68	12,92		

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca (2010); Galdeano Gómez *et al.* (2013). Elaboración propia.

En definitiva, la especialización productiva expuesta tiene diferentes efectos sobre las dimensiones de sostenibilidad. El positivo impacto económico,

sin duda, es el efecto más directo que se desprende de las cifras indicadas. El Gráfico 2 muestra la evolución de los rendimientos de producción (en toneladas por hectárea) y económicos en términos reales o constantes (en euros por hectárea) desde 1975, con un índice que toma dicho año como base. Pero, además de asegurar unos niveles de renta a los productores, este logro económico se ha conseguido sin soporte externo, permitiendo una adecuada competitividad (sector sosteniblemente competitivo), con una destacada presencia en el mercado doméstico y, sobre todo, en el internacional. Esta circunstancia ha servido, además, como estímulo para los cambios tecnológicos y, como mostraremos más adelante, para aumentar la diversidad de actividades productivas ligadas a la agricultura.

Gráfico 2. Evolución del índice de rendimientos productivos y económicos (1975=100)



Fuente: Fundación Cajamar (2011). Elaboración propia.

Respecto a la dimensión *medioambiental*, podemos considerar impactos diferenciados. En las primeras décadas de este desarrollo, los incrementos de producción han afectado fundamentalmente al aumento del uso de recursos naturales. Sin embargo, la especialización productiva ha incidido progresivamente en un desarrollo tecnológico encaminado especialmente a un uso más eficiente de dichos recursos (eco-eficiencia) y a la reducción de externalidades negativas, como mostraremos en el siguiente apartado. En las últimas décadas, el mantenimiento de la competitividad (especialmente la obtención

de productos diferenciados) se ha relacionado estrechamente con una mayor tendencia hacia las prácticas agro-ecológicas.

Desde el punto de vista de la dimensión *social*, la capacidad productiva ha permitido mantener la estructura de pequeñas explotaciones familiares. Al mismo tiempo, se ha producido un aumento del conocimiento y de la capacidad de adaptación, así como mayor capital social, especialmente a través de la constitución de cooperativas y organizaciones comerciales de productores necesarias para canalizar los aumentos de producción e incorporar valores añadidos al producto.

4.2. Componentes medioambientales y adaptación para la gestión sostenible en agricultura

La agricultura intensiva en Almería constituye la mayor transformación agraria que España ha experimentado en las últimas décadas, y su impacto sobre el medio ambiente y el uso de recursos se relacionan directamente con la tecnología empleada en este tipo de horticultura. En primer lugar, debemos tener en cuenta que estos cultivos se establecieron en un terreno semiárido gracias al aprovechamiento de acuíferos subterráneos que pudieron abastecer el desarrollo inicial. Un primer paso en el avance tecnológico tuvo lugar al implementar la técnica agrícola llamada «enarenado», consistente en cubrir el suelo con una capa de arena. Esta técnica transformó por completo unas tierras poco productivas en explotaciones prósperas con mayores rendimientos en las cosechas y un alto índice de precocidad (Tout, 1990). Más tarde se empezaron a construir los primeros invernaderos de plástico con el fin de proteger las cosechas de los fuertes vientos y bajas temperaturas invernales. De esta forma, los cultivos hortofrutícolas siguieron aumentando tanto la productividad como la precocidad, la calidad y la conservación del agua. Además, el clima en esta región viene propiciando el cultivo en unos invernaderos cuya estructura es extremadamente simple y que no requieren inversiones adicionales en sistemas de control de clima ni en los gastos energéticos que estos conllevan en otros lugares. Por ejemplo, se estima que los invernaderos en Almería requieren un uso de energía unas 22 veces menor que en los Países Bajos (Valera *et al.*, 2014).

No obstante, en su primera etapa la horticultura intensiva se desarrolló sin planificación territorial alguna y el vertiginoso crecimiento del sector

generó diversas externalidades negativas (Ferraro, 2000). Entre estas caben destacar la sobreexplotación y la contaminación de los acuíferos, la extracción de arena y el vertido incontrolado de residuos orgánicos e inorgánicos, como plásticos, envases, etc. (Gómez, 2003).

Desde el punto de vista hidrológico, la rápida expansión de la superficie dedicada al cultivo en invernaderos ejerció una enorme presión sobre el suministro hídrico, que se manifestó cuando señales inequívocas de degradación empezaron a aparecer en los acuíferos, como por ejemplo la progresiva salinización de los más próximos a la costa (Tout, 1990). Este problema empezó a resolverse a finales de la década de los 80 con la introducción generalizada de sistemas de ahorro de agua (riego por goteo, hidroponía, etc.) y con un mayor suministro gracias a las plantas desalinizadoras, los pantanos y el reciclaje del agua. A la vez, aumentan los estudios especializados sobre la capacidad y la evolución de los acuíferos, trabajando hacia el objetivo común de establecer un marco apropiado para regular la demanda (Ferraro, 2000; Downward y Taylor, 2007; Galdeano-Gómez *et al.*, 2008). Actualmente, Almería es la provincia con sistemas de irrigación más tecnificados y eficientes de España, donde los sistemas de riego por goteo están ampliamente implementados y donde las técnicas de tratamiento y reutilización del agua se aplican cada vez más. Factores que tienen también claros efectos económicos; de hecho, diversos estudios (Fernández *et al.*, 2007; Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2013) muestran como la rentabilidad generada por m³ de agua en los invernaderos de Almería es casi doce veces mayor que la obtenida en cultivos hortícolas a campo abierto y, también, seis veces superior a la rentabilidad media generada en la agricultura con sistemas de regadío del conjunto nacional (Fernández *et al.*, 2007).

Asimismo, cabe mencionar que desde principios de los años 2000 la superficie invernada apenas ha aumentado. Esta contención se debe a varios factores, tales como el mayor coste de los *inputs* (mano de obra, semillas, etc.) y una tendencia a la estabilización de los precios de venta de los productos hortofrutícolas. Ante esta situación los agricultores han respondido con una mayor inversión en tecnología, con el fin de incrementar la productividad, por un lado, y de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, por el otro.

Las externalidades negativas derivadas del uso de la arena (el deterioro de la zona costera) también empezaron a corregirse a finales de los años 80. Esta actuación correctora fue el resultado de una serie de restricciones sobre el

uso de este recurso y de la progresiva sustitución del ‘enarenado’ con sistemas sin suelo o hidropónicos, que, a su vez, han complementado las técnicas de eficiencia en el uso del agua.

Por otra parte, varias medidas correctivas se han aplicado para reducir los vertidos, los residuos y el uso de pesticidas. Por ejemplo, diferentes Planes de Higiene Rural se han implementado para mejorar la recogida de distintos tipos de residuos y su posterior tratamiento (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Ayuntamiento de Níjar, 2009), lo que ha aliviado bastante esta problemática (Gómez, 2003; Tolón y Lastra, 2010).

También cabe destacar la creciente conciencia de los agricultores de la necesidad de mantener el entorno limpio, particularmente como resultado de la incorporación de las técnicas de control biológico y el tratamiento de las plagas en los cultivos. La amplia adopción de técnicas de producción respetuosas con el medio ambiente se aprecia en el hecho de que en solo tres años (2006-2009) el Control Integrado de Plagas, conocido comúnmente como «Producción Integrada» (PI), fue ampliamente adoptado para los principales cultivos, representando casi el 80 % de la superficie hortícola en 2009 (Beltrán *et al.*, 2010). De hecho, Almería se ha convertido en el principal área mundial que usa este sistema, por delante de países como Holanda e Israel (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010). El resultado más notable de la implementación de la PI ha sido la caída espectacular en el uso de productos fitosanitarios y la casi total eliminación de los residuos químicos (Van der Bloom, 2010). Además, la producción hortícola ecológica se ha incrementado de manera importante en los últimos años, aproximándose al 7 % de toda la superficie invernada, y siendo el mayor volumen de horticultura orgánica en la región mediterránea española (Fundación Cajamar, 2011). Ninguna de estas modificaciones se habría producido sin un cambio de actitud por parte de los agricultores o titulares de estas explotaciones mayoritariamente familiares. De hecho, Medina (2009) subraya la mayor conciencia de los agricultores almerienses en comparación con los de otras áreas de España.

Estudios más recientes muestran como estas prácticas más ecológicas (PI y ecológico) suponen un 93 % de la superficie cultivada (Valera *et al.*, 2014)

Otra cuestión medioambiental que suele concernir a los analistas es el cambiante paisaje como consecuencia de la extensión del área invernada. La superficie del terreno que se dedica a la horticultura intensiva en invernaderos ha crecido de forma espectacular a lo largo de los últimos 40 años, pasando de apenas 3.000 ha en 1970 hasta unas 30.000 ha en 2014.

Tabla 3. Producción Integrada y porcentaje de determinados cultivos hortícolas en Almería (campaña 2008-2009)

Cultivo	Superficie (hectáreas)	Porcentaje
Pimiento	8.202	73,1
Melón	5.200	90,2
Sandía	4.808	43,2
Pepino	4.551	32,8
Berenjena	1.495	42,1

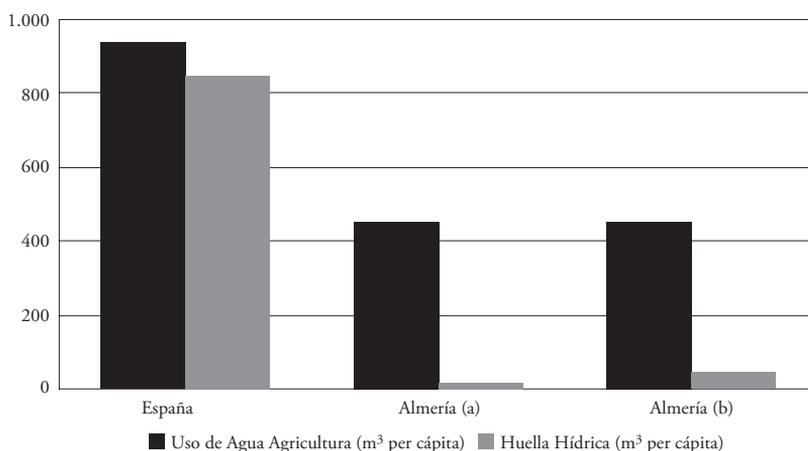
Fuente: Beltrán *et al.* (2010).

Esta cifra convertida a Almería en la provincia española con mayor superficie de cultivos invernaderos. No obstante, esta considerable transformación del paisaje ha tenido lugar en un área semiárida, prácticamente desértica que antes albergaba algún que otro rebaño de cabras (Downward y Taylor, 2007) y, por lo tanto, la llamada degradación del paisaje puede ser vista desde otra perspectiva por los agricultores y habitantes locales. También, los efectos de la erosión por lluvias torrenciales y fuertes vientos, característicos de las regiones semiáridas, se han reducido por el desarrollo de las explotaciones agrícolas, a la vez que se ha canalizado mejor el aprovechamiento del agua de lluvia por la instalación de estructuras de captación y almacenamiento de esta en dichas explotaciones (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2010).

En este sentido, conjugando diversos elementos antes expuestos, hay que mencionar que uno de los indicadores que viene cobrando fuerza por los ambientalistas (desde el trabajo de Rees y Wackernagel, 1996) es la llamada «huella ecológica», basada en el cálculo del impacto que ejerce una cierta comunidad humana, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados, para el mantenimiento de un modelo de producción y el consumo de esa comunidad. De modo análogo a ese concepto, aparece la denominada «huella hídrica», pero de forma más específica para el recurso agua y estimada (como valor absoluto) con la utilización de otros parámetros. En este caso, se utiliza el concepto de «agua virtual» (Allan, 1999), que es el volumen de agua dulce empleado para obtener un bien o servicio, desde el origen hasta el consumo, incluyendo todas las fases de la cadena (usando los nombres de agua azul, verde y gris), así como el balance en términos de importación y exportación de agua virtual. De forma resumida, ello supone medir el balance hídrico tanto en términos de uso en un sistema productivo como en términos de aporte de producto final para el consumo, que puede ser tanto interno o

externo al área, región o país donde está localizado dicho sistema, en este caso el sector hortícola. De este modo, el balance medioambiental será más equilibrado a medida que el indicador de huella hídrica sea menor y viceversa. En el gráfico siguiente se muestran datos comparativos de la huella hídrica para la agricultura en el conjunto nacional y de la horticultura de Almería, esta última en base a las estimaciones realizadas por Tolón Becerra *et al.* (2013).

Gráfico 3. Comparativa del uso de agua y huella hídrica en la agricultura de España y en la horticultura de Almería. En miles de m³ per cápita



Fuente: Sotelo Navalpotro *et al.* (2011), Tolón Becerra *et al.* (2013). Elaboración propia.

Como se aprecia, la huella hídrica de nuestro sector hortícola es enormemente reducida en comparación con el conjunto de la agricultura española, situándose entre los 17,21 (a) y 44,14 (b) miles de m³ (dependiendo de los dos métodos aplicados por Tolón Becerra *et al.*, 2013), frente a los 844,69 miles de m³ per cápita de España. Ello viene determinado por dos factores fundamentales:

- Por el uso eficiente de agua, con un gasto per cápita de este recurso que representa menos de la mitad de la que se utiliza en términos medios en el sector de la agricultura de España (453,60 m³ frente a los 937,34 m³).

- Por el aporte de un volumen de productos (con alto rendimiento por unidad de superficie) para el consumo de una elevada cantidad de población, en su mayor parte externa a este sector (agua virtual exportada). Como se indica en el trabajo de Tolón Becerra *et al.* (2013: 77): «el agua utilizada en una zona productiva con menos de 250.000 habitantes obtiene productos alimentarios que son consumidos por 53.000.000 de personas».

Otro factor importante de este desarrollo que merece ser resaltado es que la alta concentración de invernaderos parece haber tenido un impacto positivo en la lucha para combatir el cambio climático. La existencia de invernaderos en la provincia de Almería ha tenido un efecto positivo tanto en la reducción de CO₂, que es absorbido por los cultivos, como en la disminución de temperaturas, actuando como un freno sobre el calentamiento atmosférico. Según Campra *et al.* (2008), el efecto «albedo» generado por la cubierta plástica de los invernaderos ha reducido las temperaturas en el Poniente almeriense en 0,75 grados de 1983 a 2006. Sus datos sobre SWRF (*surface shortwave radiative forcing*) y las tendencias locales de temperaturas indican que el reciente desarrollo de la horticultura en invernaderos en esta zona puede haber compensado las señales de calentamiento que se asocian con el incremento de gases de «efecto invernadero»⁴.

El resultado de todo lo expuesto es una mejora constante en el uso de recursos y una tendencia a adoptar prácticas que implican el uso eficiente de los recursos naturales y el respeto hacia el medio ambiente (Sánchez-Picón *et al.*, 2011; Fundación Cajamar, 2014).

De forma más concreta, se puede apreciar un proceso de adaptación con unas implicaciones interrelacionadas sobre las dimensiones de sostenibilidad. En este caso, particularmente desde la dimensión *ecológica* o *medioambiental*, se desprenden importantes cambios en las tecnologías y las prácticas dirigidas a reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y, en general, a fomentar los procesos agroecológicos, que incluso logran paliar los efectos del cambio climático. En gran medida, podemos considerar que estos efectos son característicos de la llamada «intensificación agraria sostenible» (Pretty *et al.*, 2011).

Desde la dimensión *económica*, esta intensificación sostenible ha permitido producir con mayores rendimientos, lo que, basándose en tecnologías de

⁴ Este hecho ha llevado a utilizar, en distintos foros académicos, la paradigmática frase: «Los invernaderos de Almería contribuyen a reducir el efecto invernadero» (Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010).

uso eficiente de *inputs* naturales, ha permitido mejorar o mantener la rentabilidad de las pequeñas explotaciones familiares. Al mismo tiempo, la orientación hacia una producción más ecológica viene permitiendo mantener niveles de competitividad, dadas las crecientes exigencias de salubridad y calidad en los mercados consumidores. Adicionalmente, se ha generado un sector de empresas auxiliares para el suministro de factores de producción y el asesoramiento en control biológico y producción ecológica para esta actividad hortícola.

Desde la dimensión *social*, el capital social ha aumentado, a medida que las organizaciones de comercialización locales, en muchos casos con participación societaria de productores (cooperativas y sociedades agrarias de transformación, SAT) o estrechamente ligadas a la producción (subastas o alhóndigas), han ido liderando la implementación de la mayoría de los cambios tecnológicos que se han producido en términos de calidad y prácticas respetuosas con el medio ambiente. Además, la reducción de los impactos negativos dentro y fuera de los invernaderos ha permitido unas condiciones más saludables para los trabajadores implicados en las actividades hortofrutícolas.

4.3. Dimensión social. Componentes del desarrollo endógeno y la resiliencia del sistema

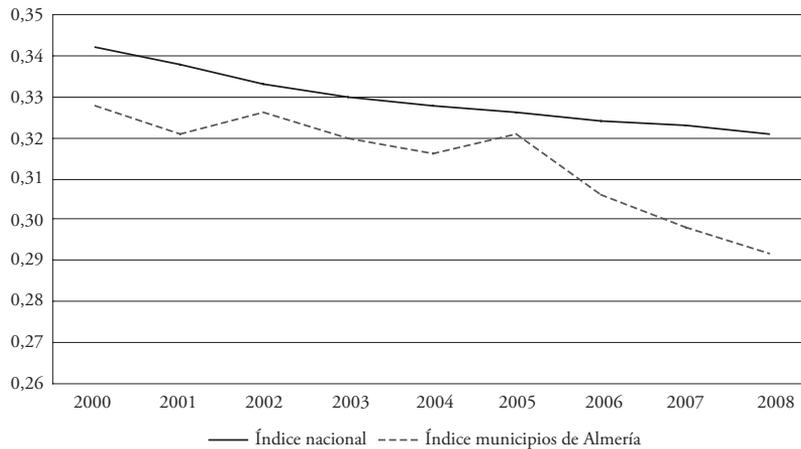
Una de las características más relevantes del desarrollo de la agricultura intensiva en Almería es su naturaleza social y el hecho de que representa un amplio desarrollo de la economía provincial en su conjunto, generando pocas disparidades en cuanto a niveles de ingresos y bienestar.

Este hecho se puede apreciar con estimaciones realizadas del denominado Índice de Gini, usualmente utilizado para medir la equidad distributiva de los ingresos entre la población, considerando el intervalo 0 (igualdad máxima) y 1 (desigualdad máxima). Los resultados muestran valores medios más cercanos a cero en los municipios de Almería (de la zona del Poniente, del Levante y la capital) con mayor concentración de la agricultura intensiva, en comparación con la media española para el período 2000-2008 (pese a coincidir dicho período con el de menor desigualdad económica en la historia de nuestro país). Así, se observa una media en esos años de 0,302 para Almería, frente al 0,334 para España como media del mismo período.

En otros términos, podemos hablar de una relación (directa o indirecta) de una amplia proporción de la sociedad almeriense con este sector produc-

tivo, el cual viene contribuyendo a un importante efecto redistributivo en la generación de renta económica.

Gráfico 4. Comparativa del Índice de Gini de desigualdad en la distribución de rentas entre la media española y los municipios almerienses



* Valores en el intervalo (0,1): 0=igualdad máxima; 1=desigualdad máxima.

Fuente: OCDE y Analistas Económicos de Andalucía. Elaboración propia.

En esta dimensión podemos considerar tres elementos indicativos que han dado lugar a dicha circunstancia (Galdeano-Gómez *et al.*, 2011; 2013):

- Un sistema productivo basado en muchas pequeñas explotaciones familiares.
- El papel de las entidades asociativas, las comercializadoras en origen y el desarrollo del capital social (*social capital*).
- El desarrollo de industrias auxiliares surgidas de forma local, destacando en los últimos años las empresas especializadas en factores y asesoramiento en prácticas medioambientales.

Estos factores han incidido enormemente en la capacidad de adaptación (resiliencia) y han aumentado, en general, las posibilidades de supervivencia del sistema productivo local de cara a los retos de la sostenibilidad.

