

The background image shows an olive grove under a clear blue sky. In the foreground, a worker wearing a blue cap and a yellow and blue striped apron is using a tool to harvest olives from a tree. The ground is covered with a black plastic mulch, and there are some fallen olives. Another person is partially visible in the background, also working in the grove.

**Evaluación de la sostenibilidad
de las explotaciones
de olivar en Andalucía
(premio)**

**José A. Gómez-Limón Rodríguez
Manuel Arriaza Balmón**

XIII Premio Unicaja de Investigación Agraria

Reunidos en la Ciudad de Málaga el día 30 de Mayo de 2011 un jurado presidido por Braulio Medel Cámara y compuesto por Clara E. Aguilera García, José Javier Rodríguez Alcaide, José Emilio Guerrero Ginel, José Manuel Domínguez Martínez y Francisco Villalba Cabello, decidió por unanimidad conceder a esta investigación el XIII PREMIO UNICAJA DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. El premio fue convocado por Analistas Económicos de Andalucía en el otoño de 2010 y cuenta con el patrocinio de la Fundación UNICAJA.

Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía

Equipo de Investigación

José A. Gómez-Limón Rodríguez
Manuel Arriaza Balmón

Proyecto, Elaboración y Edición:

Analistas Económicos de Andalucía

C/ Molina Lario, 13, 5ª planta. 29015 MÁLAGA
Tel.: 952 22 53 05
Fax: 952 21 20 73
e-mail: aea@unicaja.es
www.analistaseconomicos.com
www.economiaandaluza.es



D.L.: MA-I.091-2011
I.S.BN.: 978-84-92443-16-1

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

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



El papel de este libro es totalmente libre de cloro y con certificado ecológico

Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía

Índice

	PRESENTACIÓN.....	15
CAPÍTULO I.	INTRODUCCIÓN.....	17
I.1.	El olivar andaluz como sistema agrario multifuncional	19
I.2.	Evolución reciente del olivar andaluz y sus problemas de sostenibilidad	21
I.3.	Objetivos del trabajo	25
I.4.	Estructura del documento.....	28
CAPÍTULO II.	MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
II.1.	Conceptualización de ' <i>agricultura sostenible</i> '	33
II.2.	Evaluación empírica de la sostenibilidad agraria a través de indicadores.....	41
II.3.	Marcos teóricos para el análisis de la sostenibilidad agraria a través de indicadores.....	45
CAPÍTULO III.	DESARROLLO METODOLÓGICO	49
III.1.	Esquema general de la metodología	51
III.2.	Criterios para la selección de principios, criterios e indicadores.....	53
III.3.	El panel de expertos: una aportación multidisciplinar y multiagente.....	56
CAPÍTULO IV.	SELECCIÓN DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	59
IV.1.	Indicadores de sostenibilidad económica	61
IV.2.	Indicadores de sostenibilidad social-cultural	74
IV.3.	Indicadores de sostenibilidad ambiental	88
CAPÍTULO V.	LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS DE SOSTENIBILIDAD AGRARIA	111
V.1.	La utilidad de los indicadores sintéticos.....	113
V.2.	Esquema metodológico para el cálculo de indicadores sintéticos	114

V.3.	Métodos de normalización	117
V.4.	Métodos de agregación	120
V.5.	Métodos de ponderación	124
V.6.	Resumen de las metodologías a aplicar para el cálculo de los ISSA	132
CAPÍTULO VI.	INFORMACIÓN PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES	
	E ÍNDICES	135
VI.1.	La encuesta a las explotaciones de olivar	137
VI.2.	El cálculo de los indicadores de base	152
VI.3.	Determinación de los ‘valores límite’ de los indicadores de base	156
VI.4.	Encuesta a la población andaluza: la ponderación de los ‘objetivos’ y los ‘principios’ de la sostenibilidad ...	157
VI.5.	Encuesta al panel de expertos: la ponderación de los indicadores de base	162
VI.6.	Las ponderaciones de los indicadores de base	165
CAPÍTULO VII.	RESULTADOS	167
VII.1.	Los indicadores de sostenibilidad: descriptivo básico	169
VII.2.	Relación de los indicadores de base con las variables estructurales de la explotación y las sociodemográficas de sus titulares	190
VII.3.	Indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria	194
VII.4.	Determinantes de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía	200
VII.5.	Tipología de explotaciones de olivar	216
CAPÍTULO VIII.	CONCLUSIONES	223
VIII.1.	Conclusiones de carácter metodológico	225
VIII.2.	Conclusiones empíricas: directrices para una nueva política para el olivar andaluz	226
VIII.3.	Los déficits de conocimiento: directrices para futuras investigaciones a favor de la sostenibilidad del olivar	234

CAPÍTULO IX.	ANEXOS.....	237
Anexo 1.	Cuestionario de la encuesta a las explotaciones andaluzas de olivar.....	239
Anexo 2.	Cuestionario de la encuesta a la población andaluza para determinar la ponderación de los “objetivos” y los “principios” de la sostenibilidad.....	244
Anexo 3.	Relación de los indicadores de base con las variables estructurales de la explotación y las sociodemográficas de sus titulares.....	245
Anexo 4.	Caracterización de los grupos homogéneos resultantes de la aplicación del análisis de conglomerados	261
CAPÍTULO X.	BIBLIOGRAFÍA	267

... inquit, non modo est ars, sed etiam necessaria ac magna; eaque est scientia, quae sint in quoque agro serenda ac facienda, quo terra maximos perpetuo reddat fructus.

[La agricultura ... no es sólo un arte, sino también una actividad necesaria y noble. Es la ciencia que nos enseña qué cultivar en cada tipo de suelo y qué operaciones deben realizarse con el propósito de obtener la máxima cosecha a perpetuidad].

Marcus Terentius Varro

Rerum Rusticarum. Liber Primus. Roma, siglo I a.C.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros del Área de Economía y Sociología Agrarias del Centro Alameda del Obispo del IFAPA, y en particular a Humberto Capellán por su labor técnica en la ejecución de la encuesta, a Juan Palacios por su colaboración en el diseño de las bases de datos y en la generación de mapas y a Alfonso Gutiérrez por la codificación de las encuestas y su labor administrativa.

Los autores expresan igualmente su sincera gratitud a los integrantes del panel de expertos, cuya colaboración desinteresada ha sido de especial relevancia durante las fases de selección de los indicadores de sostenibilidad y su priorización, así como durante la discusión de los resultados iniciales del trabajo. Por orden alfabético, dicho panel ha estado formado por: Jorge Álvarez del Toro (AGROCOLOR, S.L.), Consuelo Ariza (ASAJA), Juan Luis Ávila Cano (COAG), Francisco Barea Barea (olivicultor), Juan Castro Rodríguez (IFAPA), Manuel Estévez María (DAP), Francisco José García de Zúñiga (olivicultor), Fernando Garrido Fernández (IESA-CSIC), José Alfonso Gómez Calero (IAS-CSIC), José González Arenas (IFAPA), Trinidad Martín (DAP), Luis Navarro García (IFAPA), José María Penco Valenzuela (AEMO), Laura Riesgo Álvarez (Universidad Pablo de Olavide) y Pedro Ruiz Avilés (IFAPA).

Los autores quieren expresar también su agradecimiento a los organismos públicos que han financiado la realización de este trabajo a través de dos proyectos de investigación: el proyecto INSOEX (RTA2008-00022), financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y el proyecto AGRIGOBERSOS (AGL2010-17560-C02-01), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). En esta misma línea debe reconocerse igualmente la colaboración prestada por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), institución donde los autores desarrollan su labor investigadora, en la medida que ha puesto a su disposición los medios humanos y técnicos que han permitido la realización del presente trabajo.

Por último, nuestro agradecimiento también a Unicaja y a Analistas Económicos de Andalucía por la concesión del premio y su posterior publicación, dándonos la oportunidad de hacer llegar el presente estudio a muchos de los agentes económicos y sociales relacionados con el sector agrario de Andalucía.

Presentación

Braulio Medel Cámara. Presidente de Unicaja



NICAJA ha patrocinado, un año más, el **Premio UNICAJA de Investigación Agraria**, con el fin de promover, estimular y difundir el conocimiento científico en el campo de la investigación agraria y facilitar el intercambio de ideas y experiencias entre los distintos agentes del sector. La apuesta decidida por el sector agrario y la industria agroalimentaria, sectores indiscutiblemente esenciales para el crecimiento y desarrollo económico regional, se complementa a su vez con la elaboración del Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía, que ha alcanzado su vigésimo primera edición, siguiendo una trayectoria paralela a la de la propia entidad.

En esta decimotercera convocatoria, el jurado ha otorgado el Premio al trabajo “EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES DE OLIVAR EN ANDALUCÍA, presentado bajo el seudónimo “OLEA PERPETUA”, por un equipo en el que figura como investigador principal *D. José Antonio Gómez-Limón Rodríguez*, y compuesto también por *D. Manuel Arriaza Balmón*, ambos miembros del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).

La calidad de esta investigación, realizada en la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como la importancia socioeconómica y ambiental del cultivo del olivar en Andalucía, han sido valoradas muy positivamente por el jurado. La investigación premiada se ha planteado con un doble objetivo, el primero de índole metodológico y el segundo de carácter práctico. En primer lugar, con la realización de este trabajo se pretende desarrollar un marco teórico y una metodología práctica para la evaluación cuantitativa de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. Se pretende que dicho desarrollo metodológico permita una aproximación integral, que abarque la triple dimensión del concepto (ambiental, económica y social), y operativa, basada en un conjunto de indicadores e índices que posibiliten un diagnóstico preciso y a un coste razonable del desempeño sostenible de las diferentes explotaciones y sistemas de olivar presentes en Andalucía.

El segundo objetivo del trabajo es de carácter claramente aplicado, consistente en la implementación de la metodología desarrollada para la evaluación de la sostenibilidad del conjunto del sector del olivar en Andalucía, teniendo en cuenta la diversidad de agroecosistemas en que este cultivo se desarrolla. Con este propósito se ha realizado una evaluación individualizada de las explotaciones agrarias presentes en los diferentes sistemas de olivar andaluces.

En este sentido, viene a reflejarse que el olivar andaluz no puede tratarse desde las administraciones responsables como un sector homogéneo con problemáticas similares, de modo que la dispar situación de sostenibilidad del olivar andaluz requiere de una política agraria que se instrumente diferencialmente en cada territorio. Se señala igualmente que los programas de ayuda deben considerarse en buena medida de “transición”, al objeto de favorecer los cambios estructurales necesarios que debe acometer el sector para garantizar su rentabilidad de forma autónoma, siendo necesaria la aplicación de una renovada política de estructuras comerciales con un horizonte a más largo plazo, orientada a la mejora de la cadena de valor añadido (producción-transformación-comercialización), la cual promoverá un mayor equilibrio en el mercado y una mejor distribución de los márgenes entre los diferentes agentes implicados.

La Fundación UNICAJA, a través de su Servicio de Publicaciones, edita el presente estudio, que se incorpora a la amplia lista de documentos ya publicados por nuestra entidad, con el fin de estimular el conocimiento sobre la economía regional e impulsar la investigación. Por ello, es nuestro deseo que estos estudios y la difusión de sus resultados sirvan de referencia para los agentes del sector, y en general, para la sociedad andaluza en su conjunto.

The background image shows a lush green valley filled with olive trees. Two white cows are grazing in the foreground. The scene is captured from a slightly elevated perspective, looking down into the valley. The sky is clear and blue. The overall atmosphere is peaceful and rural.

Introducción

Capítulo I

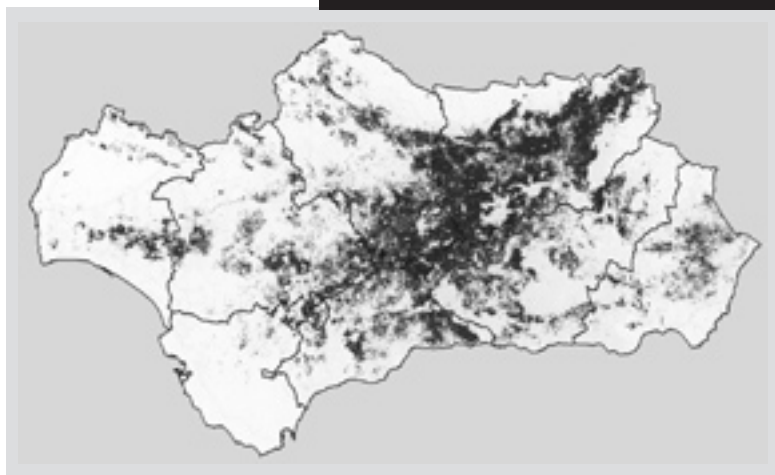
I. INTRODUCCIÓN

I.1 El olivar andaluz como sistema agrario multifuncional

Andalucía es la mayor región olivarera a nivel mundial, con una superficie de cultivo de 1,5 millones de hectáreas, lo que supone un tercio de la SAU de Andalucía y dos tercios de la superficie total de olivar español (30 por ciento del comunitario y 19 por ciento del mundial). Tal y como puede apreciarse en el gráfico I.1, el cultivo del olivo se concentra fundamentalmente en el centro y noreste del territorio andaluz, siendo Jaén y Córdoba las principales provincias olivareras, concentrando el 61 por ciento de la superficie del cultivo. Sevilla, Granada y Málaga le siguen en importancia, quedando menos de un 5 por ciento entre las restantes provincias de la Comunidad Autónoma (CAP, 2008).

GRÁFICO I.1

Parcelas agrícolas ocupadas por el cultivo del olivo



Fuente: CAP (2008).