4.3.1. La estructura productiva basada en pequeñas explotaciones familiares

En primer lugar, desde el comienzo del desarrollo del sector las explotaciones se han caracterizado por ser pequeñas y de propiedad familiar. De hecho, estas características han permanecido hasta el presente, convirtiéndose en uno de los aspectos más típicos y distintivos de este modelo (García-Latorre *et al.*, 2001; Downward y Taylor, 2007). La superficie agrícola está dividida en unas 13.500 explotaciones (con una superficie media de entre 2 y 2,4 ha) donde la familia representa la base de la mano de obra que los agricultores requieren debido a la naturaleza manual de muchas de las actividades de cultivo (Galdeano Gómez *et al.*, 2014). Esta estructura es también interesante desde el punto de vista de la igualdad de género, ya que cerca del 15 % de estas explotaciones son propiedad de mujeres, mientras que aproximadamente el 30 % son propiedad conjunta de hombres y mujeres (Céspedes López *et al.*, 2009)⁵.

Durante décadas, la mayoría de los beneficios de la actividad agrícola se ha dedicado a pagar la mano de obra familiar, permitiendo una distribución relativamente homogénea de los ingresos generados. No obstante, la mano de obra de las explotaciones ha venido cambiando desde los años 90 hasta la actualidad. Las oportunidades de empleo en las industrias auxiliares y el incremento de la superficie media de las explotaciones han llevado a la creciente contratación de trabajadores asalariados. Al igual que en otras zonas agrícolas de España, la falta de mano de obra, en particular para trabajos temporales, se ha resuelto con el empleo de trabajadores extranjeros desde mediados de la década de los 90.

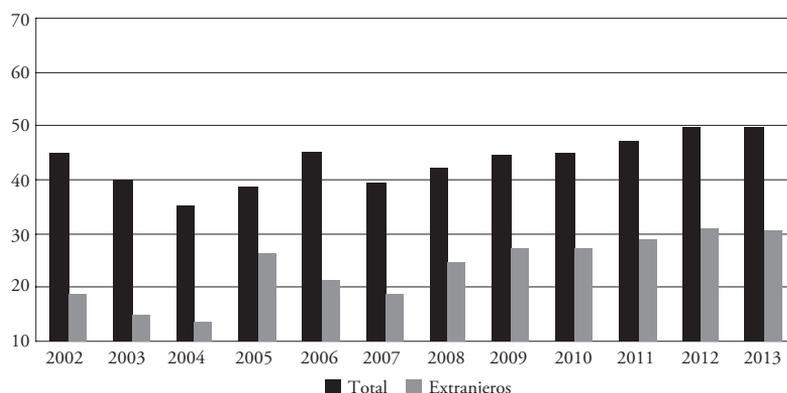
La llegada masiva de inmigrantes no se controló de forma adecuada en los primeros años y dio lugar a varios problemas, como la elevada movilidad de trabajadores, que durante un intervalo temporal normalmente corto trabajaban en la agricultura como medio transitorio para desplazarse luego a otros lugares de España y Europa, así como la presencia generalizada de inmigrantes ilegales. Como consecuencia de ello, la gestión apropiada de la inmigración se ha convertido en uno de los mayores retos sociales del sector de agricultura intensiva en los últimos años. Distintas normas gubernamentales sobre la inmigración y unos controles más estrictos en las fronteras han contribuido a reducir el problema de los inmigrantes indocumentados y la llegada excesiva de trabajadores extranjeros a la provincia. Dentro del sector privado se han

⁵ Esta circunstancia ha venido apoyada por la regulación en el sistema agrario y el desarrollo rural adaptada al contexto de estas empresas agrarias de tipo familiar. Así, tenemos, por ejemplo, la Ley 49/1981 relativa al Estatuto de la explotación familiar y los jóvenes agricultores o el Real Decreto 297/2009 de la propiedad compartida en dichas explotaciones.

venido tomando, además, una serie de medidas para mejorar esta situación. Estas actuaciones han incluido mejoras para hacer que las tareas en el invernadero sean más atractivas al trabajador, como es la fijación de los salarios en función de la productividad o la mecanización de las tareas más duras; además de la adopción de fórmulas que proporcionan estabilidad en el trabajo y permiten la especialización. Asimismo, varias asociaciones de productores han lanzado campañas para contratar a los trabajadores inmigrantes en su país de origen con el fin de garantizar la disponibilidad de una mano de obra legal (Aznar-Sánchez, 2011). Todas estas medidas proporcionan mayor estabilidad e integración social de los trabajadores inmigrantes, que a menudo vienen acompañados de sus familias y que disfrutan de los mismos servicios y garantías sociales que los trabajadores nacionales. Este nivel de integración también se aprecia en las organizaciones de comercialización agrícola. Así, el número de extranjeros asociados a cooperativas ha ido creciendo en los últimos años (García Lorca, 2010)⁶.

El Gráfico 5 muestra la evolución, durante la última década, de los trabajadores afiliados al Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social, que incluye a trabajadores asalariados, tanto nacionales como extranjeros. Se observa un mantenimiento en el número de afiliados, pese a los recientes años de crisis económico-financiera generalizada.

Gráfico 5. Evolución del número de afiliados al Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social. En miles de afiliados



Fuente: Fundación Cajamar (2014).

⁶ Ya en 2006, los agricultores extranjeros representaban alrededor del 5 % de los socios de algunas cooperativas hortofrutícolas (García Lorca, 2010).

4.3.2. El desarrollo del capital social mediante entidades cooperativas y comercializadoras en origen

En segundo lugar, habría sido difícil sostener esta extensa estructura de pequeñas empresas familiares si no se hubiese producido un desarrollo paralelo de empresas de tipo asociativo o cooperativo (sociedades cooperativas y sociedades agrarias de transformación, SAT), así como empresas de comercialización local (como las alhóndigas o subastas) estrechamente ligadas a los procesos de producción. Las entidades de tipo cooperativo, tanto para la producción, comercialización o el suministro de factores de producción (los tres tipos más frecuentes en el sector), se consideran el mecanismo más adecuado para garantizar la estabilidad del sector agrícola. Agrupan los recursos de sus asociados con el fin de mejorar su posición dentro de la cadena agro-alimentaria, facilitar el acceso a la financiación y la tecnología, etc. (Allahdadi, 2011).

En el caso de las entidades de tipo cooperativo, tradicionalmente, se las considera como impulsoras fundamentales para el desarrollo de redes sociales y de la cohesión social, es decir el denominado *social capital* (Sporleder and Wu, 2006; Pretty *et al.*, 2011), ya que suelen identificarse con un amplio sector de la comunidad. En este sentido, el sector de entidades cooperativas en Almería, representa una parte relevante, no solo del desarrollo económico, sino también de las redes sociales para lograr «objetivos colectivos», por ejemplo la igualdad, los servicios sociales, la infraestructura social, etc. (Sporleder and Wu, 2006; Silici *et al.*, 2011). Actualmente estas organizaciones producen y comercializan alrededor del 60 % de los productos hortofrutícolas de Almería, y ninguna provincia española alcanza un volumen de ventas de las cooperativas agrícolas tan alto (CCAE, 2010).

De la misma forma, otras comercializadoras locales, como las alhóndigas, se encuentran estrechamente ligadas a la actividad productiva y a las explotaciones de tipo familiar, ampliando igualmente la mencionada cohesión social. Actualmente, muchas de las comercializadoras se encuentran reconocidas como Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH), de acuerdo a la normativa de la PAC (Organización Común de Mercados de Frutas y Hortalizas), las cuales vienen jugando un papel de liderazgo en el fomento de la calidad del producto y la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Así, estas organizaciones de productores desempeñan un papel fundamental en la gestión medioambiental, canalizando los programas públicos que se destinan a estas cuestiones (como es la financiación de los

Programas Operativos de la UE). También, sus sistemas de evaluación y seguimiento permiten una mejor aplicación de las medidas recomendadas para cumplir los objetivos medioambientales, consiguiendo además una amplia difusión (efecto *spillover*) en el sector de la producción, gracias a la estrecha interconexión con las explotaciones familiares (Galdeano-Gómez *et al.*, 2008).

En cuanto a la financiación, las facilidades de crédito que ofrecen las empresas de comercialización, en las que fueron pioneras las alhóndigas, y sobre todo el desarrollo de cooperativas de crédito privadas, principalmente la Caja Rural de Almería (actualmente Cajamar) creada en los años 60 y con un creciente grado de participación de capital de los agricultores, así como otras entidades financieras locales, como Caja de Ahorros de Almería (hoy integrada en Unicaja), fueron fundamentales para la inversión continuada, dada la falta de apoyo gubernamental, por un lado, y de inversión externa, por el otro. Mencionar además, que estas entidades financieras locales, fomentan la responsabilidad social, promoviendo la investigación, la enseñanza y la conciencia acerca de las cuestiones medioambientales mediante seminarios y reuniones científicas que se dirigen a un amplio segmento de la sociedad almeriense (Giagnocavo *et al.*, 2010).

Tanto las entidades cooperativas como otras empresas en origen, es evidente que sobre todo han desempeñado un papel importante en el desarrollo de una estructura de comercialización local. Esta estructura ha sido necesaria para adaptar a un sistema agroalimentario dominado por las empresas de distribución, cuyas operaciones presentan una marcada tendencia internacional (Pérez Mesa *et al.*, 2012). Estas entidades han permitido la concentración de considerables cantidades para la oferta agrícola, permitiendo la venta más directa a los mercados consumidores a través de unas empresas de distribución en origen que, en muchos casos, los mismos agricultores han organizado. Esto implica una integración vertical y permite que una parte cada vez mayor del valor añadido se retenga en el sector (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2015).

Como se mencionó en los retos del sector agroalimentario (tercer apartado), las grandes cadenas comerciales siguen fortaleciendo su posición con procesos de concentración y globalización, por lo que las empresas de producción y comercialización de Almería, requieren cambios de organización esencialmente orientados a la integración horizontal. De hecho, recientemente se han iniciado algunos procesos de concentración con el fin de mejorar los resultados económicos de las explotaciones familiares, muchas de las cuales son socios del capital de dichas empresas (Pérez-Mesa y Galdeano-Gómez, 2010).

4.3.3. El desarrollo de las industrias auxiliares locales

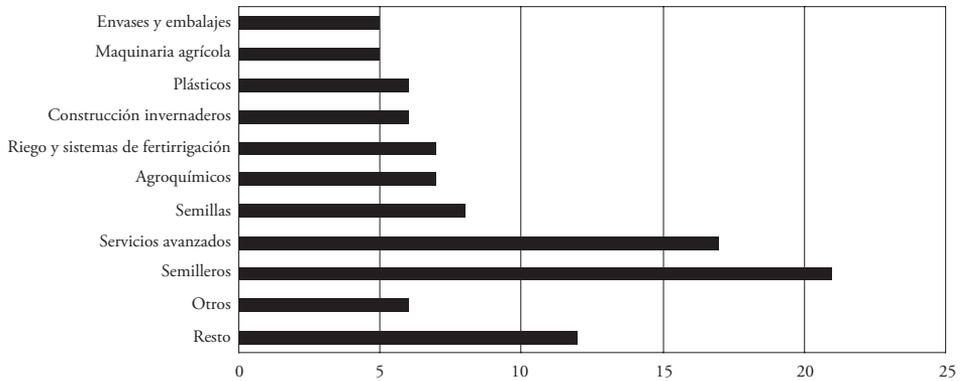
La horticultura intensiva viene destacando igualmente por un amplio desarrollo local de forma multifuncional y como base para una importante diversificación empresarial en el mercado de origen. De hecho, otro de los elementos característicos del sector en Almería es la generación de un distrito agro-industrial que gira alrededor de la producción y comercialización de las frutas y hortalizas (Aznar-Sánchez y Galdeano Gómez, 2011).

A finales de la década de los 80, la mayoría de los factores productivos usados por el sector provenían de otras provincias españolas o de países con mayor tradición hortícola. A partir de ese período, los centros de producción y distribución de factores productivos se fueron estableciendo dentro de la provincia.

A la vez comenzaron a surgir empresas locales, a menudo pequeñas empresas familiares, en los distintos sectores: servicios (manipulado, comercialización, transporte, sistemas financieros, servicios de tecnología informática, asesoramiento agronómico, etc.); actividades industriales (plásticos, riego y fertirrigación, contenedores e invernaderos); y los *inputs* tecnológicos (maquinaria, semillas, *inputs* para el control biológico y producción ecológica, etc.) (Aznar-Sánchez y Sánchez-Picón, 2010). El número de estas empresas se estima en unas 250, con una facturación conjunta en torno al millón y medio de euros durante las últimas campañas (Céspedes Lorente *et al.*, 2006). El Gráfico 6 muestra, además, la diversificación de actividades o subsectores y el porcentaje en número de empresas que representa cada uno de ellos.

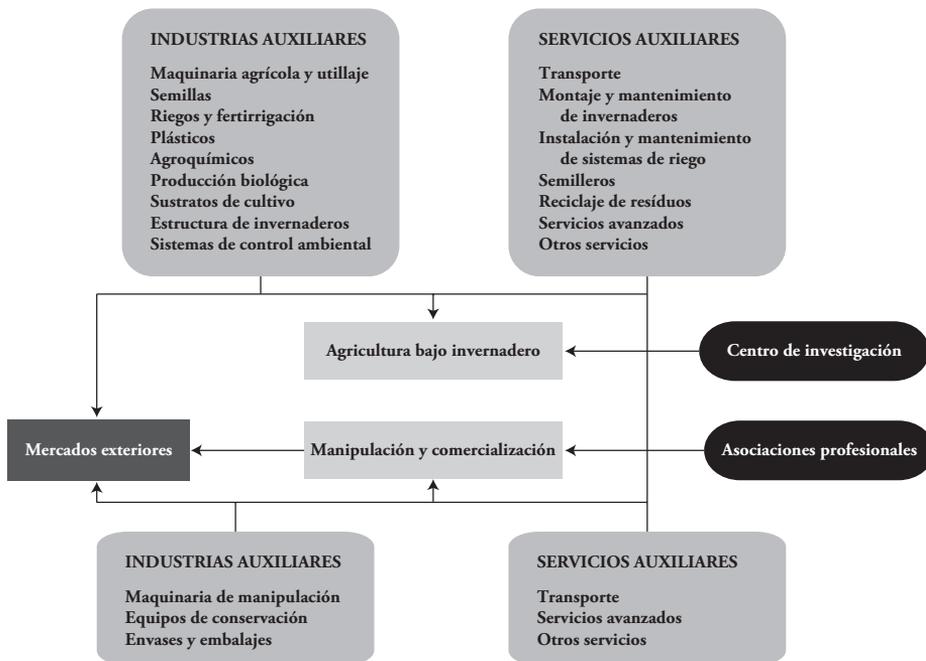
Como resultado, un sistema complejo de diversas actividades y servicios industriales, con cada vez mayor relevancia de los centros de I+D+i, las empresas de reciclaje, las de control de la producción integrada y el asesoramiento medioambiental (Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010), ha ido creciendo y prosperando alrededor del sector agrícola. En la Figura 2 se puede apreciar el conjunto de actividades en torno al sector hortofrutícola almeriense.

Gráfico 6. Número de empresas en los diferentes subsectores de la industria auxiliar. En porcentaje



Fuente: Céspedes Lorente *et al.* (2006).

Figura 2. Conjunto de actividades productivas y de servicios en el sistema hortofrutícola



Fuente: Aznar-Sánchez y Galdeano-Gómez (2011).

4.3.4. Implicaciones sobre la resiliencia del sistema

Los componentes sociales mencionados se relacionan a menudo, en la literatura reciente sobre sostenibilidad (Darnhofer *et al.*, 2010b), con el concepto de resiliencia, referida principalmente a la capacidad para adaptarse a nuevas condiciones y para afrontar las situaciones de incertidumbre y riesgos imprevistos en los sistemas agrarios.

Desde la dimensión *social*, especialmente, se aprecia una amplia participación a la hora de afrontar los problemas de sostenibilidad, generando también una mayor interrelación y capital social entre los participantes de este modelo, desde los productores hasta las organizaciones comerciales y las empresas de la industria auxiliar. Ello ha permitido una mejor capacidad de adaptación y de afrontar riesgos tradicionalmente asociados a la actividad agraria (clima, precios, cambios políticos, etc.) (Darnhofer *et al.*, 2010b). Por ejemplo, las entidades financieras desarrolladas localmente y las organizaciones de productores y otras comercializadoras están jugando un papel fundamental para superar las restricciones financieras, especialmente de las empresas familiares, derivadas de la crisis actual. También, muchos problemas generados por la mano de obra inmigrante se vienen afrontando no solo desde los órganos políticos, sino de forma más intensa por las organizaciones agrarias del sector.

Desde la dimensión medioambiental o *ecológica*, los componentes socio-económicos descritos han permitido crear una creciente conciencia sobre los problemas del entorno y la limitación de recursos naturales en todas las actividades ligadas a la horticultura. Como antes se expuso, las tecnologías y prácticas respetuosas con el medio ambiente se han extendido con relativa rapidez y de forma amplia gracias a la existencia de las estructuras productivas tan identificadas con la comunidad y el creciente social capital generado, así como por el desarrollo de empresas especializadas en insumos y servicios de asesoramiento en prácticas agro-ecológicas (Galdeano-Gómez y Céspedes-Lorente, 2008).

Desde la dimensión *económica* sobresale, sin duda, la distribución de rentas y del bienestar económico, en general, en el sistema hortofrutícola almeriense. Además, el desarrollo de las formas cooperativas y el sector de servicios auxiliares han permitido mantener niveles de renta y competitividad para sostener la estructura productiva familiar. Especialmente, se ha generado una importante capacidad de innovación y de adaptación a las exigencias del cambiante mercado alimentario.

4.4. Estructura de interrelaciones entre los componentes de sostenibilidad

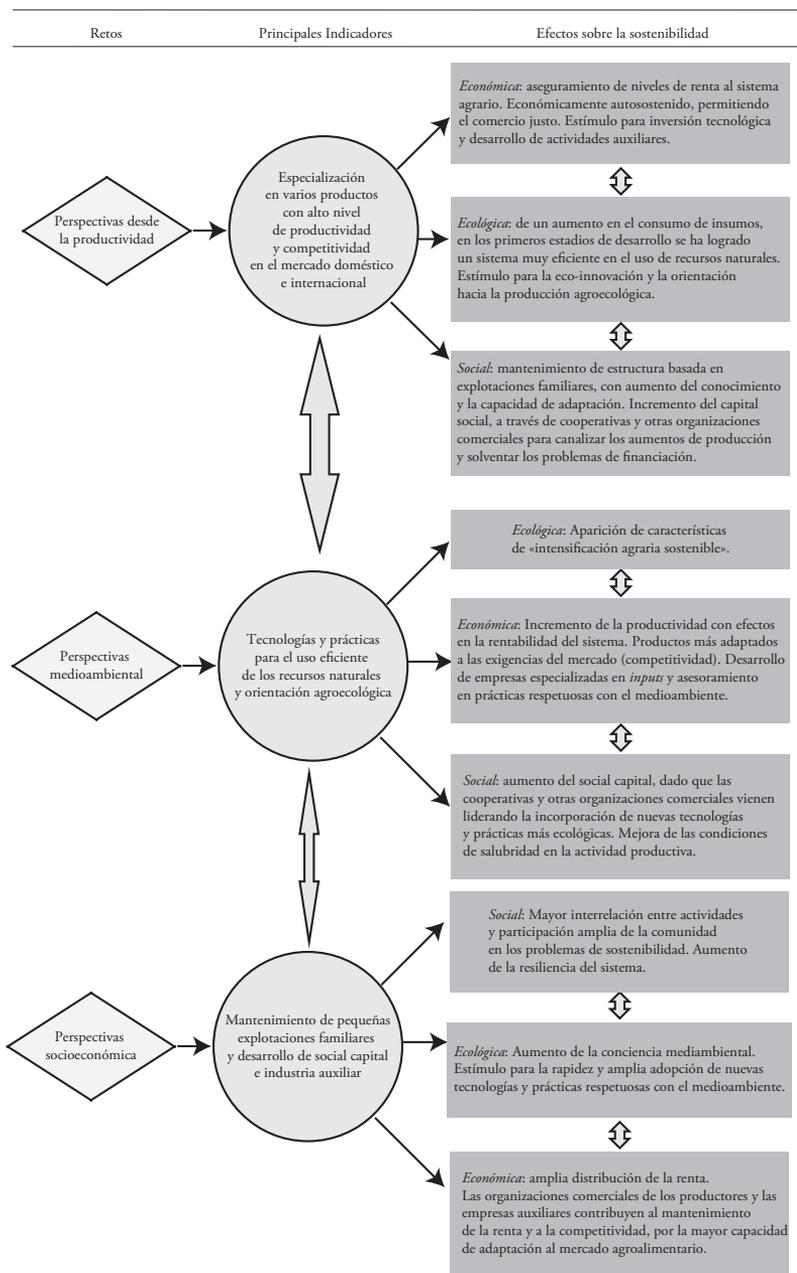
La existencia de diversos retos derivados de la nueva estructura del mercado, condiciones de la demanda, así como las diferentes estrategias políticas sobre el papel de la agricultura en el desarrollo de determinadas regiones, supone procesos de adaptación importantes en los sistemas agrarios. Dichas adaptaciones, pueden tener efectos distintos sobre la sostenibilidad y puede ser difícil que los cambios producidos tiendan a generar equilibrios entre las dimensiones medioambiental, económica y social. Sin embargo, a través de este estudio de caso, podemos ver que las innovaciones, transformaciones tecnológicas y de organización, pueden tender a provocar efectos positivos y generar sinergias entre las tres dimensiones. Más aún, se puede apreciar como muchos de los cambios no se producirían sin la existencia de interdependencias entre las mismas.