Esta superficie se encuentra fuertemente parcelada en unas 320 mil explotaciones de olivar, entre las cuales predominan las explotaciones con un tamaño comprendido entre 1 y 5 hectáreas (47,0 por ciento del número total de explotaciones y el 24,6 por ciento de la superficie total), seguidas por las de menos de 1 hectárea (34,1 por ciento del total de explotaciones) que, no obstante, apenas suponen el 4,1 por ciento de la superficie total. Por

el contrario, las explotaciones de más de 10 hectáreas, que sólo representan el 8,6 por ciento del total, ocupan más de la mitad de la superficie (55,5 por ciento) (CAP, 2008). Ello pone de manifiesto el carácter claramente dual de las explotaciones oliveras, donde se entremezclan un gran número de minifundios que difícilmente pueden obtener las economías de escala necesarias para resultar rentables, con grandes explotaciones de carácter competitivo y orientación comercial.

En términos macroeconómicos, el cultivo del olivar generó en Andalucía en 2010 unas rentas de 2.413 M€, lo que supone casi un cuarto de la Producción de la Rama Agraria andaluza (10.207 M€) y el 29 por ciento de la Producción Vegetal (8.352 M€), siendo el segundo sector agrícola en importancia tras el correspondiente a hortalizas (2.684 M€).

Además, este cultivo es uno de los que más empleos generan por unidad de superficie, lo que le ha dado el apelativo de ‘cultivo social’. Así, según el Censo Agrario, el olivar genera en Andalucía en torno al 32 por ciento de la mano de obra de todo el sector agrícola y ganadero, por delante incluso de sectores con gran dinamismo como la horticultura y la producción de frutales y cítricos. En total, este cultivo genera por sí sólo 91.327 empleos directos (medidos como Unidades de Trabajo Agrario, UTAs), los cuales suponen el principal soporte de rentas en más de 300 municipios andaluces donde el olivar se ha convertido en monocultivo económico.

Finalmente, cabe destacar igualmente la importancia ambiental del cultivo. En esta línea cabe señalar cómo tradicionalmente el olivar andaluz ha venido soportando una rica biodiversidad, siendo un claro ejemplo de ‘sistema agrario de alto valor natural’ (*High Natural Value Farming*, véase Baldock et al., 1993; Beaufoy et al., 1994; Bignal y McCracken, 2000). Tal circunstancia ha sido posible al ser sistemas donde históricamente se han conjugado una baja intensidad productiva (escaso uso de agroquímicos), la presencia de olivos viejos asociados a vegetación herbácea semi-natural durante buena parte del año (sólo una labor en primavera) y su localización en zonas con usos del suelo variados (mosaicos) (EEA, 2004 y Beaufoy y Cooper, 2009). Sin embargo, como luego se comentará, esta riqueza ecológica asociada al cultivo del olivar se ha visto reducida de forma considerable durante las últimas décadas, período en que se ha producido una ‘modernización’ generalizada del mismo basada en su expansión (nuevas plantaciones que han derivado en grandes zonas de monocultivo de olivar) y su intensificación (uso intensivo de fertilizantes, pesticidas y maquinaria con sistemas de cultivo con suelos desnudos). A pesar de ello, los valores naturales tradicionalmente asociados al cultivo del olivar han permitido la conservación hasta nuestros días de un buen número de ecosistemas de interés natural, circunstancia que ha sido reconocida incluyendo 138.536 hectáreas de olivar (casi el 10 por ciento del total andaluz) dentro de diversas figuras legales de protección incluidas en la Red Natura 2000.

Queda pues de manifiesto cómo el olivar suministra a la sociedad andaluza todo un conjunto de bienes y servicios. Parte de estos tienen características de bienes ‘comerciales’, como por ejemplo el aceite de oliva, que tiene un mercado a través del cual la sociedad remunera a los productores por su provisión. Otros bienes y servicios, sin embargo, son de carácter ‘no-comercial’ o ‘público’, como la contribución a la viabilidad de las zonas rurales donde está implantado o el mantenimiento de ecosistemas de interés natural, servicios por los cuales los olivicultores no reciben compensación alguna, al carecer este tipo de bienes de mercados a través de los cuales recibir una compensación a cambio de tal provisión. Esta característica del olivar de realizar una actividad productiva basada en procesos de producción conjunta que proveen a la sociedad de bienes comerciales y no comerciales, unida a la posibilidad de ‘fallo de mercado’, es decir, el peligro de una inadecuada oferta de bienes públicos por falta de los incentivos (remuneración) adecuados para su provisión, hace de este sistema agrario un claro ejemplo de sistema agrario multifuncional (Atance y Tió, 2000; OECD, 2001b; Reig, 2007). Esta circunstancia ha sido puesta de manifiesto, entre otros, por Calatrava Requena (1997), Viladomiu y Rosell (2004), Arriaza et al. (2008) o Kallas et al. (2006).

I.2 Evolución reciente del olivar andaluz y sus problemas de sostenibilidad

La importancia socio-económica y ambiental de este cultivo en Andalucía justifica por sí sólo su consideración como objeto de esta investigación. En todo caso, es necesario comentar que el interés objetivo de su estudio se deriva igualmente por los problemas de sostenibilidad que afecta a este sector productivo, tal y como se comenta a continuación.

La extensión actual del olivar en Andalucía ha alcanzado cotas históricas nunca vistas. Efectivamente, sucesivas coyunturas históricas recientes muy favorables, especialmente derivadas de la incorporación de España a la Unión Europea (UE) y de la aplicación de la Política Agraria Común (PAC), han provocado que a lo largo de las dos últimas décadas hayamos asistido a un intenso proceso de expansión e intensificación del cultivo del olivar en Andalucía. Esta evolución tan rápida ha derivado, sin embargo, en diferentes problemas de sostenibilidad.

La primera consecuencia de este proceso ha sido el importante incremento de las producciones (García Brenes, 2006a y 2006b; Ceña y Gallardo, 2007; Gallardo y Ceña, 2007; Sánchez Martínez et al., 2008; Barea y Ruiz Avilés, 2009). En un primer momento este incremento se basó en la progresiva mejora del cultivo con la racionalización de prácticas culturales de tipo clásico desarrollada en España a partir de los años setenta: fertilización, poda, manejo del suelo, control fitosanitario y mecanización en sus diversas fases.

Así, entre 1970 y 1990 el sector oleícola español experimentó un crecimiento continuado, pasando de 400.000 t como cosecha media a 600.000 t. Esta fue una vía de escape hacia la productividad ante unos precios de mercado especialmente bajos. En una segunda etapa, a consecuencia del ingreso de España en las Comunidades Europeas en 1986, con un tratamiento para el olivar más favorable que el anteriormente mantenido en España, se inició una fase expansiva en el sector, que ha venido conjugando incrementos en las plantaciones y avances en la intensificación del cultivo (mayores densidades de plantación y puesta en riego, sobre todo), en lo que ha venido a llamarse ‘nueva olivicultura’ (Guerrero, 2003; Barranco et al., 2008). El resultado de este fenómeno ha sido que entre 1990 y 2008, España ha duplicado su producción de aceite de oliva, provocando con ello un crecimiento casi en paralelo de las disponibilidades mundiales. La consecuencia de tal incremento ha sido un exceso de oferta que, combinado con otros factores, ha deprimido los precios del aceite de oliva a nivel internacional (Lanzas y Moral, 2008; Pérez Hernández, 2008). Así, los precios durante el año 2010 se han situado ya por debajo de los 2 €/kg. Esta situación de presión de la oferta, unida a la escalada de costes de producción (especialmente, la mano de obra, la energía y los fertilizantes), están afectando a todo el sector, que sufre una acusada pérdida de rentabilidad. Así, según diferentes estudios (Pérez Hernández, 2008), a los actuales niveles de precios la mitad de las explotaciones andaluzas resultan insostenibles desde una perspectiva económica y social.

La expansión e intensificación del olivar también ha producido efectos ambientales negativos, si bien en este sentido existe una ausencia generalizada de información cuantitativa. En cualquier caso, de forma sumaria cabe destacar los impactos negativos en términos de erosión del suelo, sobreexplotación de recursos hídricos, contaminación difusa del agua, pérdidas de biodiversidad y deterioro de los paisajes tradicionales (Beaufoy y Pienkowski, 2000; Guzmán-Álvarez, 2005; García Brenes, 2007; Gómez Calero, 2009; EC, 2010):

- a) *Erosión del suelo.* Este problema se ha acentuado en los últimos años, estando asociado a la expansión del cultivo del olivar hacia suelos con características especialmente desfavorables para la producción agraria (altas pendientes, alta torrencialidad de la lluvia y alta erodibilidad de los suelos), en conjunción con una inadecuada gestión por parte del hombre, en especial la sistemática destrucción de la vegetación espontánea (mantenimiento del suelo permanentemente desnudo) (López Cuervo, 1990; Pastor et al., 1999; Calatrava Leyva et al., 2007; Gómez Calero y Giráldez, 2009). Para evidenciar la magnitud del problema, cabe citar los datos de la Consejería de Agricultura y Pesca (CAP, 2008), quien informa que el 29,7 por ciento de la superficie de olivar andaluz presenta una erosión ‘moderada’ (12-50 t/ha·año), el 11,8 por ciento una erosión ‘alta’ (50-100 t/ha·año) y el 11,2 por ciento ‘muy alta’ (más de 100 t/ha·año).

b) *Sobreexplotación de recursos hídricos.* Con anterioridad a la década de los 80s, el cultivo del olivar era casi exclusivamente de secano. Sin embargo, la intensificación del cultivo antes comentada ha hecho que en la actualidad existan más de 400.000 hectáreas de olivar de regadío. Así, si bien se trata éste de un cultivo con bajas necesidades hídricas y que emplea sistemas de riego localizado altamente eficientes (las extracciones de agua suelen estar entre 1.500 y 2.000 m³/ha·año), el aumento de la presión total ejercida sobre estos recursos disponibles ha sido significativa, siendo hoy en día el mayor consumidor de agua en la Cuenca del Guadalquivir. Este incremento de las extracciones está generando la sobreexplotación de numerosos acuíferos, a la vez que está comprometiendo la satisfacción de las demandas en el conjunto de la cuenca (CHG, 2008; Testi et al., 2009).

c) *Contaminación difusa del agua.* La calidad del agua que circula por los sistemas de olivar se ha resentido como consecuencia del uso sistemático de productos químicos (herbicidas y fertilizantes, principalmente). El resultado de este abuso ha derivado en problemas de contaminación difusa de los ríos, embalses y acuíferos, que ha generado diferentes alarmas sanitarias que se han traducido en la prohibición de consumir agua procedente de embalses cuya cuenca de alimentación está rodeada de olivar (Hermosín et al., 2009). Estas situaciones han llevado a la supresión de la autorización de diversos productos (simazina o diurón) muy utilizados hasta fechas recientes en este cultivo. A pesar de esta medida, la calidad de las aguas sigue actualmente condicionada por las prácticas culturales asociadas al olivar.

d) *Pérdida de biodiversidad.* Una de las peculiaridades que presentaba el olivar tradicional, mayoritario hasta la década de los 80s, era la rica biodiversidad asociada a su cultivo. La presencia de árboles y monte bajo en forma de mosaicos proporcionaba un hábitat variado, semejante al de las dehesas, donde encontraban refugio gran número de insectos, aves, reptiles y mamíferos, incluido el lince ibérico (Montiel Bueno, 1998). Sin embargo, esta situación ha cambiado, y los procesos de intensificación (desaparición de la cubierta vegetal, la contaminación del agua, el empleo de insecticidas tan agresivos como el dimetoato y la erosión del suelo) han significado un deterioro de la cantidad y diversidad de especies animales que viven en su interior (Duarte et al., 2009). Además, el monocultivo en que se ha convertido el olivar en amplias zonas de Andalucía ha permitido también el desarrollo de determinadas especies que, en forma de plaga (mosca del olivo, prays o verticilosis), evidencian las grandes debilidades de este tipo de sistemas: su vulnerabilidad (Quesada-Moraga et al., 2009 y Landa del Castillo et al., 2009).

- e) *Deterioro de paisajes agrarios tradicionales.* Con anterioridad a la conformación del mayor monocultivo olivarero del mundo, este cultivo se asociaba con tierras de pasto, viñedo o cereal. Por el contrario, el olivo es hoy prácticamente la única especie viviente durante la mayor parte del año. Con ello se ha banalizado el paisaje tradicional, lo que ha generado una pérdida de bienestar social (Arriaza, 2010; Cuesta Aguilar, 2005; Guzmán Álvarez, 2004).

En cualquier caso, la sostenibilidad ambiental debe igualmente considerarse a la luz de las últimas tendencias, que apuntan hacia el desarrollo de unos modelos de producción más eco-compatibles. En este sentido deben señalarse dos circunstancias que contrastan con los datos anteriores. En primer lugar cabe indicar cómo los sistemas de producción certificada respetuosos con el medio ambiente (agricultura ecológica y producción integrada) van ganando terreno rápidamente en los últimos años. Así, en el año 2008 Andalucía contaba ya con 42.336 hectáreas de olivar ecológico (el 45 por ciento del olivar ecológico nacional, si bien supone únicamente el 3 por ciento del olivar andaluz) y 193.796 hectáreas de olivar integrado (97 por ciento del olivar integrado español y el 16 por ciento del olivar andaluz). Aunque las cifras globales son aún modestas (en conjunto algo menos del 20 por ciento del olivar regional), la tendencia de crecimiento en los últimos años es importante, suponiendo una referencia de futuro ante los retos medioambientales antes planteados.

Asimismo debe destacarse la evolución reciente de la PAC al objeto de minorar las externalidades ambientales negativas del olivar. En este sentido cabe indicar tres líneas básicas de actuación: a) el desacoplamiento de las ayudas, b) la aplicación de la condicionalidad y c) el desarrollo de los programas agroambientales. Efectivamente, con la reforma de la OCM del sector del aceite de oliva aprobada en 2004, las tradicionales ayudas a la producción (por kg de aceite producido) han sido sustituidas a partir del año 2006 por un pago ‘desacoplado’ incluido en el régimen de pago único. De esta manera se ha desactivado el incentivo político que durante las dos décadas anteriores ha motivado los procesos de expansión e intensificación del olivar, causa última de buena parte de las externalidades ambientales antes señaladas (Beaufoy y Pienkowski, 2000). Esta misma reforma introdujo como requisito para el cobro de las ayudas el cumplimiento de una serie de normas legales de gestión y buenas prácticas establecidas en la ‘condicionalidad’. Esta posibilidad legal ha servido para introducir algunas normas minimizadoras de problemas como la erosión. Algunos ejemplos en este sentido son la prohibición de labrar en recintos de olivar con pendiente media igual o superior al 15 por ciento, la exigencia de mantener una cubierta vegetal en recintos de olivar de pendiente media igual o superior al 10 por ciento, la necesidad de mantener los olivares en un buen estado vegetativo mediante las labores necesarias o la prohibición de arrancar olivos en zonas de montaña, salvo que se sustituya por otro. Finalmente,

cabe señalar que desde la década de los noventa del siglo pasado se han venido implementando diversos ‘programas agroambientales’ a los cuales se han podido acoger los olivares andaluces. En este sentido destacan aquellos especialmente orientados a la lucha contra erosión y el fomento de la agricultura ecológica. A pesar de los beneficios originados por tales programas, en el actual período de programación 2007-2013, sólo dos de ellos persisten, las ayudas a la agricultura ecológica y a la producción integrada en olivar en cuencas vertientes a embalses de abastecimiento de agua para consumo humano o en zonas natura 2000.

Para terminar de comentar los aspectos relacionados con sostenibilidad ambiental del olivar, no puede dejarse a atrás la contribución de este cultivo como actividad fijadora de CO₂ (más de 900 mil toneladas de CO₂ al año durante el período 1990-2004) y productora de energía renovable a través del aprovechamiento de su biomasa (803 ktep/año), tal y como ha sido puesto de manifiesto recientemente (Guzmán Álvarez, 2007; CAP, 2008).

I.3 | Objetivos del trabajo

Todos los elementos expuestos anteriormente avalan la necesidad profundizar en el análisis de la sostenibilidad del olivar andaluz. Dentro de este contexto, la presente investigación se ha planteado con un doble objetivo, el primero de índole metodológico y el segundo de carácter empírico. En primer lugar, con la realización de este trabajo se pretende desarrollar un marco teórico y una metodología práctica para la evaluación cuantitativa de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. Se pretende que dicho desarrollo metodológico permita una aproximación integral, que abarque la triple dimensión del concepto (ambiental, económica y social), y operativa, basado en un conjunto de indicadores e índices, que posibilite un diagnóstico preciso y a un coste razonable del desempeño sostenible de las diferentes explotaciones y sistemas de olivar presentes en Andalucía.

El segundo objetivo del trabajo es de carácter claramente aplicado, consistente en la implementación de la metodología desarrollada para la evaluación de la sostenibilidad del conjunto del sector del olivar en Andalucía, teniendo en cuenta la diversidad de agroecosistemas en que este cultivo se desarrolla. Con este propósito se realizará una evaluación individualizada de las explotaciones agrarias presentes en los diferentes sistemas de olivar andaluces. Este conjunto de aplicaciones empíricas permitirá, en primer lugar, analizar las posibilidades reales de emplear el criterio de sostenibilidad como elemento de apoyo para la mejora de la gestión privada y pública de este subsector agrario. En segundo lugar, los resultados de esta evaluación empírica permitirán realizar una gran cantidad de análisis específicos, destinados a responder, entre otras, a las siguientes preguntas:

- a) ¿En qué medida la sostenibilidad de las explotaciones oliveras es heterogénea dentro de un mismo sistema productivo? ¿Qué tipologías de explotaciones pueden derivarse sobre la base de tal heterogeneidad?
- b) ¿Qué componentes de la sostenibilidad (económica, social y ambiental) condicionan en mayor medida el desempeño sostenible de las explotaciones de olivar en cada sistema analizado?
- c) ¿Qué variables estructurales (sistema de cultivo, densidad de plantación, dimensión, características sociodemográficas de los titulares, etc.) influyen sobre la sostenibilidad de estas explotaciones?
- d) ¿Son las explotaciones más sostenibles las que reciben un mayor apoyo financiero de la política agraria?
- e) ¿Qué diferencias pueden apreciarse en la sostenibilidad de las explotaciones de olivar de producción ecológica, de producción integrada y la de producción convencional?
- f) ¿Qué elementos comunes y qué elementos diferenciales se detectan de la evaluación de la sostenibilidad de los diferentes sistemas de olivar analizados? ¿Es posible la transferencia de beneficios a partir de los resultados obtenidos?

Pero lo más relevante de los resultados empíricos a obtener de esta investigación es que el nuevo conocimiento así generado puede constituir una base informativa útil para guiar de forma práctica y directa el diseño y la aplicación de las políticas públicas orientadas a mejorar la 'gobernanza' del subsector del olivar. Efectivamente, estos resultados pueden ser empleados para la toma de decisiones estratégicas y tácticas en las siguientes materias:

- a) *Ley Andaluza del Olivar*. Esta Ley, actualmente en fase de aprobación, pretende introducir los 'contratos territoriales de explotación' como un nuevo instrumento político. A través de los mismos se formalizará una relación contractual entre los olivicultores y la administración autonómica andaluza, por la cual estos productores se comprometerán a proporcionar una serie de bienes públicos (ambientales y sociales) a cambio de una contraprestación económica. En este sentido, los resultados de esta investigación pretenden analizar los elementos clave que deberían recogerse dentro tales contratos. Igualmente fruto de este trabajo se espera desarrollar una serie de indicadores sintéticos de sostenibilidad para las explotaciones de olivar que bien podrían proponerse como una forma operativa para cuantificar el conjunto de externalidades suministradas por estos productores, lo que permitiría verificar de forma objetiva y simple el cumplimiento de las cláusulas de estos contratos territoriales.

- b) *Política de rentas agrarias*. Si se detecta que, efectivamente, las ayudas PAC recibidas por las explotaciones olivareras no se correlacionan positivamente con su índice de sostenibilidad, cabría la posibilidad de proponer modificaciones en los instrumentos existentes de cara a la próxima reforma de esta política común, actualmente en fase de negociación, pero que está prevista entre en vigor a partir del año 2013. Así, por ejemplo, podría analizarse la conveniencia que tanto la ‘condicionalidad’ como la ‘modulación’ de las ayudas comunitarias se implementasen en función de la valoración que cada explotación individual obtuviese para un indicador sintético de sostenibilidad.
- c) *Política agroambiental*. Los resultados de esta investigación permitirán conocer si resulta conveniente la aplicación de nuevos programas agroambientales (remuneración a cambio de un suministro de bienes ambientales) al objeto de mejorar, por ejemplo, la biodiversidad, o si por el contrario la mejora de la sostenibilidad ambiental de este subsector productivo debería abordarse a través de una normativa de condicionalidad más estricta (imposición de estándares ambientales más exigentes).
- d) *Política de estructuras agrarias*. Una vez detectadas las variables estructurales que condicionan la sostenibilidad de las explotaciones de olivar, tal y como se propone en esta investigación, se podrán plantear igualmente sugerencias de mejora para la aplicación de la política estructural (desarrollo del Eje 1 del FEADER), al objeto de fomentar el desarrollo de los modelos de explotación más sostenibles dentro de este subsector productivo.
- e) *Política de desarrollo rural*. La nueva Ley estatal para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural proponer igualmente los ‘contratos territoriales’ como un nuevo instrumento político. De forma similar, el borrador de la Ley Andaluza del Olivar contempla la introducción de los ‘contratos territoriales de zona rural’. Ambos contratos, a diferencia de los contratos de explotación, comprometen a un conjunto de agricultores (y otros agentes) que operan en un territorio concreto, con el objeto de obtener el apoyo público para el desarrollo de determinados planes de desarrollo rural sostenible mutuamente acordados. En este sentido, tras los resultados de este proyecto, se podría plantear también que en la concreción del articulado de estos contratos se considerase como exigencia a los olivicultores firmantes unos niveles mínimos de un índice sintético de sostenibilidad, como elemento cuantificador de la provisión de bienes públicos.
- f) *Política ambiental*. Diversas normas generales de carácter ambiental (p. ej., la legislación de aguas, energética, etc.) condicionan igualmente el desempeño sostenible del olivar en Andalucía. En este sentido, el

análisis del impacto de estas políticas en la sostenibilidad agraria en general, y en los sistemas de olivar en particular, también abre una vía para la mejora de la instrumentación de tales políticas.

I.4 | Estructura del documento

Al objeto de cumplir con los objetivos planteados, este documento se ha estructurado en ocho capítulos. Así, tras este capítulo inicial de carácter introductorio, el **segundo capítulo** aborda el *marco teórico de la investigación*, al objeto de definir qué se entiende por ‘agricultura sostenible’ y cuáles son los enfoques alternativos para abordar su evaluación empírica. De esta manera se evidencia, en primer lugar, la conveniencia de realizar este tipo de análisis a nivel de las explotaciones agrarias (las explotaciones de olivar en nuestro caso), como unidades básicas sobre las cuales pueden incidir las políticas públicas encaminadas hacia la mejora de la ‘gobernanza’ del sector y la implantación progresiva de unos modelos de producción cada vez más sostenibles. Asimismo, en este mismo capítulo se ponen de manifiesto las ventajas de la evaluación de la sostenibilidad agraria a través de indicadores, en la medida que es el único enfoque actualmente disponible que permite introducir en el análisis su triple dimensión económica, social y ambiental. Finalmente, en este segundo capítulo se justifica igualmente la elección del marco teórico SAFE como guía para el desarrollo metodológico de la investigación, el cual ha servido de directriz para la selección de un plan de indicadores de sostenibilidad específicamente diseñado para las explotaciones de olivar andaluzas.

El **tercer capítulo** trata de presentar el *esquema metodológico* seguido en la investigación, basado en cuatro fases principales: la selección de indicadores, el cálculo de estos indicadores a nivel de explotación de olivar, el cálculo de los correspondientes indicadores sintéticos de forma igualmente individualizada por explotación y, finalmente, el análisis de los resultados. Asimismo, en este capítulo se describe la composición y la funcionalidad del panel de expertos que ha apoyado y supervisado la realización del conjunto de la investigación.

El **cuarto capítulo** está dedicado a exponer pormenorizadamente los 27 *indicadores de sostenibilidad* seleccionados para la realización de la aplicación empírica planteada: 7 indicadores de la dimensión económica, 9 de la dimensión social y 11 de la dimensión ambiental. Con este propósito se han definido formalmente cada uno de ellos, para a continuación explicar también de forma individualizada la manera operativa de calcularlos y las directrices básicas para su adecuada interpretación.

El **capítulo quinto** se ha destinado, en primer lugar, a justificar el uso de *indicadores sintéticos* o *índices de sostenibilidad agraria* al objeto de

resumir la ingente información generada por la aplicación de un amplio plan de indicadores a una extensa muestra de explotaciones, facilitando con ello el análisis y la interpretación de los resultados empíricos obtenidos. Igualmente, este mismo capítulo presenta de forma argumentada las diferentes opciones metodológicas que se han elegido para la construcción de tales índices, haciendo especial hincapié en los aspectos relacionados con la agregación y la ponderación de los indicadores de base, como fases más relevantes para su elaboración.

Por su parte, el **capítulo sexto** está diseñado para exponer *las diversas fuentes de información* empleadas en el cálculo de los indicadores e índices de sostenibilidad agraria propuestos. Así, en esta parte del documento se comenta el proceso seguido para capturar la información necesaria para calcular el valor de los indicadores de base a nivel de explotaciones. Para ello se ha contado básicamente con una encuesta a una muestra representativa de las explotaciones andaluzas de olivar, de la cual se ha obtenido información individualizada relativa al proceso productivo desarrollado en cada una de ellas. Esta información primaria ha sido complementada con fuentes secundarias, principalmente coeficientes técnicos de carácter general (aplicables a todas las explotaciones de la muestra). Igualmente en este capítulo se describen las fuentes que han permitido obtener las ponderaciones necesarias para una adecuada agregación de los indicadores de base en indicadores sintéticos. Con este fin se ha realizado una segunda encuesta a una muestra representativa de la sociedad andaluza y se ha recabado la opinión técnica de los expertos del panel que ha apoyado esta investigación.

El **capítulo séptimo** presenta los principales *resultados* del trabajo. En esta línea en primer lugar se realiza un análisis descriptivo de los indicadores de base calculados a nivel de explotación. En segundo lugar se presentan los resultados de los indicadores sintéticos calculados. Este capítulo continúa analizando los determinantes de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. De esta manera, a través del análisis multivariante de regresión lineal múltiple, se señalan las variables estructurales y coyunturales de las explotaciones que están significativamente correlacionadas con la sostenibilidad. Finalmente, se explica el resultado de la tipología de explotaciones de olivar andaluzas realizada sobre las variables relacionadas con su sostenibilidad. Este último análisis estadístico suministra información complementaria al anterior con el propósito de caracterizar la heterogeneidad de la sostenibilidad de las explotaciones.