A través de la Figura 3 podemos resumir este sistema de interrelaciones entre las dimensiones de sostenibilidad generadas por las adaptaciones que se han realizado en el desarrollo de la horticultura almeriense.

Esta experiencia y el marco de interrelaciones descritas son de particular interés para distintos proyectos orientados a la traslación del denominado «modelo de Almería». Algunas experiencias, como en el caso de México (Sinaloa, Zacatecas), Marruecos (Agadir, Larache), Chile (Arica), Perú (Tacna), Bolivia (Departamento de Chuquisaca) y más recientemente en algunas áreas de China (áreas de Beijing y Kunming) (Galdeano-Gómez, 2008; Giagnocavo *et al.*, 2010) se describen de forma resumida en el Anexo I.

En general, el resultado de dichos proyectos, que actualmente tienen características distintas, dependerá de la forma en que se integren los distintos componentes de sostenibilidad relacionados con este modelo almeriense.

Figura 3. Adaptaciones en el desarrollo de la horticultura de Almería e interrelaciones y efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad



Fuente: Pretty *et al.* (2011), Galdeano-Gómez *et al.* (2013). Elaboración propia.

5. Análisis de sinergias multidimensionales en la horticultura de Almería

En este apartado llevaremos a cabo un estudio estadístico-econométrico de los componentes de sostenibilidad en la horticultura almeriense. Para ello, tomaremos como referencia el marco de interrelaciones descrito en el apartado anterior. En este caso, nos enfrentamos a la dificultad de que los distintos componentes se refieren a un sistema agrario, el que hemos considerado desde una perspectiva holística para determinar cómo se han producido posibles sinergias entre las dimensiones del desarrollo sostenible. Así, pese a que el eje central son las explotaciones familiares, existe un encadenamiento con otras actividades productivas, como son las organizaciones de comercialización (cooperativas y otras comercializadoras) y las empresas de servicios auxiliares, las que vienen influyendo de forma relevante en la configuración de las relaciones económicas, sociales y medioambientales de este sistema agrario.

Dado que no existen referencias sobre un estudio integrado de la forma descrita (con multiplicidad de actividades productivas) en el marco de la sostenibilidad, al objeto de simplificar la realización de esta parte de la investigación, nos centraremos en los principales indicadores de la Figura 3, enmarcados en las tres perspectivas de retos en el sistema agroalimentario actual, y en el análisis de la interrelación que se desprende de dicho esquema. Para tal fin realizaremos tres tipos de análisis de forma secuencial:

- a) Estudio de la eco-eficiencia en las explotaciones familiares (Kousmanen y las Kortelainen, 2005). Este tiene por objeto obtener una estimación sobre *Interrelaciones en los indicadores desde la perspectiva productiva y medioambiental*.
- b) Análisis de la influencia de variables económicas y sociales en la eco-eficiencia (Solís *et al.*, 2009; Picazo-Tadeo *et al.*, 2011) con la consideración del sistema hortícola en su conjunto. Con él pretendemos estudiar los *efectos de los indicadores socioeconómicos y otras variables de productividad del sistema en las interrelaciones productivas-medioambientales*.
- c) Tomando como referencia modelos teóricos de desarrollo sostenible, como los de Hediger (1999, 2000), realizaremos un tercer análisis para estudiar las *interrelaciones multidimensionales con índices de productividad, medioambientales y socioeconómicos*.

5.1. Metodología

5.1.1. Análisis de la eco-eficiencia

La eco-eficiencia, o relación entre la eficiencia económica y ecológica, se refiere a la capacidad de las empresas, sectores o economías para producir bienes y servicios con un menor consumo de recursos naturales y menores impactos sobre el medio ambiente. Esta concepción surge en la década de los noventa como un indicador de sostenibilidad (Schaltegger y Sturm, 1996). La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) la definió como «la eficiencia con la que se utilizan los recursos ecológicos para satisfacer las necesidades humanas» (OCDE, 1999). Posteriormente, este indicador se ha popularizado ampliamente en el ámbito microeconómico, especialmente por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000), como una forma de estimular a las empresas para que sean más competitivas, siendo a la vez más responsables con el medio ambiente.

La estimación de la eco-eficiencia puede hacerse utilizando ratios que relacionan los bienes producidos con las presiones o impactos medioambientales que se generan en la actividad. Durante los últimos años, se vienen considerando diferentes combinaciones de presiones medioambientales para recoger los posibles efectos de sustitución en los resultados empresariales, usualmente considerando el valor añadido. Así, la eco-eficiencia mejorará si se reducen las presiones medioambientales manteniendo constante el valor añadido, si aumenta el valor añadido manteniendo las presiones ambientales o, también, si aumenta el valor añadido a la vez que se reducen las presiones. En esta línea destacan los trabajos de Kousmanen y Kortelainen (2005), Kortelainen y Kousmanen (2007), Zhang *et al.* (2008) o más recientemente los estudios de Serrao (2008) y de Picazo-Tadeo *et al.*, (2011) aplicados al sector agrario, todos ellos con la utilización generalizada del Análisis de la Envoltura de Datos (DEA) en el contexto de la teoría neoclásica de la producción.

Siguiendo la metodología de los trabajos mencionados, se adopta una aproximación ratio productividad-medioambiente a nivel micro (Huppés y Ishikawa, 2005; Picazo-Tadeo *et al.*, 2011), que se detalla a continuación. Asumiendo como indicador de productividad el valor añadido, v , que genera un conjunto de N presiones medioambientales, representado por el vector $p = (p_1, \dots, p_n)$, para un conjunto $k = 1, \dots, K$ de explotaciones hortofrutícolas, podemos definir el conjunto tecnológico generador de presiones, PGT

(que representa todas las combinaciones posibles de valor añadido y presiones medioambientales) de la forma siguiente:

$$PGT = \{(v, p) \in R_+^{1+N} \mid \text{el valor añadido } v \text{ puede ser generado con las presiones } p\} \quad [1]$$

Definida la tecnología, el cálculo de la eco-eficiencia para una explotación hortofrutícola k se formaliza como:

$$Eco-eficiencia_k = \frac{v_k}{P(p_k)} \quad [2]$$

donde P es una función que agrega las n presiones medioambientales en un único valor de presión o daño medioambiental.

Para el cálculo de dicha presión agregada se sigue la aproximación más habitual en la literatura consistente en utilizar como función de agregación una media ponderada lineal de las presiones medioambientales individuales de la forma siguiente:

$$P(p_k) = \sum_{n=1}^N w_n p_{nk} \quad [3]$$

donde w_n es la ponderación asignada a la presión n .

Ahora, considerando la aplicación de la técnica DEA de estimación, la función de distancia direccional que permite valorar la eco-eficiencia en este escenario es:

$$Función \ de \ distancia \ de \ eco-eficiencia \ (v, p) = Max \ \beta \mid (v, \beta^{-1} p) \in PGT \quad [4]$$

Esta función, a través del parámetro β , valora la proporción en la que pueden reducirse todas las presiones ambientales, manteniendo el valor añadido al nivel observado. Dicha función tiene como límite inferior uno, valor que representa la eco-eficiencia; cuando mayor sea la función de distancia direccional menor será el nivel de eco-eficiencia.

Siguiendo también la metodología DEA, la función de distancia de eco-eficiencia para una explotación hortofrutícola k , puede ser computada con un programa matemático de la siguiente forma:

$$\text{Maximizar } \beta_n, z_k \text{ Eco-eficiencia}_k = \beta_k \quad [5]$$

sujeto a:

$$v_k \leq \sum_{k=1}^K z_k v_k$$

$$\beta_k^{-1} p_{nk} \geq \sum_{k=1}^K z_k p_{nk}; n = 1, \dots, N$$

$$z_k \geq 0; k = 1, \dots, K$$

donde z_k es una variable que representa la ponderación de la intensidad con la que cada explotación k observada entra en la composición de la frontera eco-eficiente. En dicha formulación asumimos además que la tecnología representa rendimientos constantes a escala por ser el supuesto más utilizado en estos casos⁷.

Adicionalmente, la programación propuesta en (5) es no lineal (β^{-1}), lo cual plantea problemas de computación, lo que puede ser solventado con la siguiente formulación:

$$\text{Minimizar } \theta_n, z_k \text{ eco-eficiencia}_k = \theta_k = \beta_k^{-1} \quad [6]$$

sujeto a:

⁷ Si bien desde la perspectiva económica puede ser importante considerar rendimientos variables a escala, desde la perspectiva ecológica la actividad productiva se caracteriza normalmente con rendimientos constantes a escala (Picazo-Tadeo *et al.*, 2011). Dado que lo interesante en este caso son las presiones totales ejercidas sobre el medio ambiente y no su distribución entre las distintas explotaciones, se opta por los rendimientos constantes (Kousmanen y Kortelainen, 2005). También esta asunción se ha considerado en análisis de eficiencia y productividad en el sector hortofrutícola almeriense (Galdeano-Gómez *et al.*, 2006; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

$$v_k \leq \sum_{k=1}^K z_k v_k$$

$$\theta_k p_{nk} \geq \sum_{k=1}^K z_k p_{nk} ; n = 1, \dots, N$$

$$z_k \geq 0 ; k = 1, \dots, K$$

El parámetro calculado, θ_k , cuantifica la proporción en la que la explotación k puede reducir todas las presiones que ejerce sobre el medio ambiente a la vez que mantiene su nivel productivo (valor añadido, en este caso). Así, un valor obtenido de eco-eficiencia de 1,4 significaría que hay posibilidad de reducir todas las presiones ambientales en un 40 % sin reducción del valor añadido, o en otros términos, hay posibilidad de aumentar el valor añadido en ese porcentaje (40 %) sin incrementar las presiones sobre el medio ambiente.

5.1.2. Otros indicadores de dimensiones de sostenibilidad

Aparte del estudio de la eco-eficiencia, tenemos que de forma generalizada, la evaluación cuantitativa de sostenibilidad se viene realizando en este campo de investigación a través de distintas técnicas, como son otros indicadores dimensionales, las series temporales, la resiliencia o la simulación, las cuales presentan distintas ventajas e inconvenientes (Simth y McDonald, 1998; Ness *et al.*, 2007), dependiendo de los datos estadísticos disponibles y en función de la amplitud del estudio. Por ejemplo, la técnica basada en indicadores puede plantear limitaciones para detectar los factores que determinan una situación no sostenible o las medidas adecuadas para corregir los problemas existentes; el uso de datos temporales presenta el inconveniente de encontrar suficientes bases estadísticas y la dificultad de interpretar resultados cuando el sistema agrario objeto de estudio presenta incrementos en variables con distintos efectos sobre la sostenibilidad; la resiliencia y simulación, también tienen, respectivamente, la limitación de obtener mediciones adecuadas y la de realizar predicciones en la actividad agraria, especialmente, por estar sometidas a la influencia de numerosas variables exógenas.

No obstante, teniendo en cuenta las distintas dificultades, en el ámbito agrario, al igual que en otros sectores económicos, la investigación en este campo ha optado más frecuentemente por la elaboración de indicadores, que

además han permitido considerar con mayor amplitud las distintas dimensiones de sostenibilidad, particularmente las económicas y sociales, frente a la mayor orientación medioambiental de los otros métodos de análisis. Junto a ello, en este caso como se ha indicado anteriormente, tenemos la dificultad específica de consideración de distintos componentes relativos a todo el sistema hortofrutícola, con múltiples actividades ligadas a la producción, por lo que la utilización de indicadores puede darnos la suficiente flexibilidad, a la vez que amplitud para determinar el sistema de interrelaciones propuesto.

En este contexto metodológico se contempla, adicionalmente, la elaboración de indicadores sintéticos o índices, al objeto también de reducir el número de variables en los posteriores análisis de causalidad desde el punto de vista multidimensional. Esta técnica de agregación de indicadores ha sido también ampliamente utilizada en los análisis de sostenibilidad (Rigby *et al.*, 2001; van Calker *et al.*, 2006; Hajkowicz, 2006; Qiu *et al.*, 2007; Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010). Esta metodología tampoco está exenta de dificultades derivadas de la subjetividad e incomensurabilidad de los componentes del desarrollo sostenible (Saisana y Tarantola, 2002; Jacobs *et al.*, 2004). De este modo, existen diversas formas de implementación que tratan de superar los mencionados inconvenientes (OCDE y JRC, 2008; Schuschny y Soto, 2009) sugiriendo distintas fases con técnicas alternativas a aplicar.⁸ Tratando de simplificar esta parte metodológica expondremos aquí de forma sintética las fases de normalización de datos y la de asignación de pesos y agregación, así como las técnicas seguidas en el presente estudio de caso.

Por una parte, la fase de normalización tiene como objetivo facilitar la comparación entre unidades de análisis. La elección de una u otra técnica dependerá de las características de cada indicador y formará parte del juicio experto del analista. Entre las más empleadas, especialmente cuando las series temporales no son amplias, están la estandarización (*z-score*) y el re-escalamiento.

La estandarización para una unidad de análisis k (si estamos considerando la explotación hortofrutícola) y un período t se realiza de la forma siguiente:

$$y_t^k = \frac{x_t^k - \bar{x}_t}{\sigma_t^x} \quad [7]$$

⁸ En las referencias mencionadas se puede encontrar una descripción detallada de dicha metodología. Igualmente, la misma ha sido recogida en los recientes trabajos de Sánchez Fernández (2009) y Gómez-Limón y Arriaza (2011).

donde y sería la variable resultante de la estandarización de la variable x . Para cada unidad de análisis k , el valor obtenido representa la distancia entre el valor de la variable y la media poblacional, expresada en unidades de desviación estándar. El problema es que requiere la utilización de la media poblacional, no la media muestral, lo que puede limitar la normalización para determinadas variables.

El reescalamiento consiste en considerar el rango de valores que la variable adquiere. Se procede transformando los niveles de las variables para llevarlos al intervalo $[0, 1]$, empleando la distancia entre los valores máximos y mínimos que la variable adquiere considerando todos los datos de la variable conjuntamente. Se calcula como sigue:

$$y_t^k = \frac{x_t^k - \min_{\forall p}(x_t^k)}{\max_{\forall p}(x_t^k) - \min_{\forall p}(x_t^k)} \in [0, 1] \quad [8]$$

donde p representa un factor de escala o unidad de medida. La unidad de análisis de mayor desempeño tendrá un valor 1 y el menor 0.

Por otra parte, la fase de asignación de pesos tiene como objeto ponderar los indicadores para la posterior agregación. Igualmente existen diversas técnicas (cálculos de regresión, análisis de componentes principales, análisis conjunto, etc.), aunque nos centraremos en los procesos de jerarquía analítica, técnica conocida como AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Esta consiste en una herramienta diseñada por Saaty (1980) utilizada para apoyar la toma de decisiones multicriterio, a través de conciliar prioridades cuando se tienen que considerar múltiples aspectos, tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión y por eso puede ser útil como método racional para estimar los factores de ponderación de las variables que componen un indicador sintético. Cada factor de peso refleja en cuánto a un grupo de expertos desea priorizar en promedio una variable dada en detrimento de otras. Siguiendo igualmente una explicación resumida, podemos partir de una estructura lineal aditiva para el índice o indicador sintético IS (de una explotación k) de la siguiente forma:

$$IS_k = \sum_{i=1}^p w_i I_{ik} \quad \text{con: } w_i > 0 \quad \forall i \quad [9]$$

siendo p el autovalor (subcriterio) y la matriz de pesos la matriz de pesos (ratios):

$$(W)_{ij} = w_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \in R^{p \times p} \quad [10]$$

donde se cumple que $w_{ij} = \frac{1}{w_{ji}}$, $w_{ii} = 1$, $w_{ji} = w_{jm}w_{jm}$. También, como cada fila de la matriz es múltiplo de la primera fila, el rango de la misma es igual a uno y, por lo tanto, habrá un solo autovalor no nulo. Dado que $w_{ii} = 1 \quad \forall 1 \leq i \leq p$, y que la suma de todos los autovalores es igual a la traza, tenemos que $\sum_{i=1}^p w_{ii} = p$. De la misma forma, se puede comprobar que $W \cdot w = pw$, donde w es un vector columna de los pesos, es decir que los pesos son el autovalor de W con autovalor p . Sobre esta base Saaty (1980) propone calcular los factores de ponderación, realizando comparaciones entre las variables tomadas por pares. Para ello se pregunta en cada caso, cuál variable es más importante y cuánto más lo es. La intensidad de la preferencia puede medirse en una escala de Likert (de 1 a 9). Un valor asignado a una variable de 1 indica que es igualmente importante que aquella con la que se compara, mientras que si se le asigna el valor 9, esa variable se considerará muchísimo más importante que la otra. Hechas las $p \cdot \frac{(p-1)}{2}$ comparaciones se construye una matriz de comparaciones que llamamos A , cuadrada en el número de variables, cuyos elementos a_{ij} indican cuánto la variable de la fila i es más importante que la variable de la columna j . Para completar la matriz basta considerar que: $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $a_{ii} = 1$. Esta matriz A es muy similar a la matriz de ratios W . Dada la forma en que se construye, se puede demostrar que: (a) el máximo autovalor de A , que podemos designar por λ_{max} , es mayor o igual a p ; (b) que su autovalor asociado posee todas sus componentes estrictamente positivas. Entonces, dada la similitud entre A y W , para estimar los factores de ponderación a partir de la matriz de comparaciones A , basta con calcular el autovector asociado al autovalor λ_{max} y normalizarlo de manera tal que la suma

de sus componentes sea la unidad. Dicho vector corresponderá a los factores de ponderación que surjan de las comparaciones realizadas por los expertos.

Por último, a partir de la ponderación podemos proceder a la agregación siguiendo un modelo lineal aditivo, como el expresado en la ecuación [9], multiplicativo o geométrico como:

$$IS_k = \prod_{i=1}^p I_{jk}^{w_i} \quad [11]$$

O también, seguir una formulación multicriterio o MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*), a través de los cuales no se permite que indicadores con valores bajos se compensen con aquellos que presenten valores mayores (Schuschny y Soto, 2009; Gómez-Limón y Arriaza, 2011), de la siguiente forma:

$$IS_k = (1 - \lambda)[\text{Min}_i(w_i I_{ik})] + \lambda \sum_{i=1}^p w_i I_{ik} \quad [12]$$

donde λ es un parámetro que varía entre 0 y 1, condicionando el grado de compensación permitido entre los indicadores, por lo que se denomina como parámetro de compensación. Se pueden tomar distintos valores de compensación parcial (0,1; 0,25; 0,50; ...). Un valor igual a 0 implicaría una compensación nula, mientras que un valor igual a 1 supondría una compensación completa y coincidiría con los resultados de la ecuación [9].