Para terminar, el **octavo capítulo** presenta las *conclusiones* más relevantes obtenidas del trabajo, tanto desde una perspectiva metodológica como, sobre todo, desde un punto de vista práctico, al objeto de apoyar con el nuevo conocimiento empírico generado el diseño y la aplicación de las políticas públicas que deben abordar la difícil tarea de mejorar la 'gobernanza' del sector olivarero en Andalucía.

A photograph of an olive grove with rows of olive trees. A black drip irrigation line runs along the ground in the foreground. The trees have dense green foliage. The ground is covered with dry leaves and some green weeds.

Marco teórico de la investigación

Capítulo II

II. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1 Conceptualización de ‘agricultura sostenible’

II.1.1 Del ‘desarrollo sostenible’ a la ‘agricultura sostenible’

La Comisión de la ONU para el medio ambiente y el desarrollo (WCED), más conocida como la *Comisión Brundtland*, propuso la definición más extendida de ‘desarrollo sostenible’, como aquél que permite cubrir las necesidades de la generación actual sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para cubrir sus propias necesidades (WCED, 1987). Así, a partir de la década de los noventa del pasado siglo el desarrollo sostenible se ha convertido en el paradigma dominante que ha guiado los procesos de desarrollo, a la vez que se ha constituido como principio rector en el diseño e implementación de las políticas públicas (Baker, 1997; Strange y Bayley, 2008).

En este sentido cabe señalar la contribución que ha realizado la UE a este debate a través de la introducción del concepto de desarrollo sostenible entre los principios fundamentales comunitarios inspiradores de todas las políticas económicas y sociales que desarrolla (artículo 2 del Tratado de Ámsterdam y artículo I-3 del Tratado de Lisboa). De esta manera el desarrollo sostenible, de acuerdo con el Tratado, es el objetivo general a largo plazo de la UE. Al objeto de concretar este propósito, en 2001 la UE aprobó en Gotemburgo la *Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea* (EDS-UE), documento que ha sido revisado en 2006. Esta estrategia constituye un marco para una visión a largo plazo de la sostenibilidad, en la que el crecimiento económico, la cohesión social y la protección del medio ambiente van parejos y se potencian mutuamente.

La EDS-UE realiza igualmente una invitación a los Estados Miembros a que elaboren sus propias estrategias nacionales de desarrollo sostenible. España ha respondido a este llamamiento, aprobando en 2007 la *Estrategia Española de Desarrollo Sostenible* (EEDS) (Ministerio de la Presidencia, 2007). Asimismo, a nivel autonómico, la consecución del desarrollo sostenible también se ha planteado como uno de los principios que debe guiar el modelo de crecimiento regional. Para ello la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha aprobado igualmente la *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible* (EADS) (CMA, 2003), donde se identifican las principales líneas de actuación y los principales retos que plantea la sostenibilidad en esta Comunidad Autónoma durante los próximos años.

De todos los sectores económicos que intervienen en el desarrollo de la humanidad, sin duda la agricultura desempeña un papel fundamental, en la medida que abastece al conjunto de la población de bienes básicos para

su supervivencia, como son los alimentos. De hecho, puede afirmarse que la existencia de una 'agricultura sostenible' es condición *sine qua non* para lograr un desarrollo verdaderamente sostenible (Convoy y Barbier, 1990).

Pero, ¿qué es realmente la 'agricultura sostenible'? La respuesta a esta pregunta ha generado un interesante debate científico sobre cómo compatibilizar el incremento de la producción para satisfacer las necesidades de alimentos y fibras de una población creciente, y la conservación de los recursos utilizados para dicha producción. En este sentido, si bien existen multitud de definiciones y enfoques alternativos, existe un gran consenso al definir la agricultura sostenible como aquélla que cumple los siguientes requisitos (Smit y Smithers, 1993; Yunlong y Smit, 1994; OECD, 1995; Hansen, 1996; Becker, 1997; Panell y Schilizzi, 1999; Conway y Barbier, 1990; Raman, 2006):

- a) promueve la suficiencia alimentaria,
- b) conserva los recursos naturales y protege el medio ambiente,
- c) es viable económicamente y
- d) es social y culturalmente aceptable.

En cualquier caso, si bien el enfoque básico arriba comentado es fácil de establecer, el desarrollo de una definición más operativa de agricultura sostenible, de la cual se deriven metodologías pragmáticas para evaluar el grado de sostenibilidad de sistemas agrarios reales, es una tarea mucho más difícil.

II.1.2 Conceptualización operativa de la agricultura sostenible

De las múltiples interpretaciones del concepto de desarrollo sostenible, dos parecen predominar en la literatura económica. Se trata de los enfoques 'patrimonial' y 'mosaico'. El *enfoque 'patrimonial'* establece que para que un proceso de desarrollo sea sostenible debe mantenerse la equidad intergeneracional, haciendo que el *stock* de capital (entendido éste como capacidad productiva en sentido genérico, tanto de origen natural como construido por el hombre) que herede la próxima generación sea al menos el mismo que el que la generación actual ha heredado de la anterior. En cualquier caso, conviene señalar que existen dos variaciones de este enfoque (Turner, 1993; Pearce y Atkinson, 1998; Hediger, 1999). El primero es el de '*sostenibilidad débil*', que considera que el capital natural y el construido por el hombre son sustituibles. Por tanto, bajo este supuesto propio de la Economía Neoclásica, el requisito básico para alcanzar la sostenibilidad es que el *stock* total de capital (natural + artificial) no disminuya. La segunda variante se corresponde con el de '*sostenibilidad fuerte*'. Ésta parte del supuesto de no sustituibilidad propio de la Economía Ecológica, exigiendo que para que el desarrollo pueda ser calificado como 'sostenible', el *stock* de capital natural no disminuya en ningún caso con el tiempo.

Aunque el desarrollo sostenible puede explicarse en términos patrimoniales, generalmente se acepta que este concepto tiene múltiples connotaciones ecológicas, económicas y sociales. Esta conceptualización representa el *enfoque 'mosaico'* (Douglass, 1984; Yunlong y Smit, 1994; Brouwer, 2004; Raman, 2006). Así el desarrollo sostenible puede descomponerse en las siguientes tres componentes básicas:

- *Sostenibilidad ambiental*, que requiere que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos biológicos en que se fundamentan los ecosistemas naturales. Para el caso de la agricultura, esto se puede traducir como la capacidad para garantizar la continuidad de la productividad agraria gracias al uso de prácticas que permitan un uso adecuado de los recursos naturales (especialmente los no renovables) y la prevención de daños a los ecosistemas locales y globales.
- *Sostenibilidad económica*, que requiere que el desarrollo sea económicamente viable. Particularizando para la agricultura, esto requiere a nivel microeconómico la rentabilidad de la actividad para los productores privados, y a nivel macroeconómico una contribución positiva del conjunto del sector a la renta regional/nacional.
- *Sostenibilidad socio-cultural*, que exige que el desarrollo sea social y culturalmente aceptable. Para el caso de la agricultura esta condición se traduce como la garantía de la suficiencia alimentaria, la equidad en el reparto de la renta generada y la contribución a la viabilidad de las comunidades rurales.

De lo comentado anteriormente se deduce cómo el concepto de 'agricultura sostenible' es de naturaleza multidimensional. Dicha característica ha hecho que existan múltiples definiciones de este concepto. Smit y Smithers (1993) analizan las distintas interpretaciones de 'agricultura sostenible', evidenciando que las diferencias entre ellas radican en la dispar conceptualización de 'agricultura' y de 'sostenibilidad'.

Conceptualización de 'agricultura': las explotaciones olivareras como unidad de análisis

Al conceptualizar la actividad agraria, el aspecto más relevante a determinar es la escala espacial del análisis, pues la 'agricultura' comprende desde el nivel de parcela, donde los atributos claves se refieren a las relaciones planta-suelo (perspectiva agronómica), hasta la escala global, donde los elementos de estudio se refieren básicamente a temas relacionados con el comercio internacional (perspectiva macroeconómica). En esta línea ha habido algunos intentos de integrar las diferentes interpretaciones y escalas de la agricultura (Spedding, 1979; Conway, 1985; Lowrance et al., 1986), que consideran este sector como una jerarquía de sistemas productivos, cuya unidad básica es la *parcela* (unidad de producción), que se agregan

en explotaciones agrarias (unidad de gestión), que a su vez componen los *sistemas agrarios* (unidad de paisaje o ecológica), los cuales finalmente se agrupan políticamente en *regiones y/o estados* (unidad política). En cualquier caso, todos los autores reconocen la existencia de fuertes interrelaciones entre los diferentes niveles jerárquicos. A pesar de ello, la mayoría de estudios realizados hasta la fecha siguen un enfoque pragmático, enfocando sus trabajos en una escala concreta de la agricultura, dada la imposibilidad práctica de analizar conjuntamente todos los niveles de la jerarquía.

La evaluación empírica de la sostenibilidad agraria requiere la consideración de casos concretos de estudio. En este sentido, la presente investigación se plantea como ámbito de análisis el conjunto del sector del olivar andaluz. No obstante, la unidad básica considerada para el análisis ha sido la *explotación olivarera*¹. Esta decisión está justificada en la medida que las explotaciones agrarias dedicadas al cultivo del olivo constituyen las unidades económicas de decisión y gestión, sobre las cuales pueden incidir directamente las políticas públicas orientadas a la ‘gobernanza’ del sector. Por este mismo motivo las explotaciones agrarias han sido consideradas igualmente como unidades básicas para el análisis en multitud de trabajos anteriores en esta misma línea. Una revisión crítica de trabajos que analizan la sostenibilidad agraria sobre la base del desempeño de las explotaciones puede encontrarse en van der Werf y Petit (2002). Otros estudios igualmente relevantes en este sentido no recogidos en el trabajo anterior son los de Bockstaller et al. (1997), Girardin et al. (2000), Andreoli y Tellarini (2000), van Passel et al. (2007), Andersen et al. (2007), Russillo y Pintér (2009) y Gómez-Limón y Sánchez-Fernández (2010).

En cualquier caso, el estudio de la sostenibilidad de las explotaciones olivareras debe tener en cuenta la heterogeneidad de circunstancias ecológicas en que se desarrolla este cultivo. Efectivamente, parece lógico pensar que no puede exigírsele el mismo desempeño en cuanto a la provisión de bienes y servicios (públicos y privados) a una explotación de olivar de secano localizada en una zona de montaña que a un olivar de regadío situado en una fértil vega. Resulta evidente, por tanto, que existe una serie de características estructurales de la explotación, que son no discrecionales para el olivicultor en el corto plazo (por ejemplo, la pendiente del terreno o la disponibilidad de agua para riego), que condicionan la capacidad de ésta para satisfacer las demandas que la sociedad les reclama (Amores y Contreras, 2009). Por este motivo la

1 Según los datos de la CAP (2008), de las 320.354 explotaciones de olivar andaluzas, 295.539 (92,3 por ciento) producen exclusivamente aceituna para almazara, mientras que sólo 5.704 (1,7 por ciento) se centran en la producción de aceituna de mesa; las restantes 19.111 explotaciones (6,0 por ciento) tienen una orientación mixta, destinando su producción a almazaras o entamadoras en función de los mercados de ambos tipos de aceitunas. Teniendo en cuenta estos datos, esta investigación ha optado por centrarse en el estudio de las *explotaciones olivareras de aceitunas para almazara*. Así, en lo que sigue, siempre que el texto se refiera a ‘explotaciones de olivar’ se estará aludiendo de manera más concreta a las ‘explotaciones olivareras de aceitunas para almazara’.

evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones debe enmarcarse dentro de una escala mayor, como es el sistema agrario (Niemeijer, 2002; Turnhout et al., 2007). En esta línea debe entenderse por sistema agrario “aquella unidad geográfica compuesta por un conjunto de hechos naturales, históricos, sociales, económicos, jurídicos y técnicos que condicionan los métodos de cultivo que conforman el paisaje agrario homogéneo” (Egea, 2005).

Por lo comentado anteriormente, el análisis empírico planteado para esta investigación requiere la consideración de las particularidades ecosistémicas sobre las que se desarrollan los diferentes ‘*sistemas de olivar*’. Ciertamente, en el seno del sector del olivar, de aspecto aparentemente uniforme, existe una gran heterogeneidad interna, pudiéndose diferenciar olivares muy dispares desde el punto de vista de la gestión de los recursos naturales o de sus efectos sociales y económicos (Guzmán Álvarez, 2005; CAP, 2008). Tal circunstancia obliga a realizar un análisis de la sostenibilidad diferenciado para cada uno de ellos.

Los olivares pueden clasificarse según múltiples variables: tamaño de las explotaciones, pendiente del terreno, densidad de plantación, existencia o no de riego, variedades de olivar, número de pies por árbol, rendimientos productivos, etc. En cualquier caso, cabe comentar que la caracterización del olivar andaluz sobre la base de estas variables estructurales y agronómicas evidencia diferentes relaciones entre las mismas (CAP, 2008). Así, por ejemplo, el regadío se asocia en mayor medida a zonas de baja pendiente, altas densidades de plantación y elevados rendimientos, características todas ellas que definen un sistema de olivar concreto. Teniendo en cuenta tales circunstancias, cabe destacar la tipología de explotaciones de olivar desarrollada por la propia Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (CAP, 2003), basada en las siguientes variables²:

- *Régimen de cultivo*, diferenciando entre plantaciones que se manejan en ‘secano’ (S), sin ninguna superficie de riego, o en ‘regadío’ (R), si tiene toda o parte de la superficie en riego.
- *Densidad de plantación y número de pies por árbol*, variables que se integran para distinguir entre olivar ‘tradicional’ (T), si existe más de un pie por árbol o una densidad de plantación inferior o igual a 160 olivos por hectárea, o ‘intensivo’ (I), si existe un pie por árbol y una densidad de plantación superior a 160 olivos por hectárea³.