5.1.3. Métodos para el análisis de interrelaciones

La causalidad entre los distintos indicadores puede estimarse a través de los métodos regresión lineal. Sin embargo, en estos casos en los que las variables no siguen una distribución normal, ya que muchas (como los indicadores e índices) tomarán valores en el intervalo [0, 1], los modelos de regresión (como mínimos cuadrados ordinarios, MCO), llevarían a estimaciones sesgadas (Simar y Wilson, 2007). Para evitar este problema se recurre a técnicas de análisis con variables censuradas (Sánchez Fernández, 2009), siendo el más habitual el modelo tobit (Tobin, 1958). De forma básica, este modelo consiste en asumir una variable aleatoria y^* subyacente de la variable original (y), la

cual sigue una distribución $y^* \sim N(\mu, \sigma^2)$, la que se estima por el método de máxima verosimilitud, que se maximiza integrando información tanto de las observaciones censuradas como de las no censuradas:

$$\ln L(\beta, \sigma^2) = \sum_{y>a} -\frac{1}{2} \left[\ln(2\pi) + \ln(\sigma^2) + \frac{(y - x'\beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y>a} \ln \left[\Phi \left(\frac{a - x'\beta}{\sigma} \right) \right] \quad [13]$$

donde a es el punto de censura (con una función de distribución Φ), x el conjunto de variables explicativas y β sus coeficientes correspondientes.

En esta función se podrán identificar las estimaciones de los efectos (β) sobre la variable latente y^* utilizando únicamente la variable censurada y . En estos modelos, además, se pueden contemplar varios puntos de censura (Greene, 2008).

Adicionalmente, en este estudio deseamos avanzar en los métodos de causalidad, contemplando los modelos multi-ecuacionales, para detectar los posibles efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad. Para tal fin, se puede recurrir a sistemas de ecuaciones simultáneas de tipo lineal, cuya expresión analítica, para un vector y' de n variables interrelacionadas, en un período t , sería la siguiente (Novales, 1996):

$$y'_t \Gamma + x'_t B + u'_t = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [14]$$

donde x representa el vector de variables explicativas, Γ representa la matriz de efectos interrelacionados y B la matriz de coeficientes (β) de las variables explicativas y u el vector de términos de error.

Resulta evidente que para proceder a dichas estimaciones simultáneas, tenemos que asumir la normalidad de las variables consideradas. Para ello, tendremos que llevar a cabo transformaciones de las mismas, por ejemplo con el método Box-Cox (1964) que permite una aproximación a la normalidad. Por último, los métodos de estimación pueden ser diversos, siendo frecuentes el Método Generalizado de Momentos (MGM) introducido inicialmente por Hansen (1982) o la estimación mediante variables instrumentales, incluyendo los métodos de Mínimos Cuadrados en dos etapas (MC2E) y en tres etapas (MC3E) (Novales, 1996). Utilizamos estas aproximaciones siguiendo los de-

sarrollos realizados por Arrellano y Bond (1991) y que han sido aplicadas en análisis de interrelaciones productivas-medioambientales (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2012) del sector hortofrutícola almeriense.

5.2. Aplicación: indicadores específicos de sostenibilidad y modelo de interrelaciones

5.2.1. Muestras y datos estadísticos para el análisis

El estudio de sostenibilidad del sistema hortofrutícola almeriense desde una perspectiva holística, así como los distintos análisis propuestos desde un punto de vista multidimensional, ha requerido recurrir a una amplia diversidad de técnicas de recopilación de datos tanto primarios (encuestas) como secundarios (fuentes estadísticas).

La información de tipo primaria se ha obtenido principalmente de la realización de encuestas a explotaciones hortofrutícolas. Para ello se confeccionó un cuestionario *ad hoc* o específico para el presente estudio, cuyo detalle se expone en el Anexo III. En el mismo se recogen distintas cuestiones al objeto de obtener información básica sobre:

- Datos generales de la explotación y formas de comercialización, especialmente la existencia de vinculación a una entidad cooperativa u otras organizaciones comerciales (apartado A).
- Datos de producción y rendimientos y resultados económicos (apartado B), en función también de las técnicas de cultivo.
- Datos de carácter socio-económico (apartado C).
- Datos sobre uso de recursos y gestión medioambiental (apartado D).
- Otra información relativa a la conexión con la industria auxiliar, la importancia de las subvenciones, los cambios tecnológicos y otras actividades conectadas con el sector (apartado E).

Los apartados B y D han suministrado la base de información para el análisis de eco-eficiencia propuesto y el apartado C para la elaboración de una parte de los indicadores socio-económicos. Los demás apartados han proporcionado información para otros indicadores y variables utilizadas en los análisis de interrelaciones. Las encuestas se llevaron a cabo, en dos períodos

distintos, mayo-junio de 2012 y abril-mayo de 2013 (al objeto de contar con información de datos medios para las campañas 2010-2011 y 2011-2012)⁹ sobre un total de 340 explotaciones seleccionadas de forma aleatoria. No obstante, algunos errores de medida detectados han supuesto trabajar finalmente con datos de una muestra de 319 explotaciones, la que nos permite, considerando una población total estimada de 13.424 explotaciones, fijar un 95 % de nivel confianza ($e = 0,05$)¹⁰. Se han tomado como áreas de muestreo los principales municipios de actividad hortofrutícola de la provincia (comarcas de Campo de Dalías y Bajo Andarax-Campo de Níjar): término municipal de Almería, El Ejido, Roquetas de Mar, La Mojonera, Adra, Dalías, Berja, Vícar y Níjar, que representan el 97,7 % de la superficie invernada (Céspedes López *et al.*, 2009). En general, se ha detectado relativa homogeneidad en las explotaciones encuestadas, esencialmente en cuanto al carácter familiar de las mismas (94,8 %) y a la superficie, situándose entre 1 y 5 ha, con una media de 2,18 ha. Aunque el número de encuestas ha variado para las áreas consideradas, el análisis de la varianza (pruebas ANOVA) sobre determinadas variables métricas (valor añadido bruto por hectárea, consumo de agua y fertilizantes por metro cuadrado, y número de horas trabajadas al año)¹¹ no ha determinado diferencias significativas, por lo que no se ha realizado diferenciación por localización. El cuadro siguiente recoge los datos medios y estadísticos descriptivos observados para la muestra total.

⁹ La campaña hortícola almeriense va del mes de septiembre al mes de junio, por lo que la última encuesta se ha adelantado un poco para la disposición de los datos en la realización del presente estudio, aunque en la entrega de la encuesta se le pedía a los productores la inclusión de la previsión del último mes. A los encuestados se les solicitaba una media estimada de la presente campaña y anterior, especialmente por la variabilidad en el valor añadido de los últimos años, como ha ocurrido en 2011, caracterizado como un año atípico por los problemas derivados de la denominada «crisis de la *E. coli*».

¹⁰ Hay explotaciones que no han respondido a la encuesta en un segundo período y otras pocas que no se correspondían con el estándar mencionado de explotación con carácter familiar y superficie comprendida en el intervalo general de la muestra. La población total se ha estimado para las principales áreas hortofrutícolas de la provincia a partir de los datos medios y superficie total invernada determinada en el trabajo de Céspedes López *et al.* (2009).

¹¹ La principal variabilidad se ha observado, como cabía esperar, en los datos del valor añadido bruto, pero dicha variabilidad es general para todas las áreas de la muestra.

Tabla 4. Datos descriptivos para el total de la muestra sobre determinadas variables de referencia

VARIABLES DE REFERENCIA	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Superficie (ha)	2,18	1,59	0,92	5,32
Valor añadido bruto (miles de euros/ha)	19,61	17,85	10,08	38,17
Consumo de agua (m ³ /ha y año)	4.860,27	1.256,41	4.392,54	5.374,88
Fertilizantes [global] (kg/ha y año)	1.842,07	845,66	1.390,50	2.677,20
Mano de obra [familiar y contratada] (núm. trabajadores/ha y año)	2,26	0,72	1,35	2,64

Otros datos del sector se han obtenido de fuentes de información secundarias. Así datos relativos al sector cooperativo y a la comercialización de los trabajos sobre productividad y rendimiento y gestión medioambiental de Galdeano-Gómez (2010), Tolón Becerra y Lastra Bravo (2010) y Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2012), complementados con otros de Informes Anuales del Sector Agrario en Andalucía, elaborados por Analistas Económicos de Andalucía, y de los Informes de Campaña de la Fundación Cajamar. Los datos relativos a la industria auxiliar han sido facilitados principalmente por las memorias anuales de la Fundación Tecnova. Otros datos de carácter socio-económico se han obtenido a partir de las estadísticas del INE, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y datos elaborados por Analistas Económicos de Andalucía. Por último, para la estimación de pesos en la construcción de índices sintéticos se ha contado con un panel de expertos formado por diez miembros: uno de la Consejería de Agricultura y Pesca, uno de la Consejería de Medio Ambiente, uno de la asociación Coexphal, tres titulares de explotaciones con formación pertenecientes cada uno de ellos a una de las principales asociaciones de productores con representación en la provincia (ASAJA, COAG y UPA) y cuatro investigadores universitarios en temas de sostenibilidad, de las áreas de economía, sociología, ciencias ambientales e ingeniería agrícola, respectivamente, que no participan en el estudio.

5.2.2. Ratios para el cálculo de la eco-eficiencia

El estudio de la eco-eficiencia requiere, como se expuso en la metodología, la elaboración de ratios de productividad o rendimiento económico, en este caso el valor añadido, y una serie de indicadores de presión medioambiental.

El cálculo del valor añadido, VAB, para una explotación hortofrutícola k , se ha determinado de la forma siguiente:

$$VAB^k = \frac{\text{Ventas}^k - \text{Costes directos}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [15]^*$$

* En los 'costes directos' se excluye el correspondiente a mano de obra como forma más habitual del cálculo del VAB.

Las ventas y los costes directos se miden en euros, mientras que la superficie se mide en hectáreas, obteniendo, por tanto, una estimación del rendimiento económico medio por hectárea.

Por su parte, las presiones medioambientales se han estimado considerando tres indicadores relevantes de la gestión medioambiental en la producción hortofrutícola almeriense de acuerdo al trabajo de Tolón Becerra y Lastra Bravo (2010):

- El uso de recursos hídricos se ha medido a través de dos ratios, dada la relevancia de este factor medioambiental. Por una parte, consideramos el consumo de agua por superficie, que designamos por RH, determinado como:

$$RH^k = \frac{\text{Consumo agua}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [16]$$

midiendo el consumo de agua en m^3 , obteniendo el consumo medio por hectárea.

- Por otra parte, el volumen de agua requerido por tonelada de producto obtenido en la explotación, que designamos por RHV (como aproximación a la denominada «agua virtual»)¹², estimado como:

$$RHV^k = \frac{\text{Consumo agua}^k}{\text{Tonelada de producto}^k} \quad [17]$$

¹² No obstante, este concepto de «agua virtual» (volumen de agua requerido para producir un bien o servicio), introducido por Allan (1999), es uno de los componentes del denominado «balance hídrico», donde habría que estimar la diferencia entre el agua virtual interna, para la producción de consumo interno más la exportada, y el agua virtual externa o exógena, procedente de los mismos productos importados (con el requerimiento de agua de los países de origen para su producción). En este caso, es evidente que el agua virtual exógena es poco relevante y utilizamos como indicador de impacto solo la interna.

- El uso de fertilizantes, medido por el balance de nitrógeno (como principal componente de los fertilizantes utilizados), que designamos por BN, y estimamos como¹³:

$$BN^k = \frac{\text{Nitrógeno en } input^k}{\text{Nitrógeno en } output^k} \quad [18]$$

donde ambos componentes del ratio se miden en kilogramos por hectárea, siendo el nitrógeno en *output* el nitrógeno medido por la producción de hortalizas obtenida.

- Para el efecto de uso de productos fitosanitarios, los cuales estimamos que se ha reducido enormemente por el cambio de prácticas de producción, haremos una aproximación del riesgo en términos medios. Para ello, consideramos análisis realizados en años precedentes que indicaban como un promedio de 0,2 toneladas de fitosanitarios por hectárea implicaban cierto riesgo de presencia en restos vegetales y contaminación de aguas subterráneas (Martínez-Vidal *et al.*, 2004)¹⁴. De esta forma, este ratio, que designamos por FT, lo calculamos en términos de variación respecto a dichos promedios de riesgo como:

$$FT^k = \frac{\text{Kilogramos FT por hectárea}^k}{200 \text{ kilogramos}^k} \quad [19]$$

de modo, que valores superiores a la unidad indicarán un aumento del riesgo de contaminación, mientras que la misma se reduce cuando toma valores inferiores a la unidad.

- Los residuos generados en la explotación, considerando principalmente los de tipo vegetal (Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010) y el volumen de los mismos que no se recicla o se traslada a vertederos controlados (de acuerdo a los datos de la encuesta), que designamos por RD,

¹³ Seguimos aquí una estimación similar a la realizada en el caso del olivar por Gómez-Limón y Arriaza (2011).

¹⁴ Somos conscientes que para una aproximación más exhaustiva tendríamos que hacer una distinción por componentes de dichos fitosanitarios, en función de su riesgo. No obstante, este indicador aproximado también puede dar información general de los cambios hacia prácticas agrícolas más verdes, donde se produce una reducción generalizada de productos químicos.

$$RD^k = \frac{\text{Residuo}^k}{\text{Superficie}^k} \quad [20]$$

donde el volumen de residuos vegetales se mide en toneladas, obteniendo la cantidad por hectárea de cultivo.

5.2.3. Otros indicadores de productividad y socioeconómicos

Para analizar la influencia de determinadas características de la explotación y del sector sobre la eco-eficiencia, utilizamos una serie de variables obtenidas en la encuesta y de datos del sector.

a) Características e indicadores de la explotación:

- Mano de obra (L):

$$\frac{\text{Núm. de trabajadores}}{\text{Superficie}} \quad [21]$$

- Productividad aparente del trabajo (PAT):

$$\frac{\text{Valor añadido bruto}}{\text{Mano de obra}} \quad [22]$$

- Índice de adaptación (IA), construido *ad hoc* de la forma siguiente¹⁵:

$$IA = w_1 \text{ Tamaño} + w_2 \text{ Edad} + w_3 \text{ Formación} + w_4 \text{ Inversión} + w_4 \text{ Dedicación} \quad [23]$$

donde el Tamaño es una variable normalizada derivada de la superficie en hectáreas de la explotación, la Edad es una variable normalizada derivada de la edad del titular, la Formación es una variable normalizada derivada del grado de formación, la Inversión una variable normalizada a partir de la inversión cuantificada anualmente por

¹⁵ Seguimos un método de cálculo similar al realizado por Gómez-Limón y Arriaza (2011), pero adaptado a las características del sector hortofrutícola y con la inclusión de otras variables consideradas como relevantes en este caso.

hectárea y la Dedicación una variable que toma valores 0 si la dedicación es parcial y 1 si la dedicación es completa. Las ponderaciones (w) se realizan de acuerdo a la técnica descrita en la metodología (matriz de Saaty) con los pesos del panel de expertos. Dichas ponderaciones se recogen en cuadro siguiente.

Tabla 5. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice de adaptación (IA)

Variable	A	B	C	D	E		Porcentaje
Tamaño	1,00	0,82	0,68	0,39	0,47	$\lambda_{\max} = 5,180$	$w_1 = 11,3$
Edad	1,17	1,00	0,77	0,81	0,94	CI = 0,045	$w_2 = 16,6$
Formación	0,79	1,45	1,00	0,93	1,06	RI = 1,115	$w_3 = 23,9$
Inversión	1,62	1,29	1,48	1,00	1,97	CR = 4 %	$w_4 = 32,5$
Dedicación	0,33	0,73	0,56	0,61	1,00		$w_5 = 15,7$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia ($< 0,1$); RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

- Subvenciones (SUB):

$$\frac{\text{Subvenciones}}{\text{Valor añadido bruto}} \quad [24]$$

que mide las subvenciones totales en € sobre el indicador de renta generada en la explotación (valor añadido bruto).

- Indicadores relacionados con otras actividades del sector

- Asesoramiento de la industria auxiliar (AX):

$$\frac{\text{Asesoramiento (\%)}}{\text{Superficie}} \quad [25]$$

medido de acuerdo a las respuestas de las encuestas sobre el porcentaje recibido por la industria auxiliar.

- Índice de concentración de industrias auxiliares y de servicios (CAX), variable agregada estimada mediante el índice de Hirschman-Herfindahl¹⁶.
- Indicador de importancia de la industria auxiliar (IAX), variable normalizada medida a través de una ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).
- Pertenencia a una entidad asociativa de comercialización (AS), cooperativa o SAT, medido a través de una variable que toma valores 0 si no existe pertenencia y 1 si es socio de alguna de estas entidades de tipo cooperativo, tanto para la comercialización como para otra actividad, como es, por ejemplo, el suministro de factores productivos (las denominadas cooperativas de consumo).
- Asesoramiento de la entidad cooperativa (AC):

$$\frac{\text{Asesoramiento (\%)}}{\text{Superficie}} \quad [26]$$

- Indicador de productividad total en el sector de comercialización (PT), medido a partir de la productividad total de los factores, PTF (variable agregada), determinado en recientes estudios del sector (Galdeano-Gómez, 2010 y Rodríguez-Rodríguez et al., 2012).
- Indicador de la importancia de mecanismos de financiación local (IF), variable normalizada medida a través de una ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).
- Indicador de la importancia de centros de investigación especializados en el sector (ID) variable normalizada medida a través de una la ponderación de 1 a 5 indicada en la encuesta (apartado E).

¹⁶ Este índice se obtiene mediante la suma al cuadrado de la participación de todas las empresas en el mercado, de acuerdo a los datos de la Fundación Tecnova, de la forma siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_i}{V} \right]^2 = \sum_i Pm_i^2$$

Siendo: V_i = ventas de la empresa i ; V = ventas totales de las empresas de la muestra; Pm = participación de la empresa en el mercado. Dicho índice indica la mayor o menor concentración empresarial en el sector (estimándose que valores comprendidos entre 0 y 0,10 son indicativos de suficiente diversificación en el sector) y es utilizado también como indicador de aglomeración industrial (García Castro y Carranco Gallardo, 2008). Dada la heterogeneidad de actividades dentro de la industria auxiliar se ha estimado un índice para cada una de dichas subactividades, calculando posteriormente la media ponderada en función de la importancia relativa de cada una de ellas, tomando como referencia el trabajo de Céspedes Lorente *et al.* (2006).