2 La tipología planteada por la Consejería de Agricultura y Pesca (CAP, 2003) también considera la *edad de la plantación* como variable clasificadora de las explotaciones de olivar, distinguiendo entre ‘plantaciones adultas’ (aquellas sin olivar de nueva plantación) y las que se encuentra ‘en renovación’ (si posee un porcentaje de olivos renovados). No obstante, al objeto de hacer más operativa la clasificación resultante, dicha variable no ha sido tenida en cuenta para este trabajo.

3 La tipología propuesta por la CAP (2003) establece una densidad de plantación de 140 árboles por hectárea como criterio diferenciador entre las plantaciones ‘tradicionales’ e

- *Pendiente del terreno*, distinguiendo entre ‘alta pendiente’ (AP), si ésta es igual o superior al 15 por ciento, o ‘pendiente moderada’ (PM), si ésta es inferior al 15 por ciento.

Sobre la base de estas cuatro variables cabe definir 8 tipos olivar, cuya importancia en términos socio-económicos (número de explotaciones) y ambientales (superficie) puede apreciarse en el Cuadro II.1.

CUADRO II.1. Descripción de las clases de olivar en Andalucía (2005)						
Sistema de olivar	Explotaciones		Superficie		Tamaño medio de la explotación (ha)	Densidad media por explotación (olivos/ha)
	Número	Porcentaje	ha	Porcentaje		
S-T-AP	107.150	37,48	444.465	32,67	4,15	113,87
S-T-PM	92.225	32,26	436.942	32,11	4,74	113,06
S-I-AP	11.374	3,98	40.044	2,95	3,52	188,83
S-I-PM	11.386	3,98	50.413	3,70	4,43	199,40
R-T-AP	18.697	6,54	80.932	5,95	4,33	130,00
R-T-PM	35.872	12,55	226.184	16,62	6,30	147,24
R-I-AP	2.816	0,99	11.682	0,86	4,15	204,54
R-I-PM	6.347	2,22	70.053	5,15	11,03	235,47
Fuente: Elaboración propia a partir de CAP (2008).						

Esta misma tipología de olivares andaluces, que goza de ya de un amplio reconocimiento en el ámbito administrativo y académico (Amores y Contreras, 2009), es la que ha adoptado esta investigación. Así, en lo que sigue, se considera que cada una de las clases anteriores caracteriza un sistema de olivar diferenciado.

Un análisis pormenorizado de la sostenibilidad de cada uno de estos sistemas agrarios excede de las posibilidades de una investigación como esta. Por este motivo se ha optado por centrar el estudio en aquellos que resultan más relevantes en Andalucía:

1. **Sistema S-T-AP** (37 por ciento de las explotaciones y 33 por ciento de la superficie de olivar en Andalucía). Se corresponde con el **olivar tradicional de sierra**, caracterizado por tratarse de un cultivo leñoso

‘intensivas’. Nos obstante, a la luz los resultados del muestreo realizado (véase apartado VI.1) y la opinión de los expertos consultados (véase apartado III.3), se ha considerado conveniente elevar este límite hasta los 160 olivos por hectárea.

extensivo, con plantaciones con amplios marcos (reducido número de árboles por superficie) y gestionada bajo un sistema productivo *low-input-low-output*. Hasta hace unas décadas estos olivares se han gestionado por principios de economía orgánica. En nuestros días, sin embargo, se han mecanizado algunas pocas labores y se ha extendido la aplicación de agroquímicos, si bien dentro de esta tipología se sitúan igualmente la mayoría de explotaciones de olivar ecológico y de producción integrada. Estas explotaciones se caracterizan también por su carácter ‘marginal’ desde una perspectiva económica (escasa o nula rentabilidad), y por la generación de importantes externalidades positivas desde el punto de vista la biodiversidad y el paisaje (*High Value Farming Systems*).

2. Sistema S-T-PM (32 por ciento de las explotaciones y 32 por ciento de la superficie de olivar). Se trata del **olivar tradicional de campiña** (terrenos con buenas características agronómicas), que si bien son cultivados en régimen extensivo, a lo largo de los últimos años han experimentado un incremento paulatino de su productividad gracias al empleo de nuevas técnicas agronómicas de fertilización y tratamientos fitosanitarios, y sobre todo, la mecanización.

3. Sistema R-T-PM (13 por ciento de las explotaciones y 17 por ciento de la superficie de olivar). Se trata de olivares tradicionales que, recientemente, han podido incrementar su productividad gracias al acceso a agua de riego y la adopción de otras técnicas productivas más intensivas en el uso de los factores, innovaciones que han posibilitado que sus titulares mejoraran significativamente la rentabilidad. Por lo anterior, a este sistema se puede denominar de **olivar de regadío ‘semi-intensivo’**.

Estos tres sistemas de olivar serán los que, en principio, se consideren como casos de estudio en este trabajo. En conjunto éstos cubren al 82 por ciento de las explotaciones y el 81 por ciento de la superficie de olivar en Andalucía, porcentajes que evidencian su carácter representativo del conjunto del sector a nivel autonómico.

Concretados así los sistemas de olivar a estudiar, cabe adelantar que la aplicación empírica planteada se realizará mediante la selección de sendas muestras representativas de explotaciones en cada uno de ellos. De esta forma se permitirá un tratamiento diferenciado de los resultados de dichas explotaciones por sistema de olivar, posibilitando la realización de análisis comparativos (*benchmarking* y tipologías de las mismas), así como los correspondientes estudios sobre los determinantes del desempeño sostenible de estas unidades básicas de producción.

Conceptualización de la 'sostenibilidad' como propiedad

El concepto de agricultura sostenible no goza de un significado unívoco. Tal y como pone de manifiesto Hansen (1996), existen dos acepciones básicas de este término. La primera, de carácter normativo (prescriptivo), considera la sostenibilidad como un '*enfoque*' o una directriz para guiar la evolución de la agricultura. La segunda acepción es de carácter positivo (descriptivo), y califica la sostenibilidad como una '*propiedad*' de la agricultura. Así, un sistema agrario es sostenible si es capaz de satisfacer determinadas necesidades de forma continuada en el tiempo. Estas necesidades se relacionan con el carácter multidimensional de la sostenibilidad anteriormente aludido: protección ambiental, provisión de alimentos, viabilidad económica y aceptación social. Como evidencia este mismo autor, sólo esta segunda significación de sostenibilidad puede considerarse adecuada desde una perspectiva científica, siendo pues la que se adopta para el desarrollo de este trabajo.

En todo caso es necesario insistir en que esta segunda acepción de sostenibilidad, que considera ésta como una propiedad de los sistemas agrarios, no está exenta de problemas de cara a su concreción operativa. En primer lugar están los problemas derivados de su carácter temporal. Efectivamente, la sostenibilidad exige analizar la producción futura a largo plazo de bienes y servicios por parte de la actividad agraria, circunstancia que no puede observarse en un marco temporal de intervención razonable. Este hecho hace que la definición de sostenibilidad en términos de preservación de la capacidad productiva tenga poca utilidad práctica, en la medida que es imposible realizar experimentos para horizontes temporales tan amplios (Becker, 1997). En segundo lugar, está la dificultad de determinar qué demandas concretas debe satisfacer la actividad agraria para ser sostenible, cuestión sobre la cual pueden existir multitud de opciones. En este sentido la sostenibilidad debe entenderse en buena medida como una *construcción social*, cambiante en función de las demandas de la ciudadanía, teniendo por tanto una formulación específica para cada ámbito geográfico y temporal (Hediger, 1999; Kates et al., 2001; Stoorvogel et al., 2004; Raman, 2006: 39-41).

Ambos problemas han dificultado durante largo tiempo el empleo práctico del concepto de sostenibilidad como herramienta operativa para guiar el desarrollo agrario. En este sentido, resulta evidente la pertinencia del objetivo metodológico planteado en este trabajo, a través del cual se pretende proponer una técnica de análisis que permita superar, al menos parcialmente, las limitaciones antes indicadas. De esta manera se persigue hacer operativo el concepto de sostenibilidad agraria para su uso como elemento de evaluación del desempeño de las explotaciones de olivar.

II.2 Evaluación empírica de la sostenibilidad agraria a través de indicadores

II.2.1 Alternativas metodológicas para el análisis empírico de la sostenibilidad agraria

Al objeto de evaluar cuantitativamente la sostenibilidad de la agricultura se han desarrollado cuatro tipos de enfoques metodológicos:

1. *Indicadores de sostenibilidad.* Este enfoque consiste en la interpretación de la sostenibilidad como la habilidad para satisfacer un conjunto de diferentes demandas (enfoque 'mosaico'). Para ello se identifican una batería de indicadores que se consideran aproximaciones adecuadas para cuantificar la satisfacción de tales demandas, que son calculados y analizados para el subsistema agrario objeto de estudio (Bell y Morse, 2008).
2. *Tendencias temporales.* Este conjunto de metodologías analiza la sostenibilidad como la habilidad de un sistema de permanecer productivo a lo largo del tiempo. Así la evaluación de la sostenibilidad agraria se cuantifica en términos de cambios en la capacidad productiva (relación de *inputs* frente a *outputs*). En este sentido, un sistema será sostenible si no existe tendencia productiva negativa (Lynam y Herdt, 1989; Byerlee y Murgai, 2001).
3. *Resiliencia y sensibilidad.* El estudio de ambos atributos de los sistemas agrarios se interpreta la sostenibilidad como la capacidad de estos para continuar produciendo cuando son sometidos a diferentes tipos de presiones (Blaikie y Brookfield, 1987).
4. *Simulación.* Los modelos de simulación de la dinámica del suelo y los cultivos también pueden utilizarse para la evaluación de la sostenibilidad agraria cuando son desarrollados para examinar los impactos de diferentes alternativas de intervención a largo plazo (Hansen y Jones, 1996).

Todos estos enfoques presentan inconvenientes (Hansen, 1996; Becker, 1997; Smith y McDonald, 1998; Ness et al., 2007). Así, la principal desventaja del empleo de indicadores de sostenibilidad es la dificultad para diagnosticar las causas de la insostenibilidad y evaluar los efectos de posibles intervenciones futuras (propuestas de actuación) sobre la sostenibilidad de los sistemas estudiados. Por su parte, el análisis en base a tendencias temporales presenta como mayores problemas la dificultad de encontrar estadísticas y series de datos temporales para la realización de este tipo de estudios, así como la indeterminación del carácter sostenible o

no de los sistemas agrarios cuando los *inputs* y los *outputs* se incrementan a la vez. En cuanto a los estudios basados en la resiliencia y la sensibilidad, el mayor inconveniente que plantean es la dificultad de obtener una medición adecuada de ambos atributos en los sistemas agrarios. Finalmente, los modelos de simulación están condicionados por su limitada capacidad para prever realmente el futuro comportamiento de sistemas tan complejos como los agrarios. Además, como inconveniente adicional de los tres últimos enfoques mencionados debe indicarse igualmente la no inclusión de las componentes de carácter económico y social asociadas al concepto de sostenibilidad.

La literatura científica que se ha centrado en la evaluación de la sostenibilidad agraria ha sopesado las ventajas e inconvenientes que presenta cada enfoque y ha apostado mayoritariamente por el método basado en la construcción y cálculo de indicadores de sostenibilidad. Por estos mismos motivos, este trabajo ha optado por seguir también dicho enfoque para el desarrollo de la aplicación empírica propuesta. En cualquier caso, como luego se comentará, el objetivo metodológico de la investigación es avanzar en el desarrollo de un método de evaluación de la sostenibilidad agraria basado en indicadores, introduciendo para ello las siguientes innovaciones en el análisis: a) un diseño específicamente ideado para su implementación a las explotaciones de olivar andaluz, b) una conceptualización de la sostenibilidad agraria como una construcción social, integrando dentro de la investigación las preferencias sociales en relación con el desempeño de las explotaciones de olivar, y c) una simplificación de la información resultante del análisis de indicadores a través de indicadores sintéticos o índices de sostenibilidad, que facilite la comprensión de dichos resultados por un público amplio y contribuya como elemento informativo clave a la toma de decisiones políticas.

II.2.2 El análisis de la sostenibilidad agraria a través de indicadores e índices

Indicadores de sostenibilidad

Los indicadores son variables que informan sobre el estado de funcionamiento de un sistema, sea éste una máquina, un ser humano, un ecosistema o una explotación agraria, como es nuestro caso. Así pues, los *indicadores de sostenibilidad* son atributos cuantificables de un sistema que puede juzgarse en relación con su sostenibilidad (Panell y Schilizzi, 1999; Kuik y Gilbert, 1999).

La principal virtud de este enfoque es la posibilidad de superar las dificultades antes comentadas en relación con el concepto de sostenibilidad agraria para su desarrollo operativo. Así, desde una perspectiva eminentemente

pragmática, se ha ido consolidando la idea de que la evaluación empírica de la sostenibilidad agraria debe fundamentarse en la triple dimensión del concepto: ambiental, económica y social. Así, puede admitirse que un sistema agrario es sostenible cuando las tasas de intercambio entre los objetivos considerados para la evaluación pública de su desempeño (objetivos ambientales -como la regeneración de los recursos naturales o la protección de ecosistemas-, objetivos económicos -como el crecimiento de la renta de los productores y el mantenimiento de la estabilidad macroeconómica-, y objetivos sociales -como la equidad, la generación de empleo o la cobertura de las necesidades básicas) alcanzan valores aceptables para el conjunto de la sociedad (Hediger, 1999; Kates et al., 2001; Stoorvogel et al., 2004; Raman, 2006: 39-41). Así, este enfoque metodológico se basa en la cuantificación del desempeño de cada una de las dimensiones mencionadas a través de una batería de indicadores definidos con este propósito, y su posterior análisis conjunto al objeto de realizar una valoración integral de la información suministrada por la totalidad de los indicadores considerados (Bell y Morse, 2008).