- Indicador de competitividad internacional (EX), medido a través de la intensidad exportadora (variable agregada) del sector de la comercialización (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

En la Tabla 6 se exponen estadísticos descriptivos de las variables, en la que se ha excluido la variable AS, por ser de carácter cualitativo; sobre la misma hay que indicar que un porcentaje mayoritario (77,4 %) de los productores encuestados son socios de una cooperativa o Sociedad Agraria de Transformación. También, al objeto de homogeneizar los datos en las valoraciones de las variables IAX, IF e ID, se ha establecido la escala de valoración de 0,20 (=1) a 1,00 (=5). Adicionalmente, para las variables agregadas, PT y EX, solo se indica la media de los períodos considerados.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de determinados indicadores de productividad y socioeconómicos del sistema de la agricultura intensiva de Almería

Indicadores	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Mano de obra (L)	2,26	0,72	1,35	2,64
Productividad aparente del trabajo (PAT)	10,85	9,21	3,93	15,19
Índice de adaptación (IA)	0,79	0,47	0,48	0,94
Subvenciones (SUB)	0,02	0,01	0,01	0,02
Asesoramiento industria auxiliar (AX)	0,22	0,17	0,10	0,36
Concentración industria auxiliar (CAX)	0,07	0,00	0,07	0,08
Importancia industria auxiliar (IAX)	0,89	0,21	0,71	1,00
Asesoramiento cooperativa o SAT (AC)	0,45	0,28	0,00	0,61
Productividad en el sector de la comercialización (PT)	1,01	0,01	1,01	1,02
Importancia de los mecanismos de financiación locales (IF)	0,86	0,31	0,75	1,00
Importancia de la investigación local especializada (ID)	0,59	0,41	0,28	0,77
Indicador de competitividad internacional (EX)	0,62	0,01	0,62	0,63

5.2.4. Indicadores adicionales y modelo de análisis multiecuacional

Para esta parte del análisis vamos a considerar inicialmente una serie de variables e indicadores socioeconómicos, a partir de los cuales elaboraremos un índice sintético de dicha dimensión. Los indicadores a considerar se relacionan con la distribución de renta y el efecto en el desarrollo local. Los mismos son los siguientes:

- Mano de obra familiar y fija, LF, que se calcula como porcentaje de la mano de obra total (L, anteriormente estimada) de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Trabajadores fijos y miembros de la familia}}{\text{Mano de obra total}} \quad [27]$$

Aunque diversas actividades de la horticultura intensiva conlleven la contratación temporal, este ratio será indicativo de la generación de empleo estable, que se asocia con el desarrollo agrario sostenible. No obstante, utilizamos también la mano de obra total, L, como indicador de generación de empleo total para la elaboración del índice socio-económico.

- Productividad aparente del trabajo, anteriormente estimada en términos del valor añadido bruto (PAT), sobre el salario medio anual estimado en las encuestas (media familiar y trabajo contratado), que denominaremos como PTS. Este ratio nos indicará la desviación de la remuneración de la mano de obra en relación a su productividad, en función de que se obtenga un valor mayor o menor a la unidad.
- Probabilidad de continuidad de la explotación, PC (en sentido inverso, podría ser la posibilidad de abandono), considerando conjuntamente las respuestas del cuestionario, valorando con los porcentajes 0, 50 y 100 %, cuando las respuestas son «no», «tal vez» y «sí», respectivamente.
- Adicionalmente, un ratio relativo al sector de la comercialización, para estimar la desviación de la productividad aparente del trabajo (también medida en términos de valor añadido bruto por trabajador) en estas empresas (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012) sobre la renta per cápita media de los municipios con mayor especialización en horticultura intensiva¹⁷, ratio que denominamos por PTR. Este indicador, junto con el PTS descrito anteriormente consideramos que mostrarán aproximaciones del reparto equitativo de la renta generada en el sector. Al objeto de disponer de información individualizada en la construcción de nuestro panel de datos, se ha trabajado con los de cooperativas y SAT a las que indicaban estar asociados los product-

¹⁷ Los datos de la renta per cápita de dichos municipios fueron proporcionados por Analistas Económicos de Andalucía. Aunque el último año de esta información corresponde a 2008, se utiliza la renta media ponderada de ese año como cociente en los dos períodos considerados en nuestro estudio.

res en la encuesta y que al mismo tiempo estaban disponibles en la base de datos desarrollada en el estudio referenciado (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012). La actualización de dichos indicadores y la selección de explotaciones vinculadas a las entidades asociativas, nos ha llevado a trabajar con una muestra más reducida de 227 explotaciones hortofrutícolas, pero, que permite, por otra parte, disponer de datos individuales conectados al sector de la comercialización en origen.

La ponderación de cada uno de estos indicadores en el índice socioeconómico, que denominamos por ISE, se obtiene mediante la técnica de la matriz de Saaty descrita anteriormente. Los resultados se recogen en la Tabla A.1, del Anexo II.

En segundo lugar, se ha construido un indicador sintético o índice medioambiental, IAMB, con la misma muestra de explotaciones considerada en el índice anterior, a partir de la agregación de los indicadores de presión medioambiental, ecuaciones (16) a (20), utilizadas en el estudio de la ecoeficiencia. Debemos mencionar que dadas las características de los indicadores empleados (RH, RHV, BN, FT, RD), a la hora de determinar las distintas interrelaciones, los resultados esperados deben tener un signo negativo (coeficientes de las variables explicativas), en caso de que exista una influencia en la reducción de la presión medioambiental en la actividad hortofrutícola. La matriz de ponderaciones correspondiente a IAMB se muestra en la Tabla A.2. del Anexo II.

En tercer lugar se ha construido un índice de productividad-competitividad, IPRC, con determinados indicadores definidos anteriormente, pero referidos también aquí a la muestra reducida para disponer de datos individualizados. Los indicadores considerados son:

- La productividad aparente del trabajo en las explotaciones, PAT.
- La productividad total de los factores, PT, de las empresas de comercialización, ahora por empresa a la que están vinculadas las explotaciones.
- El indicador de intensidad exportadora, EX, también por entidad.
- Adicionalmente, se ha considerado el indicador de importancia otorgado a la industria auxiliar, IAX, resultante de las encuestas para las explotaciones seleccionadas en esta fase del estudio. La matriz de ponderaciones se muestra en la Tabla A.3, del Anexo II.

Los diferentes métodos de agregación empleados, siguiendo la metodología expuesta en el subapartado 5.1.2, muestran que el sistema multiplicativo o geométrico, resulta en los tres casos adecuado. En la Tabla 7 se muestran los estadísticos descriptivos de los indicadores sintéticos, incluyendo el test de normalidad de sus distribuciones, realizado mediante la prueba K-S (*Kolmogorov-Smirnov*), resultando no significativo (al 5 %) solo para el IPRC¹⁸.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de los indicadores sintéticos

Índices	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	K-S (p-valor)
ISE (socioeconómico)	0,437	0,122	0,269	0,609	2,815 (0,013)
IAMB (medioambiental)	0,381	0,205	0,172	0,580	5,427 (0,000)
IPRC (productividad-competitividad)	0,466	0,392	0,235	0,704	1,028 (0,089)

El análisis de interrelaciones se realiza mediante el desarrollo de un sistema de ecuaciones simultáneas, de acuerdo a lo expuesto el subapartado 5.1.3, cada una de ellas correspondiente a uno de los índices considerados, de la forma siguiente:

$$ISE_{it} = f1(IAMB_{it}, IPCR_{it}, X1_{it}) \quad [28]$$

$$IAMB_{it} = f2(ISE_{it}, IPCR_{it}, X2_{it}) \quad [29]$$

$$IPCR_{it} = f3(IAMB_{it}, IPCR_{it}, X3_{it}) \quad [30]$$

donde las interrelaciones cruzadas se determinan mediante la consideración de los tres índices tanto como variables endógenas como explicativas en las ecuaciones del sistema. Los vectores de variables explicativas o predeterminadas de cada ecuación (incorrelacionadas con el término de error de dicha ecuación) vienen identificados por $X1$, $X2$ y $X3$. Dado que existen diversos indicadores y variables candidatas a integrar dichos vectores trabajamos con pruebas de distintos subconjuntos para solventar el problema de sobreidentificación, como se detallará en el siguiente apartado de resultados.

¹⁸ Consideramos que esto se debe a la utilización de indicadores más heterogéneos que los empleados en los otros dos índices. En cualquier caso, para el análisis posterior de interrelaciones se requerirá una transformación adicional para el ajuste de normalidad, empleando en este caso el método de Box-Cox.

5.3. Estimaciones y resultados

5.3.1. Estimaciones e interpretación de la eco-eficiencia

La Tabla 8 muestra los resultados de la eco-eficiencia media total y la obtenida para cada una de las presiones medioambientales tomadas como referencia.

Tabla 8. Estimaciones de la eco-eficiencia en explotaciones hortofrutícolas

Ratios de eco-eficiencia	Media		Desviación típica		Máximo		Mínimo	
	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012
Eco-eficiencia (conjunta)	1,072	1,067	0,893	0,955	1,588	1,627	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RH}	1,054	1,050	0,907	1,026	1,347	1,320	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RHV}	1,118	1,113	1,035	1,042	1,806	1,944	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{BN}	1,042	1,044	0,970	1,006	1,370	1,419	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{FT}	1,075	1,073	1,003	0,904	1,641	1,615	1,000	1,000
Eco-eficiencia _{RDc}	1,290	1,294	1,322	1,151	2,117	2,138	1,000	1,000

* Subíndices: RH=consumo de agua; RHV=agua virtual; BN=balance de nitrógeno; FT=fitosanitarios; RD=residuos.

Los valores de ecoineficiencia obtenidos son en su mayoría cercanos a la unidad (el valor mínimo, que supondría una situación eco-eficiente), lo que indica que la presión medioambiental no es muy alta en términos medios, ya que esta solo podría reducirse un 7 % manteniendo el mismo nivel de valor añadido. Las presiones más bajas se han obtenido para el consumo de agua y el balance de nitrógeno, con un 5 y un 4 % respectivamente, lo que es indicativo de eficiente uso de fertilizantes y recursos hídricos, tal y como se viene detectando en algunos estudios (Tolón Becerra y Lastra Bravo, 2010), derivado también de la mejora en las tecnologías de riego durante los últimos años, que han permitido, además, un mejor control en las dosis de fertilizantes. El indicador relativo al agua virtual supone una presión de un 11 %, lo que estimamos que es consecuencia del alto porcentaje de producto exportado, en base al método de cálculo anteriormente expuesto. La presión medioambiental en el uso de fitosanitarios también muestra un valor reducido, en torno al 7 %, lo que se puede entender por el aumento del control biológico de plagas y el sistema de producción integrada, en general, adoptado de forma extensiva en las explotaciones hortofrutícolas almerienses en estos últimos años (Beltrán *et al.*, 2010). La situación más eco-ineficiente se detecta en el caso de los resi-

duos, indicando que podría reducirse la presión medioambiental derivada de los residuos en un 29 % manteniendo constante el valor añadido; pese a ello, como se expuso en el anterior apartado se viene haciendo un importante esfuerzo durante la última década, especialmente por parte las administraciones locales (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Ayuntamiento de Níjar, 2009), en el reciclaje y control de residuos, con la consiguiente reducción de impactos medioambientales.

Las estimaciones para los dos períodos son bastante similares, con variaciones poco significativas, aunque se observa una ligera reducción para la mayoría de las presiones medioambientales (mejora de eficiencia) en el segundo período de análisis considerado con relación al primero.

5.3.2. Análisis de interrelaciones

El estudio de efectos de otras variables de productividad y socio-económicas del conjunto del sector se ha realizado a partir de los resultados de eco-eficiencia obtenidos, considerando las presiones medioambientales individuales y los datos medios para los dos períodos. La Tabla 9 muestra las estimaciones obtenidas empleando el método de regresiones Tobit. Para una mayor comprensión de los resultados, los ratios de eco-eficiencia han sido considerados en términos negativos (multiplicados por -1); de esta forma un coeficiente positivo indicará que hay un efecto en la reducción del ratio (eco-ineficiencia), es decir, tiene una influencia positiva en la mejora de la eco-eficiencia (acercamiento a la unidad).

En general, los resultados obtenidos muestran la existencia de coeficientes significativos y positivos para la mayoría de las variables consideradas. Aunque hemos de tener cautela a la hora de interpretar los resultados,¹⁹ en términos del ratio de eco-eficiencia global (primera columna de resultados) podemos decir que la misma mejora cuando:

- Mejora la productividad del trabajo en la explotación (PAT), lo cual se relaciona con la especialización de la mano de obra en las técnicas requeridas en la producción hortofrutícola, y con el efecto global en el mejor uso de recursos productivos.

¹⁹ Particularmente, por la referencia a una serie temporal limitada a las últimas campañas del sector, lo que puede suponer un análisis relativamente estático.

Tabla 9. Resultados de las regresiones tobit sobre los ratios de eco-eficiencia

Variables	Eco-eficiencia	Eco-eficiencia _{RH}	Eco-eficiencia _{RHV}	Eco-eficiencia _{BN}	Eco-eficiencia _{FT}	Eco-eficiencia _{RD}
Constante	5,348*** (0,000)	7,028*** (0,000)	10,074*** (0,000)	6,155*** (0,000)	9,024*** (0,000)	5,008*** (0,000)
L	-0,003 (0,127)	-0,000 (0,205)	-0,005** (0,037)	-0,002** (0,048)	-0,001 (0,207)	-0,000 (0,152)
PAT	0,048*** (0,002)	0,015** (0,026)	0,004* (0,008)	0,031*** (0,000)	0,031*** (0,004)	0,022*** (0,001)
IA	0,115*** (0,000)	0,031*** (0,002)	0,016** (0,029)	0,179*** (0,001)	0,082*** (0,000)	0,068*** (0,005)
SUB	0,007 (0,144)	0,000 (0,109)	-0,000 (0,214)	0,000 (0,160)	0,000* (0,059)	0,000* (0,068)
AX	0,002 (0,308)	0,003** (0,012)	-0,000 (0,164)	0,000* (0,054)	0,006* (0,080)	0,020** (0,042)
CAX	0,006** (0,039)	0,040*** (0,007)	0,009** (0,028)	0,002** (0,017)	0,007** (0,025)	0,004** (0,033)
IAX	0,013*** (0,005)	0,021*** (0,000)	0,021** (0,033)	0,035*** (0,041)	0,014*** (0,002)	0,009*** (0,000)
AS	0,009** (0,011)	0,005** (0,033)	0,001** (0,040)	0,0010** (0,035)	0,008* (0,109)	0,008** (0,025)
AC	0,016*** (0,000)	0,007*** (0,004)	0,015*** (0,002)	0,006*** (0,000)	0,004** (0,026)	0,008*** (0,004)
PT	0,008** (0,020)	0,036** (0,042)	0,046** (0,017)	0,004** (0,003)	0,000** (0,017)	0,005** (0,021)
IF	0,007*** (0,004)	0,030*** (0,000)	0,022*** (0,006)	0,004*** (0,000)	0,005** (0,018)	0,013*** (0,005)
ID	0,001** (0,042)	0,005** (0,027)	0,001* (0,058)	0,000* (0,069)	0,000 (0,105)	0,004** (0,036)
EX	0,010*** (0,007)	0,006** (0,035)	0,009*** (0,002)	0,012** (0,037)	0,003** (0,016)	0,000** (0,029)
N	319	319	319	319	319	319
Log likelihood	486,08	355,20	194,65	479,81	277,40	352,77
LR χ^2	118,37***	104,81***	96,07***	117,29***	102,31***	110,04***
Pseudo-R ²	0,209	0,193	0,147	0,214	0,198	0,201

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: L=Mano de obra; PAT=Productividad aparente del trabajo; IA=Índice de adaptación; SUB=Subvenciones; AX=Asesoramiento de la industria auxiliar; CAX=Concentración de la industria auxiliar; IAX=Importancia de la industria auxiliar; AS=Socio de cooperativa o SAT; AC=Asesoramiento cooperativa o SAT; PT=Productividad en el sector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación locales; ID=Importancia de la investigación local especializada; EX=Indicador de competitividad internacional.

- Mejora el índice de adaptación (IA), para el cual los mayores pesos (Tabla 5) son los relativos a la inversión y formación. Asimismo, ello estaría también relacionado con la mayor productividad de la mano de obra.
- Mejora la concentración de empresas auxiliares (CAX) y la importancia que se estima tienen las mismas (IAX), lo que se deriva de la disponibilidad de recursos y servicios suministrados de forma local, así como la diversidad del sector auxiliar, con las características de *cluster* en determinadas actividades y distrito industrial de forma general en este ámbito (Aznar-Sánchez y Galdeano-Gómez, 2011).
- Aumenta con la pertenencia y con el asesoramiento que prestan las entidades de tipo asociativo (AC y AS), incluyendo tanto las de comercialización como las de suministro de factores productivos, lo que se deriva, además, de que el mayor porcentaje de asesoramiento se recibe de estas entidades cuando el productor manifiesta ser socio de las mismas. Esta interrelación se ha detectado también en estudios similares para otros subsectores agrarios (Sánchez Fernández, 2009).
- Aumenta con la productividad del sector de la comercialización (PT), lo que muestra el encadenamiento con esta actividad, no solo en términos económicos, sino también en la mejora de eficiencia global y rendimiento medioambiental (Galdeano Gómez y Godoy Durán, 2012).
- Aumenta con la importancia que se concede a los mecanismos de financiación local (IF) y la investigación especializada (ID), aunque esta última con un menor nivel de significación. Dichos resultados pueden resultar evidentes en estos últimos años de restricción financiera general y por la necesidad de innovación, como mecanismo para la búsqueda de soluciones a los problemas actuales.
- Aumenta también con la intensidad exportadora del sector (EX), ya que como se expuso en el apartado 4, viene actuando como un factor promotor de adaptación para mejorar la eficiencia del sector en términos generales (Galdeano-Gómez, 2010; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012).

Por otra parte, no se producen mejoras en la eco-eficiencia por el aumento de la mano de obra por unidad de superficie (L), entendiendo que puede

ser debido a que esto indica una reducción en la productividad del trabajo o que la misma puede estar poco especializada, como ha venido ocurriendo en los últimos años con la contratación temporal de trabajadores extranjeros (Aznar-Sánchez *et al.*, 2011). En el caso de las subvenciones (SUB), aunque muestra un coeficiente positivo, el mismo no resulta significativo.

En cuanto a los ratios de eco-eficiencia desglosados por las presiones medioambientales consideradas, los resultados alcanzados son, en general, similares a los obtenidos para la eficiencia global. Respecto a los indicadores de explotación, dichas eco-eficiencias mejoran con el incremento en la productividad (PAT) y en el índice de adaptación (IA). Las subvenciones (SUB) solo resultan significativas, aunque solo al 10 % de nivel de significación, para la mejora de ratios relativos a fitosanitarios y gestión de residuos, lo que estimamos que se debe a que buena parte de dichas subvenciones (principalmente a través de los Programas Operativos de la UE) van dirigidas a la adopción de sistemas integrados, con la consiguiente menor utilización de químicos, y a la reducción del impacto medioambiental derivado de los residuos. Respecto a los indicadores relativos a otras actividades dentro del modelo hortofrutícola almeriense, resultan también con coeficientes significativos los correspondientes a la industria auxiliar (principalmente, CAX e IAX), a las entidades asociativas y sector de la comercialización, a los servicios financieros (IF) y al indicador de intensidad exportadora (EX), corroborando, como se ha descrito en apartados anteriores, la existencia de interrelaciones en el conjunto de actividades del sector y ciertos efectos sinérgicos desde el punto de vista de la sostenibilidad.

5.3.3. Interrelaciones multidimensionales

El sistema de ecuaciones simultáneas propuesto con los indicadores sintéticos, ecuaciones (27), (28) y (29), se estima inicialmente siguiendo el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Se trata de un estimador de variables instrumentales que utiliza como instrumentos las variables endógenas estimadas²⁰ (en una primera etapa con mínimos cuadrados) y un vector de variables explicativas o predeterminadas. En la composición de los vectores X_1 , X_2 y X_3 , se han considerado diversas variables, en su mayoría ya estimadas para la muestra total, de la forma siguiente:

²⁰ El uso de variables endógenas estimadas en una segunda etapa asegura que estas estén no correlacionadas con los términos de error. Se ha considerado este método teniendo en cuenta también la limitación temporal de nuestro panel de datos, puesto que otra técnica de estimación con variables instrumentales, como es el MGM, exige normalmente la utilización de variables desfasadas (uno o varios períodos) para construir el vector de instrumentos.

- En la ecuación del índice socio-económico (ISE) se han incluido como variables explicativas el índice de adaptación, IA, el empleo o mano de obra en las empresas de comercialización (en número de trabajadores, fijos y temporales, por año completo), LC, la importancia de mecanismos de financiación locales, IF.

El signo esperado de los parámetros de dichas variables debe ser positivo, por los efectos en mejora socio-económica del sector.