En lo que atañe al diseño y cálculo de indicadores relativos a los aspectos económicos y sociales, cabe afirmar que hace ya décadas que se cuenta con análisis teóricos suficientemente contrastados y susceptibles de aplicación empírica. La definición de indicadores agroambientales, sin embargo, está algo menos desarrollada, aunque se hayan realizado avances muy importantes en esta línea a lo largo de la última década. Dichos avances se deben tanto a los trabajos desarrollados en el seno de instituciones internacionales como la OCDE (OECD, 1999a, 1999b y 2001a) o la UE (EEA, 2005 y 2006), como por diferentes grupos de investigadores que han ido reflejando sus propuestas en la literatura. Para una revisión de trabajos teóricos y aplicados al respecto recomendamos al lector interesado la lectura de Brouwer y Crabtree (1999), van der Werf y Petit (2002), Niemeijer (2002), Payraudeau y van der Werf (2005) y van Loon et al. (2005). Sólo una vez se ha desarrollado todo este cuerpo de conocimiento, el concepto de sostenibilidad ha empezado a ser utilizado como criterio operativo para la evaluación del desempeño global de la agricultura a diferentes escalas (explotación, sistema agrario y región o nación).

Teniendo en cuenta el actual estado de conocimiento, el desarrollo metodológico de este enfoque para su aplicación a las explotaciones de olivar en Andalucía pretende realizarse teniendo en cuenta dos criterios básicos. El primero de ellos es el de la *fiabilidad* del método, lo cual se pretende alcanzar sobre la base de:

- a) una adecuada selección de indicadores, adaptada a las condiciones particulares de los sistemas de olivar existentes en Andalucía, y

- b) un diseño razonable de la captura de información primaria a nivel de explotación para el cálculo preciso de dichos indicadores. El segundo de los criterios a seguir es la *aplicabilidad* del método de evaluación, posibilitando que éste sea de aplicación fácil, rápida y económica. Sólo de esta manera será posible su aplicación al mundo real de una forma extensa (en nuestro caso, a una muestra representativa de explotaciones de los diferentes sistemas de olivar consideradas), posibilitando así que su implementación constituya un soporte informativo válido para la mejora en los procesos de diseño y aplicación de las políticas públicas que inciden sobre este subsector agrario.

Indicadores sintéticos de sostenibilidad

Aún en el caso de que se realice una adecuada selección y cálculo de indicadores, la cuantificación empírica de la sostenibilidad agraria a través de estos sigue planteando hoy en día ciertos problemas. La mayor de estas dificultades la constituye la complejidad de interpretar conjuntamente los múltiples indicadores que requiere este tipo de análisis, circunstancia que obstaculiza la utilización de este tipo de análisis como herramienta práctica de apoyo a la toma de decisiones privadas y públicas. Este problema ha tratado de superarse a través de la aplicación de métodos de agregación de estos conjuntos multidimensionales de indicadores en *indicadores sintéticos* o *índices*. Esta opción ya ha sido empleada, entre otros, por Taylor et al. (1993), Stockle et al. (1994), Andreoli y Tellarini (2000), Pirazzoli y Castellini (2000), Sands y Podmore (2000), Rigby et al. (2001), van Calker et al. (2006), Hajkowicz (2006), Qiu et al. (2007) o Sattler et al. (2010). La agregación de indicadores, no obstante, ha sido objeto de numerosas críticas (Hansen, 1996; Bockstaller et al., 1997; Morse et al., 2001; Ebert y Welsch, 2004; Hueting y Reijnders, 2004; Munda, 2005; Böhringer y Jochem, 2007). En primer lugar estos procedimientos han sido puestos en duda por el carácter 'subjetivo' de los métodos empleados, que se manifiesta en la elección de las formas funcionales apropiadas para la agregación de los indicadores individuales y en las ponderaciones escogidas para cada uno de los diferentes indicadores individuales. En segundo lugar, también han sido criticados por permitir habitualmente la compensación de las diferentes dimensiones o atributos que componen la sostenibilidad (métodos aditivos de agregación), a pesar de su supuesta inconmensurabilidad.

La metodología propuesta para esta investigación tratará de superar las dificultades mencionadas, proponiendo un análisis basado en un conjunto de indicadores sintéticos que sean capaces de resumir la información resultante de un amplio conjunto de indicadores, utilizando para ello diferentes sistemas de agregación válidos que tengan en cuenta el carácter parcialmente incommensurable de las componentes de la sostenibilidad. Para ello se partirá de los avances realizados en esta línea por Gómez-Limón y Riesgo (2009) y Gómez-Limón y Sánchez-Fernández (2010).

II.3 Marcos teóricos para el análisis de la sostenibilidad agraria a través de indicadores

Para gestionar la gran cantidad de información suministrada por los métodos basados en indicadores (multitud de indicadores y unidades de análisis) se han desarrollado diferentes marcos teóricos. Estos marcos teóricos son contruidos al objeto de orientar la implementación de este enfoque metodológico, especialmente durante las primeras etapas, encaminadas al desarrollo del sistema de indicadores. Así, su objetivo último es conseguir que el conjunto de indicadores calculados permita ofrecer una visión integrada y coherente del fenómeno de la sostenibilidad, permitiendo además que a través del análisis puedan estudiarse las relaciones causales y de interdependencia que lo caracterizan.

Entre los marcos teóricos aplicados hasta la fecha para la evaluación de la sostenibilidad agraria a través de indicadores cabe destacar los dos siguientes:

- *El marco PSR (Pressure-State-Response)* propuesto por la OCDE (OECD, 1993) para temas relacionados con la sostenibilidad ambiental, y que ha dado lugar a un sistema de indicadores ambientales para la agricultura ampliamente difundido (OECD, 1999a; 1999b y 2001a).
- *El marco DPSIR (Driving Forces-Pressure-State-Impact-Response)*, que representa una evolución del anterior y ha sido desarrollado por la UE a través de Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 1999). El proyecto europeo de investigación IRENA (*Indicators Reporting on the Integration of Environmental Concerns into the Agricultural Policy*), ha hecho uso de este marco, con el objetivo principal de definir un sistema de indicadores que permita la integración de los aspectos ambientales de la agricultura dentro de la Política Agraria Común (EEA, 2005 y 2006).

Una limitación importante de los esfuerzos realizados en el marco de la OCDE y de la UE es que la mayor parte de la información disponible ha sido recopilada a escala nacional, al objeto de facilitar la comparación internacional de la sostenibilidad agraria. Sin embargo, dado el sesgo ‘macro’ de ambos marcos teóricos, resulta difícil su traslación a escalas territoriales menores, tal y como se pretende para el presente trabajo (Rigby et al., 2001; Rao y Rogers, 2006). Efectivamente, tal y como se comentó en el apartado anterior, la amplia diversidad de ecosistemas de olivar y la especificidad de los impactos económicos y ambientales de las distintas alternativas para su cultivo vienen a indicar que el ‘sistema de olivar’ y la ‘explotación olivarera’ resultan ser las escala de referencia más apropiadas para el análisis de su sostenibilidad.

Más adecuado para la investigación propuesta resulta ser el marco teórico FESLM (*Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management*), desarrollado por el Banco Mundial y la FAO con el propósito de proporcionar un marco más adecuado para el análisis de la sostenibilidad agraria a escala local (Smyth y Dumanski, 1994; Tisdell, 1996). Este marco está basado en cinco pilares básicos:

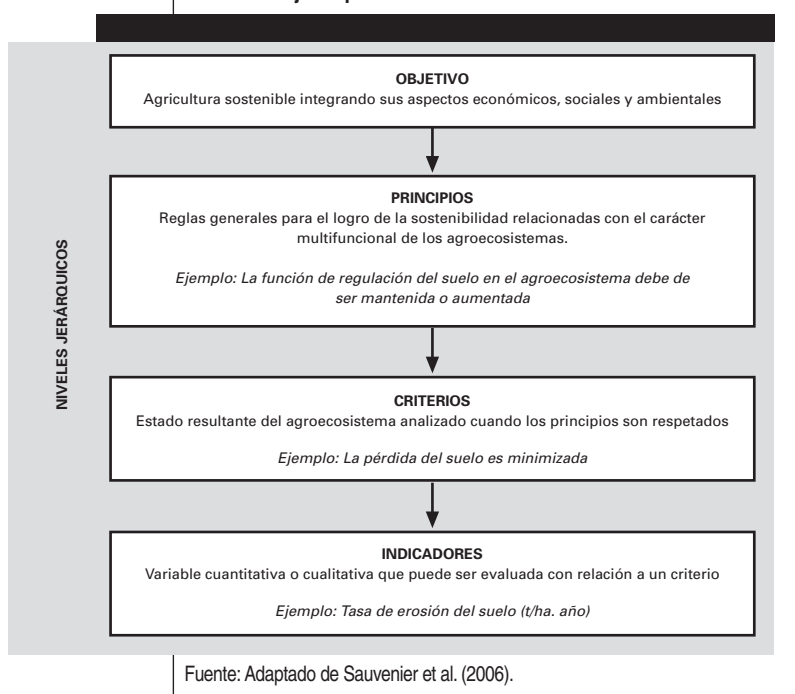
- a) el mantenimiento y mejora de la producción ('productividad'),
- b) la reducción de los riesgos productivos ('seguridad'),
- c) la protección de los recursos naturales y la prevención de la degradación del suelo y del agua ('protección'),
- d) la viabilidad económica ('viabilidad') y
- e) la aceptación social ('aceptabilidad').

Para la aplicación de este marco, y para cada uno de estos pilares, se emplean un conjunto de criterios de diagnóstico basados en indicadores y valores límite. En cualquier caso, este marco teórico tampoco está exento de críticas (Smith y McDonald, 1998; Lefroy et al., 2000), entre las cuales cabe destacar el ser un enfoque únicamente centrado en la propia actividad productiva de la agricultura, que ignora en buena medida los efectos de las explotaciones agrarias dentro y fuera de los ecosistemas en que se localizan.

En este mismo sentido cabe resaltar igualmente los trabajos de diferentes grupos de investigadores que han ido reflejando sus distintas propuestas de marcos teóricos en la literatura. Entre ellos cabe destacar el marco metodológico de evaluación de la sostenibilidad propuesto por Sauvenier et al. (2006) y van Cauwenbergh et al. (2007), denominado Marco **SAFE** (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*). Dicho marco propone evaluar la sostenibilidad de la actividad agraria mediante el empleo de una estructura jerárquica adaptada de la aplicación de la Teoría PC&I (Lammerts van Bueren y Blom, 1997). Dicha estructura está compuesta por una jerarquía que cuenta, por orden decreciente, con los siguientes niveles:

- a) principios,
- b) criterios, y
- c) indicadores, tal y como aparece representada en el gráfico II.1.

GRÁFICO II.1 Estructura jerárquica del Marco SAFE



La definición de cada uno de los niveles jerárquicos es la que a continuación se describe:

- **Principios.** Este primer nivel jerárquico está relacionado con las múltiples funciones que desempeñan los agroecosistemas (de Groot et al., 2002), que pueden asociarse a los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: económico, social y ambiental. Así, un ‘principio’ es una ley o regla fundamental que sirve de base para el análisis y la acción a favor de la sostenibilidad. Estos principios están relacionados con el desempeño multifuncional de los sistemas agrarios, siendo de carácter general y aplicables a escala internacional.
- **Criterios.** Son los estados resultantes de los sistemas agrarios cuando los diferentes principios son respetados. Los criterios trasladan los principios generales a los agroecosistemas particulares objeto de estudio (los sistemas andaluces de olivar en nuestro caso), por lo que son más concretos que los primeros y, por tanto, más fáciles de relacionar con los indicadores.

- *Indicadores.* Constituyen variables de diversa índole que pueden ser evaluadas para medir el grado de cumplimiento de un criterio. Los indicadores seleccionados deben de conformar un conjunto representativo de la sostenibilidad agraria de los sistemas agrarios objeto de estudio en todos sus aspectos (económicos, sociales y ambientales).

El marco teórico SAFE así definido ha sido el considerado en esta investigación para el desarrollo de la metodología de análisis. En este sentido, como se explica en los siguientes capítulos del documento, se ha procedido a definir los principios y criterios relacionados con la sostenibilidad agraria de los sistemas de olivar en Andalucía (Capítulo III), así como la selección de los indicadores de sostenibilidad correspondientes (Capítulo IV).