- En la ecuación del índice medioambiental (IAMB) se han considerado los indicadores de eco-eficiencia conjunta, EFT, el rendimiento medioambiental en las empresas de comercialización (siguiendo el método de cálculo utilizado para este indicador en el trabajo de Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2012), RMC, el porcentaje de producción con control integrado, ecológica o con algún sistema de control medioambiental, ECO, variable normalizada determinada a partir de la información de las encuestas.

En este caso, dada la composición del índice mediante los ratios de presión medioambiental, el signo esperado de los parámetros de dichas variables ahora debe ser negativo, por los efectos en la reducción del impacto sobre el medio ambiente.

- Por último, en la ecuación del índice de productividad-competitividad (IPRC) se han incluido como variables predeterminadas la inversión por explotación, IE (variable normalizada a partir de la inversión cuantificada anualmente por hectárea), el rendimiento de la explotación, RE (medido en kilogramos por hectárea), el ratio de cambio tecnológico en las empresas de comercialización TEC (estimado siguiendo el trabajo de Galdeano-Gómez, 2008), así como la importancia de especialización en investigación sobre el sector, ID.

El signo esperado de los parámetros de dichas variables debe ser positivo, por los efectos en la mejora de la productividad y la competitividad del sector.

Tabla 10. Estimación del sistema de ecuaciones simultáneas (método MC2E)

V. Endógenas	ISE (i)	IAMB(i)	IPRC(i)	ISE (ii)	IAMB(ii)	IPRC(ii)
V. Explicativas						
Constante	3,558*** (0,000)	2,629*** (0,000)	2,811*** (0,000)	3,215*** (0,000)	4,063*** (0,000)	3,092*** (0,000)
ISE		-0,131*** (0,002)	0,704*** (0,000)		-0,087** (0,031)	0,505*** (0,001)
IAMB	-0,041** (0,037)		-0,538*** (0,001)	-0,027** (0,040)		-0,613*** (0,000)
IPRC	0,207*** (0,003)	-0,917*** (0,000)		0,169*** (0,004)	-0,844*** (0,000)	
IA	1,015*** (0,000)	-0,240*** (0,001)	0,761*** (0,000)	1,206*** (0,000)	-0,535*** (0,002)	0,840*** (0,001)
LC	0,159*** (0,001)	0,008 (0,205)	-0,002 (0,130)			
IF				0,094*** (0,002)	-0,013 (0,109)	0,119** (0,053)
EFT ^a	0,016** (0,027)	-1,306*** (0,000)	0,514*** (0,000)	0,038* (0,056)		
RMC	0,012 (0,104)	-0,835*** (0,000)	0,169*** (0,003)		-0,437** (0,025)	1,017*** (0,000)
ECO				0,063** (0,021)	-1,006*** (0,001)	0,229** (0,061)
IE	0,032* (0,059)	-0,162*** (0,004)	0,248*** (0,002)			
RE	0,601*** (0,004)	-0,051* (0,069)	0,093** (0,024)	0,726*** (0,000)	0,008 (0,209)	0,072** (0,066)
TEC	0,320** (0,016)	-0,109** (0,032)	1,006*** (0,000)	0,249** (0,037)	-0,351*** (0,002)	2,013*** (0,000)
ID				0,020* (0,074)	-0,133** (0,004)	0,108*** (0,004)
N	227	227	227	227	227	227
R ² (ajustado)	0,579	0,641	0,704	0,583	0,608	0,669
Sargan (Prob.>c ²)	0,130	0,085	0,092	0,206	0,076	0,152
F (efectos fijos)	71,104***	92,225***	108,319***	73,820***	88,216***	95,473***

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: ISE=Índice socio-económico; IAMB=Índice medioambiental; IPR=Índice de productividad-competitividad; IA=Índice de adaptación; LC=Mano de obra en el subsector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación local; EFT=Eco-eficiencia total (en valores negativos); RMC=Rendimiento medioambiental en empresas de comercialización; ECO=Porcentaje de producción con control biológico-medioambiental; IE=Inversión en explotación; RE=Rendimiento de producción en explotación; TEC=Cambio tecnológico en empresas de comercialización; ID=Importancia de investigación especializada en el sector.

La consideración de este conjunto de variables, sin embargo, plantea el inconveniente de la existencia de ecuaciones sobreidentificadas, es decir, más

variables predeterminadas que las variables endógenas utilizadas como explicativas. Por ello, se han hecho múltiples pruebas de estimación utilizando combinaciones lineales de dichas variables para determinar los vectores $X1$, $X2$ y $X3$. La validez de los instrumentos en cada estimación se ha contrastado utilizando el test de Sargan (Sargan y Bhargava, 1983). Adicionalmente, como simplificación, se ha considerado un panel de datos de efectos fijos; no obstante, dicha consideración se ha contrastado con el estadístico F de Snedecor. En el cuadro siguiente se muestran los resultados de las dos estimaciones [(i), (ii)] que mostraron mejor ajuste, de acuerdo a los estadísticos indicados y al estadístico R^2 ajustado.

Los resultados obtenidos muestran la significación de la mayoría de los parámetros estimados y con el signo esperado. Especialmente, se aprecia la existencia de efectos significativos entre los índices agregados. Así, el índice socio-económico mejora con la reducción de presiones medioambientales y con el incremento de la productividad-competitividad, mostrando este último, también como cabía esperar, mayor efecto (reflejado por el mayor nivel de significación) sobre los componentes económicos y sociales reflejados a través de índice ISE. Por su parte, el índice medioambiental se ve influido negativamente (reducción de presiones sobre los recursos y entorno natural) por los incrementos en los índices socio-económico y de productividad-competitividad, reflejando los efectos sinérgicos de estas variables para mejorar la gestión de recursos y la reducción de externalidades. Del mismo modo, la productividad y competitividad mejora con el incremento en el índice socio-económico y con las reducciones en las presiones medioambientales, evidenciando también los efectos cruzados o de sinergia entre las variables dimensionales consideradas aquí como indicativas de la sostenibilidad.

Respecto a las variables incluidas como predeterminadas, mencionar, entre los resultados más destacados para el modelo de ecuaciones (i), la influencia significativa del índice de adaptación (IA), la eco-eficiencia (EFT) y los indicadores asociados a la inversión y mejora tecnológica (IE y TEC), estos últimos especialmente sobre los índices medioambiental y de productividad-competitividad. En cuanto al segundo modelo expuesto (ii), se observan también los efectos significativos de los mecanismos de financiación local (IF), sobre todo en el índice socio-económico, así como el porcentaje de producción de control integrado-ecológica (ECO) y los servicios de investigación (ID) sobre el índice medioambiental y el de productividad-competitividad respectivamente.

Posteriormente, se ha realizado la estimación del sistema de ecuaciones mediante el método de mínimos cuadrados en tres etapas, MC3E, el cual permite optimizar la estimación ante la existencia de posibles correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones simultáneas (Novales, 1996).²¹ Los resultados se recogen la Tabla A.4 del Anexo II y muestran bastante similitud con los obtenidos en la Tabla 9, observando tan solo relativas disminuciones de significación para algunos parámetros, posiblemente motivadas por la eliminación de correlaciones presentes entre los residuos del sistema en las estimaciones anteriores. En cualquier caso, los resultados obtenidos evidencian de nuevo ciertos efectos sinérgicos entre los índices elaborados desde la perspectiva de la sostenibilidad multidimensional en el sector objeto de este estudio.

6. Conclusiones, extensiones e implicaciones políticas

La sostenibilidad representa, hoy en día, una de las principales preocupaciones de los analistas y agentes políticos involucrados en el desarrollo regional. La agricultura, al igual que otros sectores productivos, se enfrenta a este gran reto, pero con la connotación adicional de ser el principal proveedor de alimentos y otros productos básicos, que al mismo tiempo está estrechamente relacionado con los recursos naturales y factores socio-económicos en el desarrollo de muchas áreas rurales.

Pese a este papel relevante, en el contexto actual de internacionalización y concentración en el sistema agroalimentario, así como de estrategias regionales dirigidas hacia una diversificación productiva más que a una multifuncionalidad en la práctica de la actividad agraria (como es el caso de la política rural europea en las últimas décadas), se viene cuestionando la capacidad de la agricultura para afrontar los retos de sostenibilidad en un entorno ampliamente competitivo, especialmente sin el adecuado apoyo público. Sin embargo, a diferencia de muchos estudios que tienden a identificar el reducido protagonismo del sector agrario para estimular un desarrollo sostenible, el presente trabajo muestra el papel singular que viene teniendo la horticultura intensiva en Almería a la hora de afrontar los diferentes retos desde el punto de vista multidimensional.

En primer lugar, a través del estudio de caso, con la revisión de datos y análisis en diversas áreas, se ofrece una visión integrada de las particularidades

²¹ Este método consiste, básicamente, en la obtención de los vectores de residuos resultantes de la estimación por MC2E, y proceder a estimar en una tercera etapa el sistema mediante Mínimos Cuadrados Generalizados.

de la horticultura almeriense que han propiciado sus contribuciones económicas, medioambientales y sociales. Entre otras, se desprende:

- La capacidad de este sector para generar crecimiento y autosostenimiento desde el punto de vista económico, mostrando signos de adaptación y competitividad, tanto en el mercado nacional como en el internacional.
- El uso de recursos de forma eficiente y la tendencia hacia prácticas más agro-ecológicas, que muestran signos de eco-eficiencia y eco-innovación, aspectos fundamentales de la sostenibilidad medioambiental (intensificación agraria sostenible).
- Al mismo tiempo, y como una de las características más relevantes, hemos obtenido que los componentes anteriores se han generado de forma paralela a la dimensión social y el desarrollo multifuncional de la actividad agraria. La principal razón es que esta horticultura se ha gestado sobre la base de explotaciones y empresas de tipo familiar, que han permitido, además, una redistribución de la renta y el bienestar económico en un amplio segmento de la población almeriense.
- También, esa estructura ha permitido generar, con carácter esencialmente endógeno, organizaciones y empresas para la comercialización y servicios auxiliares (entre ellos los financieros), que han permitido reforzar el capital social, la adaptación a los requerimientos de los mercados y aumentar la resiliencia del sistema en su conjunto.
- Adicionalmente, esta visión holística de la horticultura almeriense nos muestra la existencia de interrelaciones y efectos sinérgicos entre los distintos componentes del desarrollo sostenible, sin los cuales no se entendería la superación de los retos y los resultados alcanzados.

En segundo lugar, el análisis estadístico-econométrico realizado, basado en una serie de indicadores productivos, medioambientales y socioeconómicos, ha permitido obtener diversas evidencias sobre las sinergias generadas desde esa perspectiva multidimensional. Entre los principales resultados obtenidos destacan los siguientes:

- Los indicadores de eco-eficiencia obtenidos son muy cercanos al nivel mínimo (la unidad o mínima eco-ineficiencia), mostrándonos la

existencia de un alto equilibrio entre los componentes productivos y medioambientales. La existencia de reducidas presiones medioambientales es indicativa de un uso eficiente de recursos naturales, entre los que destacan el agua y los fertilizantes, así como la reducción en el empleo de fitosanitarios. No obstante, se requiere un mayor esfuerzo en la gestión de algunos residuos, que viene siendo objeto de acciones tanto por parte del sector productivo como de las administraciones locales en los últimos años.

- Los resultados del análisis de interrelación de la eco-eficiencia con otros indicadores productivos y socio-económicos, nos proporcionan evidencias de los efectos positivos que tienen sobre el balance productivo-medioambiental la capacidad de adaptación de las explotaciones familiares, la productividad tanto en producción como en comercialización, la intensidad exportadora, los servicios de la industria auxiliar, los mecanismos de financiación y la innovación locales, así como el reducido impacto de las subvenciones que se reciben a nivel de producción.
- Por último, el estudio de interrelaciones entre índices dimensionales, de carácter socio-económico, medioambiental y de productividad-competitividad, nos han proporcionado evidencias sobre efectos cruzados positivos entre los diversos componentes. Los resultados obtenidos nos muestran la influencia en la reducción de presiones sobre los recursos naturales a medida que mejoran los indicadores de productividad y competitividad, así como los socio-económicos. También, como hay incrementos en la productividad-competitividad con la mejora socio-económica y la eficiencia en la gestión medioambiental.

Pese a las limitaciones del estudio empírico, basado en una serie de indicadores tomando como referencia principal una muestra de explotaciones, y en un tercer análisis también de empresas de comercialización, así como la reducida temporalidad de los datos, referidos solo a las últimas campañas, se obtienen determinadas evidencias sobre interrelaciones positivas o efectos sinérgicos entre las dimensiones de sostenibilidad. Desde el punto de vista metodológico, además, consideramos que se aportan métodos para un análisis más integral de los sistemas agrarios, no solo desde los componentes del desarrollo sostenible, sino también desde la visión del conjunto de actividades que conforman el sistema. No obstante, futuros trabajos pueden ir encaminados

a profundizar en este sistema de interrelaciones, especialmente en el complejo de explotaciones familiares-empresas de comercialización-industria auxiliar, así como al encadenamiento con otros factores sociales y medioambientales del sector.

Las implicaciones de tipo político consideramos que, principalmente, se deben derivar de esta visión holística ofrecida de la horticultura almeriense. De esta forma, no solo la relevancia socio-económica y de competitividad deben ser elementos a tener en cuenta, en el contexto de la crisis actual, para la consideración de un sector estratégico, sino que, además, puede ser referente práctico en la implementación de programas y políticas de sostenibilidad en otros contextos.

Del mismo modo, en el plano internacional, los proyectos de traslación del denominado «modelo de Almería», deben de tener en cuenta esta visión integrada, de contribuciones económicas, sociales y medioambientales, adaptada a sus entornos específicos, que este modelo puede proporcionar para el desarrollo agrario sostenible.

Anexos

Anexo I. Algunos proyectos internacionales de traslación del «modelo Almería»

Los proyectos conocidos tienen connotaciones y problemáticas diferentes:

- En el caso de México, en el Estado de Sinaloa (líder en las exportaciones hortícolas del país), se comenzó hace ya casi dos décadas con la aplicación de la técnica de los invernaderos, similares a los de Almería, para la producción hortícola. Sin embargo, las técnicas de producción están basadas en el uso de agro-químicos y apenas se han introducido prácticas más respetuosas con el medio ambiente. Adicionalmente, la producción se desarrolla en medianas y grandes empresas, lo que no ha permitido un desarrollo socio-económico amplio (Carton de Grammont y Lara Flores, 2010) ni tampoco se ha podido constituir un cluster agro-industrial que contribuya a la generación de capital social ni desarrollo tecnológico endógeno (Maya-Ambía, 2011). En el Estado de Zacatecas, el proyecto es más reciente y orientado sobre todo al desarrollo de industrias y servicios auxiliares (Fundación Tecnova, 2008). Estos cambios se consideran importantes, pero necesitan soportarse también con estructuras comerciales y de organización del sistema de producción.
- En el caso de Marruecos, la principal zona productora y exportadora de hortalizas en invernadero se encuentra en Agadir (región de Souss-Massa) y su desarrollo tuvo lugar a partir de la década de 1980. Se emplean invernaderos de plástico similares a los de Almería pero su fuerte dinamismo está vinculado a la llegada de capital extranjero fundamentalmente francés. Apenas si se han aplicado prácticas respetuosas con el medio ambiente teniendo un gran problema con

la salinización de sus acuíferos. Además, las grandes empresas de capital extranjero utilizan personal y tecnología de sus propios países de manera que no contribuyen al desarrollo de capital humano ni tecnológico de Marruecos (Aznar-Sánchez, 2006). El resultado de esta configuración es que se está produciendo una exclusión de los pequeños productores locales, puesto que tienen limitado el acceso a la tecnología, financiación y canales de exportación y al no estar organizados a través de cooperativas están desapareciendo (Bensalk *et al.*, 2011).

- En el caso de Chile y Perú (Arica y Tacna, respectivamente), la traslación se está realizando en base a condiciones climatológicas parecidas a las de Almería. De este modo, la construcción de invernaderos con estructura sencilla y la aplicación de algunas técnicas de producción hortícola están teniendo buenos resultados desde el lado productivo. La principal limitación de estas regiones son los recursos hídricos, por lo que las técnicas de ahorro de agua y cultivos sin suelo también se están aplicando. No obstante, las explotaciones en el caso de Perú se están desarrollando por parte de grandes explotaciones y empresas, lo que reduce su impacto socio-económico. Por su parte, en el caso de Chile, puede haber efectos de sostenibilidad más amplios, dada su estructura basada en medianas y pequeñas empresas y hay un creciente interés por la organización de entidades cooperativas (Mazuela y Cabrales, 2000).
- En el caso de Bolivia, en el Departamento de Chuquisaca, se están aplicando, durante los últimos años, algunas técnicas de horticultura intensiva en invernaderos, con estructuras de producción basadas también en medianas y pequeñas explotaciones, lo que puede representar un efecto socio-económico importante. No obstante, existe una relevante ausencia de cultura organizativa aún para la generación de un capital social. Por ello, recientemente se están creando centros de formación e investigación ligados a la horticultura, que pueden aumentar la capacidad de desarrollo sostenible de los pequeños productores (Salinas Andújar, 2007).

- En el caso de China, en las áreas de Beijing y Kunming, la principal iniciativa gubernamental ha ido encaminada a aplicar las técnicas de horticultura intensiva similares a las de Almería, en cooperativas estatales y explotaciones familiares, con el objetivo principal de mejorar la productividad dada la baja rentabilidad y uso abundante de mano de obra (García Lorca, 2005; Galdeano-Gómez y Godoy-Durán, 2010). Pero, la implementación se está haciendo con técnicas productivas más convencionales (con el empleo de fitosanitarios y productos agro-químicos) ante la necesidad de aumentar rápidamente el volumen de producción agroalimentaria. Por otra parte, se observa un impacto positivo desde el punto de vista socio-económico mayor en las empresas familiares que en las explotaciones estatales (García Lorca, 2005).

En general, la problemática principal de los distintos proyectos es la traslación basada solo en la tecnología y prácticas hortícolas o de determinados servicios ligados a esta agricultura. De este modo, es importante la visión multidimensional y los posibles efectos sinérgicos que se generan para que se pueda alcanzar una sostenibilidad a largo plazo.

Anexo II. Cuadros estadísticos de estimaciones complementarias

Tabla A.1. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice Socio-Económico (ISE)

Indicador	A	B	C	D	E		Porcentaje
LF	1,00	2,08	1,57	2,31	1,38	$\lambda_{\max} = 4,866$	$w_1 = 35,1$
L	0,26	1,00	0,18	0,44	0,29	CI = 0,034	$w_2 = 10,4$
PTS	0,69	1,16	1,00	1,18	0,72	RI = 1,115	$w_3 = 17,9$
PC	0,58	1,25	0,59	1,00	0,36	CR = 3 %	$w_4 = 14,2$
PTR	0,63	1,37	0,82	1,42	1,00		$w_5 = 22,4$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia ($< 0,1$) y RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: LF= Mano de obra familiar y fija; L=Mano de obra (total); PTS=Productividad aparente del trabajo sobre salario medio; PC=Probabilidad de continuidad de la explotación; PTR=Productividad aparente del trabajo en empresas de comercialización sobre renta per cápita media.

Tabla A.2. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice Medioambiental (IAMB)

Indicador	A	B	C	D	E		Porcentaje
RH	1,00	1,74	1,29	2,56	2,01	$\lambda_{\max} = 5,150$	$w_1 = 26,2$
RHV	0,38	1,00	0,27	0,62	0,31	CI = 0,041	$w_2 = 9,8$
BN	0,55	1,12	1,00	1,54	0,84	RI = 1,115	$w_3 = 18,4$
FT	0,42	0,83	0,66	1,00	1,35	CR = 4 %	$w_4 = 23,6$
RD	0,61	1,02	0,75	0,9	1,00		$w_5 = 22,00$

* CI: índice de consistencia; CR: ratio de consistencia ($< 0,1$) y RI: ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: RH=consumo de agua por hectárea; RHV=consumo de agua virtual; BN=balance de nitrógeno; FT=uso de fitosanitarios; RD=volumen de residuos (no reciclados o no enviados a vertederos controlados).