Desarrollo metodológico

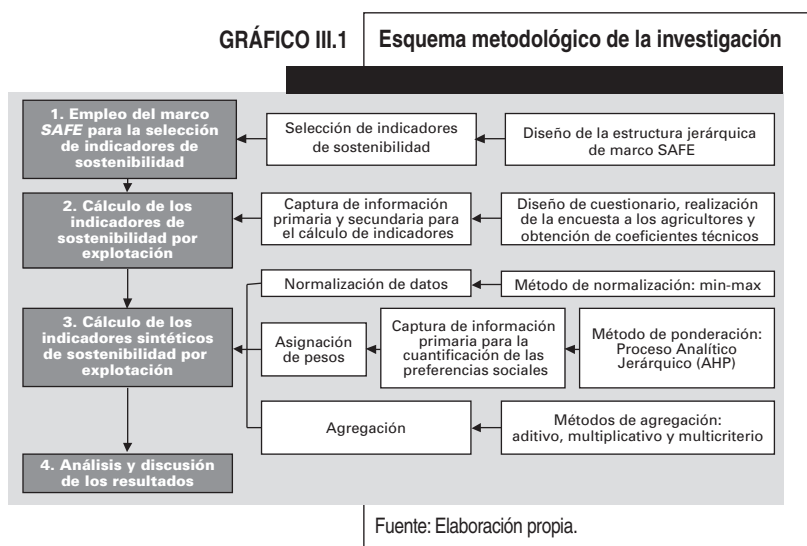
Capítulo III

III. DESARROLLO METODOLÓGICO

III.1 Esquema general de la metodología

El esquema metodológico empleado en esta investigación se refleja en el gráfico III.1. Así este trabajo se ha desarrollado siguiendo cuatro etapas fundamentales:

- 1) selección de indicadores de sostenibilidad,
- 2) cálculo de los indicadores de sostenibilidad,
- 3) cálculo de los indicadores sintéticos de sostenibilidad y
- 4) análisis y discusión de los resultados.



A continuación se resumen los objetivos de cada una de las cuatro etapas antes comentadas, a manera de visión de conjunto de la metodología seguida para este trabajo:

1. *Selección de los indicadores de sostenibilidad.* Empleando el SAFE como marco teórico, se han definido los principios y criterios relacionados con la sostenibilidad de los sistemas andaluces de

olivar (véase apartado I.2). A continuación se ha realizado una larga y exhaustiva revisión bibliográfica para la identificación de indicadores de sostenibilidad que pudieran ajustarse a los principios y criterios previamente establecidos, seleccionando aquellos que se han considerados más adecuados para este trabajo (véase Capítulo 4). Así, finalmente se ha podido establecer una estructura jerárquica de aplicación del marco SAFE específica para nuestro caso de estudio basada en 6 principios, 22 criterios y 27 indicadores de sostenibilidad. Estos últimos son los que se han utilizado como base para el estudio empírico desarrollado.

2. *Cálculo de los indicadores de sostenibilidad por explotación.* Se ha procedido a la obtención de información primaria vía aplicación de encuestas a olivicultores (apartado VI.1). Igualmente se han recopilado coeficientes de carácter técnico de diversas fuentes secundarias (apartado VI.2). A partir de estas fuentes de información se han calculado cada uno de los indicadores seleccionados para cada explotación muestreada en los distintos sistemas de olivar analizados.
3. *Cálculo de indicadores sintéticos de sostenibilidad por explotación.* Con este propósito se han seguido las diez etapas sugeridas por Nardo et al. (2005a y 2005b) y OECD y JRC (2008) para la construcción de indicadores sintéticos. Para ello se han implementado tres metodologías de agregación (ver apartado V.4): método aditivo, método multiplicativo y técnica multicriterio basada en la distancia del punto ideal. Como técnica de ponderación de los diferentes indicadores considerados se ha optado por aplicar el proceso analítico jerárquico (ver apartado V.5), al objeto de obtener pesos que reflejen las preferencias sociales en relación con la sostenibilidad (conceptualización de la sostenibilidad agraria como ‘construcción social’).
4. *Análisis, discusión y difusión de los resultados.* La combinación de los distintos métodos considerados para la construcción de indicadores sintéticos ha permitido realizar un análisis comparativo y crítico de los resultados obtenidos, del cual se podrán obtener conclusiones de carácter metodológico. Asimismo, el análisis de resultados tendrá una componente empírica al objeto de derivar las conclusiones oportunas para la mejora de la ‘gobernanza’ de la actividad agraria en los casos de estudio considerados (ver Capítulo VII).

El desarrollo de etapas constituye en definitiva el guión básico de la investigación realizada. Por este motivo, en este capítulo y en los tres siguientes se va a tratar de explicar con el detalle necesario cómo se han llevado a cabo cada una de ellas.

III.2 Criterios para la selección de principios, criterios e indicadores

Siguiendo el marco teórico SAFE antes expuesto, el primer paso para la elaboración del plan de indicadores a emplear para esta investigación ha sido elaborar un borrador de la pretendida estructura jerárquica de principios, criterios e indicadores. Para ello se ha realizado una extensa revisión de la literatura existente en materia de sostenibilidad agraria, al objeto de construir un catálogo lo más completo posible de indicadores de sostenibilidad potencialmente útiles para el pretendido análisis. Con este propósito se han estudiado con especial interés los trabajos anteriores realizados en materia de sostenibilidad agraria tanto por instituciones nacionales e internacionales¹ como por autores concretos².

Establecido este catálogo de potenciales indicadores de sostenibilidad, estos se han relacionado a continuación con las múltiples funciones que desempeñan los agroecosistemas de olivar en Andalucía. Así, consultando igualmente la literatura técnica existente sobre el cultivo del olivar³, se ha podido establecer una primera propuesta de principios y criterios, tal y como se expone en el cuadro III.1.

Para terminar esta fase inicial del desarrollo de la metodología, se procedió a realizar una primera selección de indicadores del catálogo antes comentado, estableciéndose así una primera propuesta de plan de indicadores para el análisis empírico de la sostenibilidad del olivar

- 1 EEA (1999, 2005 y 2006), MAFF (2000), McRae et al. (2000), OECD (1993, 1995 1999a, 1999b y 2001a), UN (1996 y 2008), Smyth y Dumansky (1994) o Wascher (2000), entre otros.
- 2 En este sentido sólo se han considerado los trabajos de investigación que han adoptado la explotación agraria como unidad de análisis: Alonso y Guzmán (2006), Andersen et al. (2007), Andreoli y Tellarini. (2000), Berbel y Gutiérrez (2005), Bockstaller et al. (1994), Bossel (2001), Brouwer y Crabtree (1999), Fernández Latorre (2006), Gallopín (1997), Girardin et al. (2000), Gómez-Limón y Riesgo (2009), Gómez-Limón y Sánchez-Fernández (2010), Lefroy et al. (2000), Lewis y Bardon (1998), López-Ridaura et al. (2005), Meyer-Aurich (2005), Oñate et al. (2000), Pacini et al. (2003), Payraudeau y van der Werf (2005), Peco et al. (1999), Pirazzoli y Castellini (2000), Qiu et al. (2007), Rao y Rogers (2006), Rigby et al. (2000 y 2001), Sattler et al. (2010), Taylor et al. (1993), Tellarini y Caporali (2000), Tisdell (1996), van der Werf y Petit (2002), van Calker et al. (2006), van Loon et al. (2005), Walter y Stutzel (2009a y 2009b) o Zhen y Routrau (2003), entre otros.
- 3 En este sentido ha sido de especial interés el libro colectivo coordinado por Gómez Calero (2009). Asimismo, con este propósito se han consultado, entre otros, los trabajos de Anta et al. (2005), Arriaza et al. (2008), Barranco et al. (2008), Beaufoy y Pienkowski (2000), CAP (2003, 2006 y 2008), EC (2010), Duarte et al. (2008), Fleskens y de Graaff (2008), Fleskens et al. (2009), García Brenes (2006a, 2006b y 2007), Guerrero (2003), Guzmán y Alonso (2008), Guzmán Álvarez (2004 y 2005), Hernández Laguna et al. (2004), Kallas et al. (2006), Montiel Bueno (1998), Parra-López et al. (2004, 2005 y 2008), Parra-López y Calatrava-Requena (2005), Pérez Hernández (2008), Sánchez Martínez et al. (2008) y Viladomiu y Rosell (2004).

CUADRO III.1 Principios y criterios para el análisis de la sostenibilidad del olivar

DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD	PRINCIPIOS	CRITERIOS
DIMENSIÓN ECONÓMICA	Función económica privada. Viabilidad de las explotaciones de olivar	Renta agraria de los olivicultores maximizada
		Renta agraria de los olivicultores estable
		Capacidad de adaptación a los cambios asegurada
	Función económica pública. Seguridad alimentaria y generación de riqueza	Valor de la producción maximizado
		Valor de la producción estable
		Contribución a la economía regional maximizada
		Dependencia de las subvenciones minimizada
DIMENSIÓN SOCIAL-CULTURAL	Función social. Contribución a la fijación de la población en el medio rural	Empleo total generado maximizado
		Capacidad de remuneración del trabajo garantizada
		Relevo intergeneracional de la explotación asegurado
		Fijación de la población al medio rural adecuada
	Función cultural. Conservación del patrimonio	Suministro de alimentos de calidad/tradicionales garantizado
		Calidad visual del paisaje conservada o mejorada
		Elementos culturales y paisajísticos conservados
DIMENSIÓN AMBIENTAL	Función de mantenimiento de la biodiversidad	Diversidad genética olivar garantizada
		Diversidad biológica mantenida o aumentada
		Diversidad de hábitats (ecosistemas) mantenida o aumentada
	Función de mantenimiento de los recursos naturales (suelo y agua) y la mitigación del cambio climático	Erosión del suelo minimizada
		Fertilidad del suelo mantenida o mejorada
		Calidad química del suelo y agua mantenida o mejorada
		Detracción de agua de los ecosistemas minimizada
Balance de energía optimizado		

Fuente: Elaboración propia.

andaluz. Para realizar dicha selección se siguieron los siguientes criterios (Bell y Morse, 2008; Sauvenier et al., 2006; van Calker et al., 2006; von Wirén-Lehr, 2001; Walter y Stutzel, 2009a):

1. *Base analítica sólida.* Los indicadores seleccionados deben estar bien fundamentados en términos analítico-científicos y técnicos.
2. *Mensurabilidad.* Los valores de los indicadores de sostenibilidad deben ser observables y mensurables.
3. *Relevancia para la sostenibilidad del sistema en cuestión.* Los indicadores deben ser relevantes para evaluación de la sostenibilidad, debiendo estar relacionados con alguna de las funciones desempeñadas por los agroecosistemas analizados.
4. *Transparencia.* La metodología para la construcción de los indicadores ha de ser clara, transparente y estandarizada. Además, el significado de los indicadores ha de gozar de comprensión sencilla, clara e inequívoca.
5. *Relevancia política.* Los indicadores deben ser relevantes para la toma de decisiones políticas. Asimismo deben ser capaces de evaluar los efectos de las medidas políticas.
6. *Sensibilidad a los cambios espacio-temporales.* Los indicadores deben ser sensibles a los cambios espacio-temporales producidos en los sistemas agrarios analizados, debido a la influencia de factores externos o cambios en el manejo del sistema. Además, las mediciones deben poder repetirse a través del tiempo.
7. *Posibilidad de transferencia.* Los indicadores deben presentar la misma significación cuando son aplicados a diversas explotaciones, independientemente del modo de producción o de las prácticas agrarias que adopten.

Además de estos siete criterios, también se ha tenido en cuenta a la hora de realizar esta primera selección el criterio planteamiento pragmático sugerido por Pannell y Glenn (2000), por el cual sólo deben elegirse aquellos indicadores cuyo coste y tiempo de obtención sea ‘razonable’. De esta forma se han seleccionado únicamente aquellos que pudieran ser calculados de forma sencilla y económica a partir de información primaria obtenida directamente de los olivareros entrevistados para la encuesta.

Siguiendo este procedimiento, se obtuvo una primera propuesta para la aplicación del marco SAFE basada en 6 principios, 22 criterios y 30 indicadores de sostenibilidad. Como se comenta en el siguiente punto, esta estructura jerárquica ha sido discutida con un amplio panel de expertos relacionados con el cultivo del olivo en Andalucía, al objeto de poder mejorarla a través del debate y el consenso.

III.3 El panel de expertos: una aportación multidisciplinar y multiagente⁴

El análisis de la sostenibilidad requiere necesariamente la adopción de un enfoque multidisciplinar y la participación de los diferentes agentes implicados (Raman, 2006; Purvis et al., 2009). Al objeto de incorporar estos elementos en el desarrollo de la metodología ahora propuesta, se ha contado con el apoyo de un panel de 18 expertos que ha guiado el proceso de aplicación del marco SAFE. Este panel ha estado compuesto tanto por especialistas procedentes del mundo académico como del propio sector productor. Entre los primeros cabe señalar la participación de especialistas de diferentes disciplinas científicas: economía agraria (2), sociología y desarrollo rural (2), ecología y gestión ambiental (2) y agronomía del olivo (2). Por su parte, como agentes del sector han estado presentes en este panel dos representantes de la administración autonómica pertenecientes a las Consejerías de Agricultura y Medio Ambiente, dos representantes de organizaciones profesionales agrarias (ASAJA y COAG), tres técnicos de empresas de consultoría agraria (DAP y Agrocolor), un representante de la Asociación Española de Municipios del Olivo (AEMO) y otros dos cualificados olivareros a título individual.

Este panel de expertos se reunió inicialmente en dos ocasiones al objeto de discutir las propuestas presentadas por el autor del trabajo para la aplicación del marco SAFE. En dichas sesiones se debatieron tales propuestas a través de numerosas aportaciones críticas, cuyos contenidos fueron debidamente consensuados por el panel e incorporados como enmiendas a la propuesta inicial.

Con esta dinámica de trabajo, en una primera fase se validó la propuesta de principios y criterios ya reflejada en el cuadro I.1, como un enfoque adecuado para el análisis de la sostenibilidad de los sistemas de olivar en Andalucía.

En una segunda fase se discutió sobre la adecuación de indicadores a emplear en la investigación y se realizó la selección final de los mismos. El resultado del plan de indicadores finalmente propuesto para este trabajo se comenta con detalle en el siguiente capítulo.

4 Los autores del trabajo quisieran manifestar de forma expresa su sincero agradecimiento a todas las personas que han formado parte del panel de expertos, que a través de su colaboración han posibilitado la incorporación de sus conocimientos a la investigación. En cualquier caso, las eventuales carencias y deficiencias del trabajo son, lógicamente, imputables sólo a los autores del mismo.