Tabla A.3. Matriz de Saaty de ponderaciones agregadas del Índice de Productividad-Competitividad (IPRC)

Indicador	A	B	C	D		Porcentaje
PAT	1,00	0,86	1,17	2,25	$\lambda_{\max} = 4,086$	$w_1 = 38,5$
PT	0,53	1,00	1,33	0,66	CI = 0,021	$w_2 = 25,2$
EX	0,37	0,74	1,00	2,07	RI = 0,882	$w_3 = 19,6$
IAX	0,31	0,42	0,46	1,00	CR = 2 %	$w_4 = 16,7$

* CI es el índice de consistencia, CR el ratio de consistencia ($< 0,1$) y ir un ratio fijo en función del número de parámetros.

Nomenclatura: PAT = Productividad aparente del trabajo; PT = Productividad total de los factores en empresas de comercialización; EX = Indicador de competitividad internacional (intensidad exportadora en comercialización); IAX = Importancia de la industria auxiliar local.

Tabla A.4. Estimación del sistema de ecuaciones simultáneas (método MC3E)

V. Endógenas	ISE (i)	IAMB(i)	IPRC(i)	ISE (ii)	IAMB(ii)	IPRC(ii)
V. Explicativas						
Constante	4,118*** (0,000)	2,804*** (0,000)	3,105*** (0,000)	4,133*** (0,000)	5,002*** (0,000)	2,838*** (0,000)
ISE		-0,106*** (0,004)	0,594*** (0,001)		-0,064** (0,040)	0,310*** (0,004)
IAMB	-0,016** (0,042)		-0,469*** (0,003)	-0,018** (0,037)		-0,716*** (0,000)
IPRC	0,163*** (0,004)	-0,797*** (0,001)		0,124*** (0,001)	-0,715*** (0,002)	
IA	0,957*** (0,000)	-0,205** (0,028)	0,473*** (0,001)	1,055*** (0,001)	-0,370** (0,031)	0,692*** (0,002)
LC	0,066** (0,025)	0,011 (0,170)	-0,035* (0,082)			
IF				0,208*** (0,000)	-0,008 (0,210)	0,104** (0,062)
EFT ^a	0,009** (0,031)	-1,417*** (0,000)	0,390** (0,017)	0,019* (0,082)		
RMC	0,038 (0,215)	-0,752*** (0,000)	0,106*** (0,004)		-0,406** (0,038)	1,202*** (0,000)
ECO				0,046* (0,057)	-0,922*** (0,003)	0,214** (0,080)
IE	0,029* (0,068)	-0,135*** (0,004)	0,210** (0,036)			
RE	0,247** (0,036)	-0,026* (0,075)	0,152*** (0,003)	0,461** (0,020)	0,036 (0,165)	0,094** (0,058)
TEC	0,283** (0,022)	-0,101** (0,042)	0,953*** (0,000)	0,140** (0,052)	-0,403*** (0,001)	1,836*** (0,001)
ID				0,008* (0,086)	-0,066* (0,080)	0,079** (0,058)
N	227	227	227	227	227	227
R ² (ajustado)	0,508	0,616	0,680	0,552	0,591	0,635
Sargan (Prob.>c ²)	0,126	0,092	0,097	0,144	0,083	0,130
F (efectos fijos)	70,315***	91,407***	103,451***	75,917***	88,057***	93,812***

Nivel de significación: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Nomenclatura: ISE=Índice socio-económico; IAMB=Índice medioambiental; IPR=Índice de productividad-competitividad; IA=Índice de adaptación; LC=Mano de obra en el subsector de la comercialización; IF=Importancia de los mecanismos de financiación local; EFT=Eco-eficiencia total (en valores negativos); RMC=Rendimiento medioambiental en empresas de comercialización; ECO=Porcentaje de producción con control biológico-medioambiental; IE=Inversión en explotación; RE=Rendimiento de producción en explotación; TEC=Cambio tecnológico en empresas de comercialización; ID=Importancia de investigación especializada en el sector.

Anexo III. Encuesta a explotaciones hortofrutícolas

Desde la Universidad de Almería estamos realizando unas encuestas para determinar cómo ha contribuido la agricultura intensiva de hortalizas a mejorar cuestiones económicas y sociales, con prácticas que respetan el medio ambiente en la provincia.

Las respuestas de este cuestionario son anónimas y se utilizarán de forma estrictamente confidencial para el análisis propuesto.

Le agradeceríamos nos dedicara unos minutos.

Nº encuesta: _____ Lugar (Municipio o Comarca): _____

Fecha: ____ / ____ / ____

A- DATOS DE LA EXPLOTACIÓN - GENERAL

A1. Superficie de cultivo: _____ hectáreas invernadero (o metros cuadrados)

Otros (p.ej. aire libre): _____ hectáreas (o metros cuadrados)

A2. Forma parte de una Cooperativa o SAT:

No Sí ¿Cuál? _____

A3. Si la respuesta anterior es «no», vende su producto a través de:

Alhóndiga: _____ % Otra empresa de comercialización: _____ %

Por su cuenta: _____ %

B- DATOS DE LA PRODUCCIÓN

B1. Productos y rendimientos (Media de la campaña anterior y actual)

Cultivo	Superficie (ha o m ² o %)	Volumen (kg)	Rendimiento (kg/m ²) (A calcular por el analista)	Costes de producción (no inversión en estructuras y otros)	Valor de la producción
Total				€	€
Tomate				€	€
Pimiento				€	€
Pepino				€	€
Berenjena				€	€
Calabacín				€	€
Melón				€	€
Sandía				€	€
Judía				€	€
Otros (especificar):				€	€

B2. Sistema de producción

Cultivo	Producción Integrada (Control biológico) ha o m ²	Ecológico (ha o m ²)	Tradicional (ha o m ²)	Otros (ha o m ²)
Total				
Tipos de cultivo: <i>Tomate</i> <i>Pimiento</i> <i>Berenjena</i>				

C- DATOS SOCIOECONÓMICOS

C1. Edad del titular: ____ años (hombre/mujer)

C2. Formación general

- Sin estudios Educación secundaria
 Educación primaria Estudios universitarios

C3. Formación agraria (se pueden marcar varios)

- Experiencia propia Formación profesional agraria
 Conocimientos de padres y familiares Cursos específicos (IFAPA, universidad, otros)

C4. ¿Tiene otra actividad distinta a la agricultura? Sí No

C5. Si tiene otra actividad (especificar: _____), **¿qué parte de su renta depende de la agricultura?** ____ %

C6. Mano de obra «familiar»

Tipo	Número de trabajadores	Tiempo: nº días/año
Sin remunerar (titular, hijos,...)		
Contratado fijo		
Contratado eventual		

Remuneración media mensual: _____ €

C7. Mano de obra «asalariada»

Tipo	Número de trabajadores	Tiempo: nº días/año
Contratado fijo		
Contratado eventual		

Remuneración media mensual: _____ €

C8. Cuando se jubile, ¿algún hijo o familiar continuará con su explotación?

No Sí Tal vez

C9. Cuando se jubile, si no hay continuidad familiar, ¿hay posibilidad de que continúe su explotación con alquiler u otras fórmulas?

No Sí Tal vez

D- USO DE RECURSOS PRODUCTIVOS Y RESIDUOS

D1. Consumo de agua

Tipo de sistema	Superficie en ha o m ²	Consumo por campaña en hectómetros cúbicos o metros cúbicos (hm ³ o m ³)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D2. Fertilizantes

Tipo de sistema	Superficie (ha o m ²) (No es necesario si ha contestado en la anterior)	Nitrógeno/nitratos (kg/ha)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D3. Otros fertilizantes y químicos que considere importantes

Tipo de sistema	Superficie (ha o m ²) (No es necesario si ha contestado en la anterior)	_____ (kg/ha)
Hidropónico		
Goteo		
Con suelo		

D4. Gestión de residuos

Tipo	Destino de plantas de reciclaje (%)	Vertederos controlados (%)	Destrucción propia (ganado y otros) (%)
Vegetales			
Plásticos			
Sustratos			
Envases de productos fitosanitarios			
Otros (especificar: envases de campo, de comercialización, etc.)			

E- OTROS DATOS DE INTERÉS

E1. Inversión anual en mejora tecnológica: _____ €

Detalle las principales y % de importancia:

Sistema de producción (control biológico y otras)	_____ %
Sistema de riego	_____ %
Estructuras de invernadero	_____ %
Formación personal o familiar	_____ %
Otras (especificar)	_____ %

E2. Subvenciones recibidas por hectárea

Programas operativos	_____ euros/ha
Otras	_____ euros/ha

E3. Asesoramiento recibido

Asesoramiento de la Cooperativa o SAT	_____ %
Asesoramiento de otra empresa de comercialización	_____ %
Asesoramiento de otras empresas (industria auxiliar) del sector	_____ %

E4. Valore en importancia de 1 a 5 la relevancia que pueden tener:

Empresas locales para el suministro de recursos y servicios

1 2 3 4 5

Servicios financieros locales (Cajamar, cooperativa o SAT, alhóndiga, etc.)

1 2 3 4 5

Centros de Investigación (IFAPA, Universidad, Las Palmerillas, etc.)

1 2 3 4 5

¡Muchas gracias por su colaboración!

Referencias bibliográficas

- ALLAHDADI, F. (2011): «The contribution of agricultural cooperatives on poverty reduction: a case study of Marvdasht, Iran»; *Journal of American Science* 7(4); pp. 22-25.
- ALLAN, J. A. (1999): «Virtual water: a strategic resource global solutions to regional deficits»; *Ground Water*, 36(4); pp. 545-546.
- ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA (VARIOS AÑOS): *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía, Unicaja, Málaga.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): «Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations»; *The Review of Economic Studies* (58); pp. 277-297.
- AYUNTAMIENTO DE EL EJIDO (2003): *Plan de Higiene Rural*. Área de Agricultura y Medio Ambiente, El Ejido, Almería.
- AYUNTAMIENTO DE NÍJAR (2009): *Planta de Gasificación de Residuos Agrícolas de Invernadero*, Níjar, Almería.
- AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y GÓMEZ DÍAZ, D. (1997): «Componentes institucionales y socioculturales en el surgimiento de la agricultura intensiva en el litoral mediterráneo andaluz»; *XXIII Reunión de Estudios Regionales*, Universidad de Valencia.
- AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y SÁNCHEZ PICÓN, A. (2005): «Almería: paradigma de la inversión de los flujos migratorios»; *Informe Económico de la Provincia de Almería. El Reto de la Inmigración*. Cámara de Comercio de Almería, Almería.
- AZNAR-SÁNCHEZ J. A.; GALDEANO-GÓMEZ E. y PÉREZ-MESA J. C. (2011): «Intensive horticulture in Almería (Spain): A counterpoint to current European rural policy strategies»; *Journal of Agrarian Change* 11(2); pp. 241-261.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y SÁNCHEZ-PICÓN, A. (2010): «Innovación y distrito en torno a un «milagro»: la configuración del sistema productivo local de la agricultura intensiva de Almería»; *Revista de Historia Industrial* (42); pp. 157-193.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. (2006): *La competencia entre la horticultura intensiva de Marruecos y España*, Thomson-Civitas, Madrid.

- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. (2011): «The intensive horticulture model in Almería (Spain) and migrant labor»; Contribution to *International Conference Fragmented Agricultural Productions and Circular Migrations: New Spaces of Insecurity*. University of Leipzig, Germany, 23-25 June.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2011): «Territory, cluster and competitiveness of the intensive horticulture in Almería (Spain)»; *The Open Geography Journal* (4); pp. 103-114.
- BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E.; CHAPPELL, M. J.; AVILÉS-VÁZQUEZ, K.; SAMULON, A. y PERFECTO, I. (2007): «Organic agriculture and the global food supply»; *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(2); pp. 86-108.
- BELTRÁN, F. D.; PARRA, A.; ROLDÁN, A.; SOLER, A. y VILA, E. (2010): «Pasado, presente y futuro del control integrado de plagas en la provincia de Almería»; *Cuadernos Estudios Agroalimentarios* (1); pp. 27-43.
- BENSALK, S.; BIGNEBAT, E.; EL HADAD-GAUTHIER, F. y PERRIER-CORNET, P. (2011): «Investissements des firmes européennes et modes d'organisation de la production: le cas de la filière maraîchère d'exportation du Maroc»; *Revue Economies et Sociétés. Série Systèmes Agroalimentaires* 33(10); pp. 1849-1867.
- BOX, G. E. P. y COX, D. R. (1964): «An analysis of transformations»; *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* (26); pp. 211-252.
- BROUWER, F. (2004): *Sustaining Agriculture and the Rural Environment: Governance, Policy and Multifunctionality*, Edward Elgar, Advances in Ecological Economics Series, Cheltenham.
- BRYDEN, J. M. y HART, K. (eds.) (2004): *A New Approach to Rural Development in Europe: Germany, Greece, Scotland, and Sweden*, Lewiston: Mellen Studies in Geography (9), The Edwin Mellen Press, Queenston, Lampeter.
- CAJAMAR (2014): «Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería, Campaña 2013/2014»; *Informes y monografías* (47). Cajamar Caja Rural.
- CAMPRA, P.; GARCÍA, M.; CANTÓN, Y. y PALACIOS-ORUETA, A. (2008): «Surface temperature cooling trends and negative radiative forcing due to land use change toward greenhouse farming in southeastern Spain»; *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 113(D18109). doi:10.1029/2008JD009912.

- CARON, P.; REIG, E.; ROEP, D.; HEDIGER, W.; LE COTTY, T.; BARTHÉLEMY, D.; HADYNSKA, A.; HADYNSKI, J.; OOSTINDIE, H. y SABOURIN, E. (2008): «Multifunctionality: refocusing a spreading, loose and fashionable concept for looking at sustainability?»; *International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology*, 7(4/5); pp. 301-318.
- 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. París.
- CARTON DE GRAMMONT, H. y LARA FLORES, S. M. (2010): «Productive restructuring and standardization in mexican horticulture: consequences for labour»; *Journal of Agrarian Change* (10); pp. 228-250.
- CCAE, CONFEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGRARIAS DE ESPAÑA (2010): *El Cooperativismo Agroalimentario en Cifras*. <http://www.ccae.es>, consultado el 8/11/2011.
- CÉSPEDES LÓPEZ, A. J.; GARCÍA GARCÍA, M. C.; PÉREZ PARRA, J. J. y CUADRADO GÓMEZ, I. M. (2009): *Caracterización de la Explotación Hortícola Protegida Almeriense*. Fundación Cajamar, Almería.
- CÉSPEDES LORENTE, J.; CANO GUILLÉN, C.; FERNÁNDEZ-REVUELTA PÉREZ, L. y MARTÍNEZ ALCARAZ, F. (2006): *Plan Estratégico de la Industria Auxiliar de la Agricultura de Almería*. Fundación Tecnova.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2010): *Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras*. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- CUTHILL, M. (2010): «Strengthening the ‘social’ in sustainable development: developing a conceptual framework for social sustainability in a rapid urban growth region in Australia»; *Sustainable Development* 18(6); pp. 362-373.
- D’OULTREMONT, C. (2011): «The CAP post-2013: more equitable, green and market-oriented?»; *European Policy Brief* (5); pp. 1-11.
- DARNHOFER, I.; FAIRWEATHER, J. y MOLLER, H. (2010a): «Assessing a farm’s sustainability: insights from resilience thinking»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3); pp. 186-198.
- DARNHOFER, I.; BELLON, S.; DEDIEU, B. y MILESTAD, R. (2010b): «Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review»; *Agronomy for Sustainable Development* (30); pp. 545-555.

- DELGADO, M. y MORENO, I. (2002): «La agricultura intensiva almeriense: los límites del modelo»; *Le Monde Diplomatique*. Febrero.
- DFID, DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (2004): *Agricultural Sustainability*. DFID, London.
- DILLON, E. J.; HENNESSY, T. C. y HYNES, S. (2010): «Assessing the sustainability of Irish agriculture»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3); pp. 137-147.
- DOWNWARD, S. R. y TAYLOR, R. (2007): «An assessment of Spain's Programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almería, southeast Spain»; *Journal of Environmental Management* 82(2); pp. 277-289.
- EKINS, P.; SIMON, S; DEUTSCH, L.; FOLKE, C. y DE GROOT, R. (2003): «A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability»; *Ecological Economics* (44); pp. 165-185.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): *A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development*. Agriculture Directorate-General. Bruselas.
- EUROPEAN COMMISSION (2007): *The Importance and Contribution of the Agri-food Sector to the Sustainable Development of Rural Areas*. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas.
- EUROPEAN COMMISSION (2010): *The CAP Towards 2020: Meeting the Food, Natural Resources and Territorial Challenges of the Future*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions. Bruselas.
- FERNÁNDEZ, M. D.; GONZÁLEZ, A. M.; CARREÑO, J.; PÉREZ, C. y BONACHELA, S. (2007): «Analysis of on-farm irrigation performance in Mediterranean greenhouses»; *Agricultural Water Management* (89); pp. 251-260.
- FERRARO, F. J. (dir.) (2000): *El Sistema Productivo Almeriense y los Condicionamientos Hidrológicos*. Civitas, Madrid.
- FUNDACIÓN CAJAMAR (varios años): *Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería*. Fundación Cajamar, Almería.
- FUNDACIÓN TECNOVA (2008): *Memoria Técnica*. Fundación Tecnova, Almería.

- GALDEANO GÓMEZ, E. y GODOY DURÁN, A. (2012): *Exportaciones y Acciones Medioambientales. Un Enfoque desde la Productividad en Entidades Cooperativas Andaluzas*. Universidad de Almería y Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; CÉSPEDES-LORENTE, J. y RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M. (2006): «Productivity and environmental performance in marketing cooperatives: an analysis of the Spanish horticultural sector»; *Journal of Agricultural Economics* 57(3); pp. 479-500.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. (2008): «Does an endogenous relationship between environmental and economic performance? A resource-based view on the horticultural sector»; *Environmental and Resource Economics* 40(1); pp. 73-89.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. (2010): «Exporting and environmental performance: a firm-level productivity analysis»; *The World Economy* 33(1); pp. 60-88.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y PÉREZ-MESA, J. C. (2011): «The complexity of theories on the rural development in Europe: An analysis of the paradigmatic case of Almería (Southeast Spain)»; *Sociologia Ruralis* 51(1); pp. 54-78.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y PÉREZ-MESA, J. C. (2013): «Sustainability dimensions related to agricultural based-development: The experience of 50 years of intensive farming in Almería (Spain)»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 11(2); pp. 125-143.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. y CÉSPEDES-LORENTE, J. (2008): «Environmental spillover effects on firm productivity and efficiency: An analysis of agri-food business in Southeast Spain»; *Ecological Economics* 67(1); pp. 131-139.
- GALDEANO-GÓMEZ, E.; CÉSPEDES-LORENTE, J. y MARTÍNEZ-DEL-RÍO, J. (2008): «Environmental performance and spillover effects on productivity: evidence from horticultural firms»; *Journal of Environmental Management* (88); pp. 1552-1561.
- GALDEANO GÓMEZ, E. y DE PABLO VALENCIANO, J. (1999): «La agricultura intensiva en el sureste español: análisis de los determinantes de su desarrollo»; *Economistas* (81); pp. 91-103.
- GALDEANO-GÓMEZ, E. y GODOY-DURÁN, A. (2010): «Sustainability indicators related to the intensive agriculture»; Contribution to *International Workshop on Agricultural Sustainability and Rural Development*, Beijing (China), 19-22, Octubre de 2010.

- GALDEANO GÓMEZ, E.; GODOY-DURÁN, A.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A.; PÉREZ-MESA, J. C. y GIAGNOCAVO, C. L. (2014): «Las explotaciones familiares como conductores del desarrollo sostenible: estudio de caso de la horticultura de Almería»; en GALDEANO, E., ed.: *Retos y Oportunidades de la Agricultura Familiar en el Contexto Agroalimentario Actual*; pp. 105-123. Cajamar Caja Rural.
- GALLEGO-AYALA, J. y GÓMEZ-LIMÓN, J. A. (2010): «Evaluación del impacto de la tarifación del agua de riego sobre la sostenibilidad del regadío: una aproximación a través de indicadores sintéticos»; *Estudios de Economía Aplicada* 28(2); pp. 375-404.
- GARCÍA CASTRO, M. B. y CARRANCO GALLARDO, Z. (2008): «Concentración regional de Veracruz. Un enfoque de identificación de aglomeraciones productivas locales»; *Análisis Económico* XXIII(52); pp. 291-310.
- GARCÍA LORCA, A. M. (2005): «Anotaciones sobre los cultivos bajo plástico en China»; *Nimbus* 15-16; pp. 73-100.
- GARCÍA LORCA, A. M. (2010): «Agriculture in Drylands: Experience in Almería»; en *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security*, Berlin, Springer; pp. 921-934.
- GARCÍA-LATORRE, J.; GARCÍA-LATORRE, J. y SÁNCHEZ-PICÓN, A. (2001): «Dealing with aridity: socio-economic structures and environmental changes in an arid Mediterranean region»; *Land Use Policy* (18); pp. 53-64.
- GIAGNOCAVO, C.; UCLÉS, D. y FERNÁNDEZ-REVUELTA, L. (2010): «Modern agriculture, sustainable innovation and cooperative banks: the development of Almería (1963-2010)»; Contribution to *Financial Co-operative Approaches to Local Development through Sustainable Innovation*, Trento, Italy, 10-11 June.
- GÓMEZ, D. (2003): *La Horticultura en Almería. Bases para un Plan de Ordenación Territorial y Gestión Medioambiental*. Fundación Cajamar, Almería.
- GÓMEZ-LIMÓN RODRÍGUEZ, J. A. y ARRIAZA BALMÓN, M. (2011): *Evaluación de la Sostenibilidad de las Explotaciones de Olivar en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía, Unicaja.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A. y SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, G. (2010): «Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators»; *Ecological Economics* 69(5); pp. 1062-1075.

- GONZÁLEZ OLIVARES, F. y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. (1983): «Almería: el milagro de una agricultura intensiva»; *Papeles de Economía Española* (16); pp. 138-151.
- GREENE, W. H. (2008): *Econometric Analysis* (6ª edición). Prentice Hall, New York.
- HAJKOWICZ, S. (2006): «Multi-attributed environmental index construction»; *Ecological Economics* 57(1); pp. 122-139.
- HANSEN, L. P. (1982): «Large sample properties of Generalized Methods of Moments estimators»; *Econometrica* (50); pp. 1029-1054.
- HEDIGER, W. (1999): «Reconciling weak and strong sustainability»; *International Journal of Social Economics* (26); pp. 1120-1143.
- HEDIGER, W. (2000): «Sustainable development and social welfare»; *Ecological Economics* (32); pp. 481-492.
- HEDIGER, W. y KNICKEL, K. (2009): «Multifunctionality and sustainability of agriculture and rural areas: a welfare economics perspective»; *Journal of Environmental Policy and Planning* 11(4); pp. 291-313.
- HEDIGER, W. y LEHMANN, B. (2007): «Multifunctional agriculture and the preservation of environmental benefits»; *Swiss Journal of Economics and Statistics* 143(4); pp. 449-470.
- HOANG, V. N. y RAO, D. S. P. (2010): «Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: A cumulative exergy balance approach»; *Ecological Economics* 68(3); pp. 879-887.
- HUPPES, G. y ISHIKAWA, M. (2005): «A framework for quantified eco-efficiency analysis»; *Journal of Industrial Ecology* (9); pp. 25-41.
- HLPE (2013): *Investing in Smallholder Agriculture for Food Security*. Report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Rome, Italy.
- IAASTD (INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT) (2009): *Agriculture at a Crossroads*. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Global Report. Island Press, Washington, DC.
- IKERD, J. (1993): «Two related but distinctly concepts: organic farming and sustainable agriculture»; *Small Farm Today* 10(1); pp. 30-31.

- IKERD, J. (2013): «Family Farms: Our Promise for a Sustainable Future»; Presentation at the *Pennsylvania Farmers Union Annual Convention*. Dixon University, Harrisburg, PA. Disponible en: <http://web.missouri.edu/ikerdj/papers/Pennsylvania%20Farmers%20Union-%20Family%20Farms.htm>.
- JACOBS, R. y GODDARD, M. (2004): «Measuring performance: an examination of composite performance indicators»; *Centre for Health Economics, Technical Paper series* (29).
- JIMÉNEZ DÍAZ, J. F. (2011): «Procesos de desarrollo en el Poniente Almeriense: Agricultores e inmigrantes»; *Revista de Estudios Regionales* (90); pp. 179-205.
- KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; SHAXSON, T. F. y PRETTY, J. (2009): «The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 7(4); pp. 292-320.
- KASSIE, M. y ZIKHALI, P. (2009): «The contribution of sustainable agriculture and land management to sustainable development»; *Sustainable Development Innovation Briefs* 7(May); pp. 1-8.
- KATES, R. W.; PARRIS, T. M. y LEISEROWITZ, A. A. (2005): «What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice»; *Environment* 47(3); pp. 8-21.
- KOOHAFKAN, P.; ALTIERI, M. A. y GIMÉNEZ, E. H. (2012): «Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 10(1); pp. 61-75.
- KOUSMANEN, T. y KORTELAJAINEN, M. (2005): «Measuring eco-efficiency of production with data envelopment analysis»; *Journal of Industrial Ecology* 9(4); pp. 59-72.
- KUOSMANEN, T. y KORTELAJAINEN, M. (2007): «Stochastic Nonparametric Envelopment of Data: Cross-Sectional Frontier Estimation Subject to Shape Constraints»; *Economics Discussion Paper* (46). University of Joensuu.
- LASTRA BRAVO, X. (2012): «Modelo de Distribución no Lineal de Valores Objetivos Dinámicos en la Construcción de Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad. Aplicación a Objetivos Cuantitativos de las Políticas de la Unión Europea y Nacionales»; *Tesis Doctoral*. Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Almería.

- LEISEROWITZ, A.; KATES, R. W. y PARRIS, T. M. (2004): «Sustainable values, attitudes and behaviors: a review of multi-national and global trends»; *CID Working Paper* (112). Cambridge, MA: Science, Environment and Development Group, Center for International Development, Harvard University.
- LOSCH, B. (2004): «Debating the multifunctionality of agriculture: from trade negotiations to development policies by the South»; *Journal of Agrarian Change* 4(3); pp. 336-360.
- MARTÍNEZ-VIDAL, J. L.; GÓNZALEZ-RODRÍGUEZ, M. J.; BELMONTE-VEGA, A. y GARRIDO-FENICH, A. (2004): «Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería»; *Revista Científica Ecosistemas* 13(3); pp. 30-38.
- MAYA-AMBIÁ, C. J. (2011): «Constructing agro-industrial clusters or disembedding of the territory? Lessons from Sinaloa as the leading horticultural export-oriented region of Mexico»; *The Open Geography Journal* (4); pp. 29-44.
- MAZUELA ÁGUILA, P. C. y CABRALES GÓMEZ, F. (2000): «Fundamentos para implementar una encuesta hortícola en el Valle de Azapa»; *IDESIA* (18); pp. 67-76.
- MCLARTY, D.; DAVIS, N.; GELLERS, J. y NASROLLAHI, N. (2014): «Sisters in sustainability: municipal partnerships for social, environmental, economic growth»; *Sustainability Science* (9); pp. 277-292.
- Medina, F. (2009): «La Gestión del Riego y las Políticas de Cambio Climático en la Agricultura Ecológica»; *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Meijerink, G. y Roza, P. (2007): «The role of agriculture in economic development»; *Strategy & Policy paper* (4). Markets, Chains and Sustainable Development, Wageningen UR.
- Molina Herrera, J. (1991): *Necesidades y problemática del sector comercializador de la frutas y hortalizas de la provincia de Almería*. Cámara de Comercio de Almería.
- MOLINA HERRERA, J. (2004): «El papel de la agricultura intensiva en la economía de la provincia de Almería»; *Revista de Humanidades y Ciencias Sociales del IEA* (19); pp. 13-38.

- MOURON, P.; SCHOLZ, R. W.; NEMECEK, T. y WEBER, O. (2006): «Life cycle management on Swiss fruit farms: Relating environmental and income indicators for apple growing»; *Ecological Economics* 58(3); pp. 561-578.
- NAYLOR, R. L. (2009): «Managing food production systems for resilience»; en CHAPIN, F. S.; KOFINAS, G. P. y FOLKE, C., eds: *Principles of Natural Resource Stewardship: Resilience-Based Management in a Changing World* (12). pp. 259-280. Springer, New York.
- NESS, B.; URBEL-PIIRSALU, E.; ANDERBERG, S. y OLSSON, L. (2007): «Categorising tools for sustainability assessment»; *Ecological Economics* (60); pp. 498-508.
- NOMBIELA, F. (2015): «La estructura de las explotaciones agrarias en España»; *Jornada Situación Actual y Futuro de la Agricultura Familiar en España*. MAGRAMA y Comité España AIAF-2014. Madrid.
- Novales, A. (1996): *Estadística y Econometría*. McGraw-Hill, Madrid.
- OECD (1999): «Organization for environmental indicators for agriculture»; *Volume Economic Cooperation 1-Concepts and framework*. OECD, París.
- OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2006): *The New Rural Paradigm: Policies and Governance*. París.
- OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2008): *Sustainable Development: Linking Economy, Society, Environment*. OECD, París.
- OECD-JRC (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT Y JOINT RESEARCH CENTER) (2008): *Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*.
- PÉREZ-DÍAZ, V. y RODRÍGUEZ, J. C. (2010): «Un futuro hecho con sus manos. Situación y horizonte del campo de Dalías, en la provincia de Almería»; *Colección Sociedad* (2). Fundación Cajamar.
- PÉREZ MESA, J. C. (2009): «Multinacionales y difusión de tecnología en clusters agroindustriales: El caso almeriense»; *Revista de Estudios Regionales* (86); pp. 155-180.
- PÉREZ-MESA, J. C. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2010): «Agrifood cluster and transfer of technology in the Spanish vegetables exporting sector: the role of multinational enterprises»; *Agricultural Economics* 56(10); pp. 478-488.

- PÉREZ-MESA, J. C. y GALDEANO-GÓMEZ, E. (2015): «Collaborative firms managing perishable products in a complex supply network: an empirical analysis of performance»; *Supply Chain Management: An International Journal* 20(2); pp. 128-138.
- PÉREZ MESA, J. C.; GALDEANO GÓMEZ, E.; AZNAR SÁNCHEZ, J. A. y SALINAS ANDUJAR, J. A. (2012): «Estrategias de gestión en la cadena de suministro agroalimentaria: el caso de las cooperativas hortofrutícolas en España»; en BRIZ, J. y DE FELIPE, I., eds.: *Las Redes de Cadenas de Valor Alimentarias en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades Internacionales* (cap. XV); pp. 379-406. Editorial Agrícola, Madrid.
- PICAZO-TADEO, A. J.; REIG-MARTÍNEZ, E. y GÓMEZ-LIMÓN, J. A. (2011): «Assessing farming eco-efficiency: A Data Envelopment Analysis approach»; *Journal of Environmental Management* (92); pp. 1154-1164.
- PIOT-LEPETIT, I. y LE MOING, M. (2007): «Productivity and environmental regulation: the effect of the nitrates directive in the French pig sector»; *Environmental & Resource Economics* 38(4); pp. 433-446.
- PRETTY, J. N.; NOBLE, A. D.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; HINE, R. E.; PENNING DE VRIES, F. W. T. y MORISON, J. I. L. (2006): «Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries»; *Environmental Science and Technology (Policy Analysis)* 40(4); pp. 114-119.
- PRETTY, J. (2008): «Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence»; *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (363); pp. 447-465.
- PRETTY, J.; TOULMIN, C. y WILLIAMS, S. (2011): «Sustainable intensification in African agriculture»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1); pp. 5-24.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, PNUD (2010): *Informe sobre Desarrollo Humano 2010*. PNUD, New York.
- PSARIKIDOU, K. y SZERSZYNSKI, B. (2012): «Gorwing the social: alternative agrofood networks and social sustainability in the urban ethical foodscape»; *Sustainability Science, Practice & Policy* 8(1); pp. 30-49.
- QIU, H. J.; ZHU, W. B.; WANG, H. B. y CHENG, X. (2007): «Analysis and design of agricultural sustainability indicators system»; *Agricultural Sciences in China* 6(4); pp. 475-486.

- QUENTAL, N.; LOURENÇO, J. M. y NUNES DA SILVA, F. (2011): «Sustainable development policy: goals, targets and political cycles»; *Sustainable Development* (19); pp. 15-29.
- Rees, W. E. y Wackernagel, M. (1994): «Ecological footprints and appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy»; en JANSSON, A. M.; HAMMER, M. y FOLKE COSTANZA, R., eds.: *Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability*. Island Press, Washington, D.C.; pp. 362-390.
- RIGBY, D. y CÁCERES, D. (2001): «Organic farming and the sustainability of agricultural systems»; *Agricultural Systems* 68(1); 21-40.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T. y BURTON, M. (2001): «Constructing a farm level indicator of sustainable practice»; *Ecological Economics* (39); pp. 463-478.
- RÍOS, L.; ORTIZ, M. y ÁLVAREZ, X. (2005): «Debates on sustainable development: towards a holistic view of reality»; *Environment Development and Sustainability*; pp. 501-518.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M.; GALDEANO-GÓMEZ, E.; CARMONA-MORENO, E. y GODOY-DURÁN, A. (2012): «Environmental impact, export intensity and productivity interactions: an empirical index analysis of the agri-food industry in Spain»; *Canadian Journal of Agricultural Economics* 60(1); pp. 33-52.
- ROBERTSON, G. P. y SWINTON, S. M. (2005): «Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture»; *Frontiers in Ecology* (3); pp. 38-46.
- SAATY, T. L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- SAISANA, M. y TARANTOLA, S. (2002): «State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development»; EUR 20408 EN, European Commission-JRC, Italy.
- SALINAS ANDÚJAR, J. A. (2007): *Lineamientos de la Propuesta del Programa Integrado de Desarrollo Económico para el Chaco Boliviano*. Universidad Andina Simón Bolívar. UASB, Sucre, Bolivia.
- SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, G. (2009): «Análisis de la Sostenibilidad Agraria mediante indicadores sintéticos: Aplicación empírica a sistemas agrarios de Castilla y León»; *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- SÁNCHEZ-PICÓN, A.; AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. y GARCÍA-LATORRE, J. (2011): «Economic cycles and environmental crisis in arid southeastern Spain. A historical perspective»; *Journal of Arid Environments* (75); pp. 1360-1367.
- SARGAN, J. y BHARGAVA, A. (1983): «Testing residuals from Least Squares regression for being generated by the Gaussian Random Walk»; *Econometrica* (51); pp. 153-74.
- SCHALTEGGER, S. y STURM A. (1996): «Managerial eco-control in manufacturing and process industries»; *Greener Management International* 13(1); pp. 78-91.
- SCHUSCHNY, A. y SOTO, H. (2009): «Guía Metodológica. Diseño de Indicadores Compuestos de Desarrollo Sostenible»; *Colección Documentos de proyectos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, .
- SERRAO, A. (2008): «Measuring eco-efficiency of agricultural activity in European countries: A Malmquist index analysis»; *American Agricultural Economics Association, Annual Meeting*. Orlando, Florida.
- SILICI, L.; NDABE, P.; FRIEDRICH, T. y KASSAM, A. (2011): «Harnessing sustainability, resilience and productivity through conservation agriculture: the case of *likoti* in Lesotho»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1); pp. 137-144.
- SIMAR, L. y WILSON, P. W. (2007): «Estimation and inference in two stage, semi-parametric models of productive efficiency»; *Journal of Econometrics* (136); pp. 31-64.
- SMITH, C. S. y MCDONALD, G. T. (1998): «Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage»; *Journal of Environmental Management*, (52); pp. 15-37.
- SOLÍS, D.; BRAVO-URETA, B. E. y QUIROGA, R. E. (2009): «Technical efficiency among peasant farmers y participating in natural resource management programmes in Central America»; *Journal of Agricultural Economics*, 54(11); pp. 521-528.
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A. et al. (2011): *Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España*. Fundación Mapfre.
- SPORLEDER, T. L. y WU, S. Y. (2006): «Social capital and vertical ties in agri-food supply chains»; *Journal on Chain and Network Science* (6); pp. 1-7.

- TERLUIN, I. J. (2003): «Differences in economic development in rural regions of advanced countries: an overview and critical analysis of theories»; *Journal of Rural Studies* (19); pp. 327-344.
- THOMPSON, P. B. (2007): «Agricultural sustainability: what it is and what it is not»; *International Journal of Agricultural Sustainability* 5(1); pp. 5-16.
- TOBIN, J. (1958): «Estimation of relationships for limited dependent variables»; *Econometrica* 26(1); pp. 24-36.
- TOLÓN BECERRA, A. y LASTRA BRAVO, X. (2010): «La agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental»; *M+A, Revista Electrónica de Medio Ambiente* (8); pp. 18-40.
- TOLÓN BECERRA, A.; LASTRA BRAVO, X. y FERNÁNDEZ MEMBRIVE, V. J. (2013): «Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos hídricos. Aplicación al Poniente Almeriense. Estudios previos y medidas de eficiencia»; *M+A, Revista Electrónica de Medio Ambiente* (14); pp. 56-86.
- TOUT, D. (1990): «The horticulture industry of Almería province, Spain»; *The Geographical Journal* 156(3); pp. 304-312.
- UNRISD, UNITED NATIONS RESEARCH INSTITUTE FOR SOCIAL DEVELOPMENT (2014): *Social Drivers of Sustainable Development*. Brief 04, February 2014.
- VALERA, D. L.; BELMONTE, L. J.; MOLINA, F. D. y LÓPEZ, A. (2014): «Los Invernaderos de Almería. Análisis de su Tecnología y Rentabilidad»; *Serie Economía* (21). Cajamar Caja Rural.
- VAN CALKER, K. J.; BERENTSEN, P. B. M.; GIESEN, G. W. J. y HUIRNE, R. B. M. (2006): «Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming»; *Agriculture and Human Values* (22); pp. 53-63.
- VAN DER BLOM, J. (2010): «Applied entomology in Spanish greenhouse horticulture»; *Proceeding of the Netherlands Entomological Society Meeting* (21); pp. 9-17.
- VAN DER PLOEG, J.; RENTING, D.; BRUNORI, H. y KNICKEL, K. (2000): «Rural development: from practices and policies towards theory»; *Sociologia Ruralis* 40(4); pp. 391-408.
- WARD, N.; ATTERTON, J.; TAE-YEON, K.; LOWE, P.; PHILLIPSON, J. y THOMPSON, N. (2005): *Universities, the Knowledge Economy and the «Neo-endogenous Rural Development»*; Newcastle University, Centre of Rural Economy.

- WBCSD, WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2000): *Measuring Ecoefficiency*. A Guide to Reporting Company Performance. WBCSD, Geneva.
- WEIS, T. (2007): *The Global Food Economy: The Battle for the Future Farming*. Zed Books, London y New York.
- WIRÉN-LEHR VON, S. (2001): «Sustainability in agriculture: an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice»; *Agriculture, Ecosystems & Environment* (84); pp. 115-129.
- WORLD BANK (2003): *Sustainable Development in a Dynamic World: Transforming Institutions, Growth, and Quality of Life*. World Development Report. World Bank, Washington DC.
- YIN, R. (2013): *Case Study Research: Design and Methods*. Sage, London.
- ZHANG, B.; BI, J.; FAN, Z.; YUAN, Z. y GE, J. (2008): «Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach»; *Ecological Economics* 68(1-2); pp. 306-316.