Finalmente, en una tercera fase, los diferentes expertos expresaron sus opiniones al objeto de establecer una ponderación de los indicadores seleccionados para cada uno de los principios establecidos. El objeto de esta ponderación, así como la técnica de análisis empleada para ello se detallan en el apartado V.5, mientras que los resultados obtenidos de este ejercicio pueden consultarse en el apartado VI.5 de este mismo documento.

A wide-angle photograph of an olive grove in a hilly region. The foreground shows several olive trees with green foliage and dark trunks, growing in a field of dry, brownish ground with patches of green grass. In the background, more rows of olive trees stretch across the landscape, leading to distant, hazy mountains under a clear sky. The image is framed by a solid olive-green border at the top and bottom.

Selección de los indicadores de sostenibilidad

Capítulo IV

IV. SELECCIÓN DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

En este capítulo se exponen de forma detallada cada uno de los 27 indicadores de sostenibilidad finalmente seleccionados por el panel de expertos y que constituyen la base del análisis empírico realizado. La presentación de dichos indicadores se realiza de manera ordenada, siguiendo un orden basado en las funciones (principios) que estos tratan de cuantificar¹.

IV.1 Indicadores de sostenibilidad económica

Conforme a lo consensuado con el panel de expertos, cabe afirmar que la sostenibilidad económica del olivar andaluz se asocia a dos principios básicos:

- a) una *función económica privada*, relacionada con la viabilidad de las explotaciones dedicada al cultivo del olivar, y
- b) una *función económica pública*, que se corresponde con el aseguramiento de la suficiencia alimentaria y la capacidad de generar riqueza para el conjunto de la sociedad.

Tal y como se aprecia en el cuadro IV.1, un adecuado desempeño de la primera de las funciones antes mencionadas se asocia a los siguientes tres criterios:

- a1) que la renta agraria de los olivicultores sea maximizada,
- a2) que la renta agraria de los olivicultores sea estable a lo largo del tiempo, y
- a3) que estos productores tengan la capacidad de adaptación necesaria para afrontar los cambios que les depare el futuro.

1 Aunque parezca una obviedad, conviene recordar que todos los indicadores que se exponen en este capítulo van a calcularse sobre explotaciones concretas. Sin embargo, es necesario comentar que entre las explotaciones muestreadas las habrá que sean olivareras puras (monocultivo del olivo) y otras que sean mixtas (combinan parcelas de olivar con otras dedicadas a otros cultivos y/o usos). En este sentido debe especificarse que, dado el objetivo sectorial marcado en la investigación, en los casos de explotaciones multicultivo como norma general sólo se tendrán en cuenta aquellas parcelas dedicadas al cultivo del olivo.

Por su parte, la segunda de las funciones se ha considerado que se cumple de forma satisfactoria cuando se verifican los siguientes cuatro criterios:

- b1) que el valor de la producción sea el mayor posible,
- b2) que el valor de la producción resulte estable a lo largo del tiempo,
- b3) que la contribución del sector a la economía regional sea maximizada,
y
- b4) que la dependencia de las subvenciones públicas sea minimizada.

Para cuantificar el grado de cumplimiento de cada uno de los criterios antes referidos se ha elegido un indicador (7 indicadores en total), tal y como explica a continuación.

CUADRO IV.1 Criterios e indicadores de sostenibilidad económica para los sistemas de olivar		
PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función económica privada. Viabilidad de las explotaciones de olivar	Renta agraria de los olivicultores maximizada	Rentabilidad privada del olivicultor (RENTOLIV) [€/ha-año]
	Renta agraria de los olivicultores estable	Variabilidad de la renta del olivicultor (VARRENT) [adimensional]
	Capacidad de adaptación a los cambios asegurada	Índice de adaptación (INDADAP) [adimensional]
Función económica pública. Suficiencia alimentaria y generación de riqueza	Valor de la producción maximizado	Valor de la producción (VALPROD) [€/ha-año]
	Valor de la producción estable	Variabilidad de las ventas (VARVENTA) [adimensional]
	Contribución a la economía regional maximizada	Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB) [€/ha-año]
	Dependencia de las subvenciones minimizada	Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (PORCSUBV) [adimensional]
Fuente: Elaboración propia.		

IV.1.1 Rentabilidad privada del olivicultor (RENTOLIV)

Definición

La renta neta de los agricultores es un indicador definido por la OCDE (2001, p. 65) como la diferencia entre los ingresos brutos y todos los costes en los que incurre el agricultor en el desarrollo de su actividad productiva, incluyendo la depreciación que sufren los bienes de capital utilizados. Esta misma conceptualización es la que sigue este trabajo.

En cualquier caso debe aclararse que la renta neta de los olivareros es muy variable de un año a otro, especialmente por las oscilaciones que sufren los ingresos ligados a la actividad, tanto por la variabilidad en los rendimientos (factores ambientales -cantidad de lluvia, incidencia de heladas, etc.- como biológicas del propio olivo-vecería) como en las cotizaciones del aceite de oliva (precio de la aceituna). Por este motivo, para dotar de significación a este indicador, no vale con estimarlo para un año concreto, sino que conviene calcularlo como media de un período suficientemente largo. Para este trabajo, el período considerado para el cálculo de esta media cubre las ocho últimas campañas (de 2000/01 a 2009/10).

Método de cálculo

Adaptando la definición anterior a nuestro caso de estudio, la expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$RENTOLIV = \frac{\sum_{i=1}^{i=8} RENTA_i}{8} \quad [IV.1]$$

donde:

RENTOLIV: Rentabilidad privada del olivicultor, medida como promedio del período considerado en €/ha·año.

RENTA_i: Rentabilidad privada del olivicultor en la campaña *i*, subíndice que varía desde la campaña 2000/01 (*i*=1) a 2009/10 (*i*=8). Esta rentabilidad se mide igualmente en €/ha·año siguiendo la siguiente fórmula:

$$RENTA_i = \frac{INGRESOS_TOTALES_i - COSTES_TOTALES_i}{SUP_OLIV} \quad [IV.2]$$

siendo:

INGRESOS_TOTALES: Ingresos debidos al cultivo del olivar correspondientes a la campaña *i*, incluyendo:

- a) las ventas de aceituna,
- b) el pago único por explotación imputable al olivar²,
- c) los pagos agroambientales asociados al olivar, y
- d) otros ingresos por ventas de subproductos derivado de este cultivo, todos ellos cuantificados en €/año.

COSTES_TOTALES: Costes imputables al cultivo del olivo en la campaña *i*, incluyendo:

- a) los costes variables del cultivo (energía y lubricantes, fertilizantes y enmiendas, productos fitosanitarios, servicios agrícolas contratados y mano de obra³),
- b) los costes fijos imputables al cultivo del olivo⁴ (costes de amortización del capital fijo, mantenimiento y reparaciones de maquinaria y arrendamientos)⁵ y
- c) los costes generales de explotación imputables igualmente al cultivo, estimados a tanto alzado en un 20 por ciento de los costes comprendidos en los dos apartados a) y b). Todos estos costes se han calculado también en €/año.

SUP_OLIV: Superficie total de la explotación dedicada al olivo (ha).

- 2 En explotaciones multicultivo, el pago único de explotación imputado al olivar se calcula sobre la base de la producción histórica de aceite del olivicultor correspondiente a las campañas 1999/2000, 2000/01, 2001/02 y 2002/03, que tras las reformas de la PAC de 2006 (Reforma Intermedia, con el desacoplamiento de las ayudas a la producción en un 93,61 por ciento) y 2010 (Chequeo Médico, con el desacoplamiento del 6,39 por ciento restante), han servido de base para el cálculo de dicho pago.
- 3 Para el cómputo de los costes de mano de obra se valoran de igual forma todas las labores realizadas para el cultivo del olivo, con independencia que éstas se realicen con aportaciones de trabajo del propio titular o de su familia (coste de oportunidad no remunerado) o en base a personal contratado (remunerado). Para ello se ha valorado toda la mano de obra empleada a su precio de mercado, según se establece en los convenios colectivos de los trabajadores del campo.
- 4 En explotaciones multicultivo la imputación de los costes generales a cada cultivo se realiza haciendo un prorrateo de los costes fijos totales en función de la superficie ocupada por cada cultivo.
- 5 Conviene notar que, por dificultades operativas en su estimación, no se han tenido en cuenta en el cálculo de los costes totales del olivar otros costes de oportunidad diferentes de los de mano de obra (correspondientes a los capitales propios –intereses– y la tierra en propiedad –renta de la tierra).

La serie histórica del indicador *RENTA_i* para el período establecido se ha calculado teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

1. Al objeto que las estimaciones realizadas de la rentabilidad del olivar se ajusten al escenario normativo actual, se ha considerado para todos los años la aplicación de un sistema de pagos desacoplados (régimen de pago único) semejante al vigente hoy día tras la reforma del Chequeo Médico.
2. Dadas las dificultades para obtener de manera precisa los costes anuales de las explotaciones (ausencia de registros contables en las explotaciones olivareras a encuestar), se ha asumido que durante todo este período la estructura de costes se ajusta a la calculada para la última campaña (2009/10).
3. Al objeto de obtener finalmente unos valores comparables del indicador de rentabilidad (medida en unidades monetarias en términos constantes), las ventas anuales se han obtenido primeramente a precios corriente, actualizándose posteriormente a precios constantes de 2010.

De esta manera se considera, tal y como se comentó anteriormente, que la variabilidad interanual de *RENTA_i* se debe fundamentalmente a la evolución de los rendimientos (riesgo técnico) y de las cotizaciones en los precios del aceite de oliva (riesgo de mercado), valores de los que se dispone las correspondientes series históricas.

Interpretación

El estudio de este indicador permite analizar la viabilidad financiera de las explotaciones olivareras, en la medida que sólo son sostenibles a largo plazo aquéllas con un valor de *RENTOLIV* positivo. Valores negativos del mismo suponen una pérdida progresiva del patrimonio empresarial, lo cual se traducirá, tarde o temprano, en el abandono de la actividad, en la medida que un olivicultor en pérdidas no es capaz de renovar los activos productivos (Sánchez Jiménez, 2002). Para valores de este indicador por encima de 0, resulta asimismo evidente que el grado de sostenibilidad de la explotación se incrementa a medida que aumenta su valor.

IV.1.2 Variabilidad de la renta del olivicultor (VARRENT)

Definición

La variabilidad o estabilidad en la rentabilidad de los olivicultores durante un determinado período de tiempo puede cuantificarse a través de

cualquier medida de dispersión de la serie histórica de las rentas anuales. Para este trabajo se ha considerado conveniente medir este atributo a través del coeficiente de variación (cociente entre la desviación típica de la serie considerada y la correspondiente media aritmética) de la variable $RENTA_i$, ya definida para las ocho últimas campañas (de 2000/01 a 2009/10).

Método de cálculo

La expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$VARRENT = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i}{MEDIA_RENTA_i} = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i}{RENTOLIV} \quad [IV.3]$$

donde:

$VARRENT$: Variabilidad de la renta del olivicultor (adimensional).

$DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i$: Desviación típica de la rentabilidad privada del olivicultor ($RENTA_i$) correspondiente a la serie de las últimas 8 campañas, medida en €/ha·año.

Interpretación

La estabilidad en los flujos de rentas a lo largo del tiempo favorece la sostenibilidad económica de la explotación. Son múltiples las evidencias que demuestran la aversión al riesgo de los agricultores (Hardaker et al., 2004), y cómo ello explica el que en contextos productivos de bajo riesgo (estabilidad interanual en las rentas) exista un comportamiento más eficiente de estos productores agrarios en el uso de insumos (Howitt y Taylor, 1993; Moschini y Hennessy, 2001) y una mayor propensión a realizar inversiones productivas (Mosley y Verschoor, 2005; Rosenzweig y Binswanger, 1993; Vercammen, 2007). Así pues, debe considerarse que la relación entre este indicador y la sostenibilidad de la explotación es inversamente proporcional, en la medida que a mayor valor del mismo cabe asumir que la explotación es menos sostenible desde una perspectiva económica.

IV.1.3 Índice de adaptación (INDADAP)

Definición

Resulta evidente que la viabilidad de las explotaciones olivareras no sólo depende de su actual estructura de ingresos y costes (renta media y su variabilidad temporal), sino también de la capacidad de adaptación de

estas empresas agrícolas a los cambios que en un futuro depare el entorno. Efectivamente, en este sentido cabe aplicar cierta lógica darwinista a la viabilidad de las explotaciones de olivar, cuya supervivencia sólo estará al alcance de aquéllas que sean capaces de afrontar convenientemente los retos procedentes de los mercados de productos e insumos agrarios (evolución en la demanda del consumidor, crisis alimentarias, crisis energéticas, etc.), del entorno político (reformas de la PAC y otras políticas que influyen sobre la actividad), de los cambios tecnológicos, de las condiciones medioambientales (cambio climático), etc.

La mencionada capacidad de adaptación de los agricultores es, no obstante, una variable difícilmente cuantificable, en la medida que:

- a) no es directamente observable,
- b) se trata de una variable compleja (se asocian múltiples variables observables), y
- c) tiene características de intangible (no tiene ninguna escala de medida).

En estos casos resulta oportuno trabajar con un índice construido *ad hoc* como *proxy* de esta variable directamente no cuantificable. Esta opción ha sido la seguida para esta investigación, definiendo de forma específica el índice *INDADAP*.

Este índice *INDADAP* ha sido establecido como una función matemática de las variables cuantificables que pueden relacionarse con la capacidad de adaptación de los olivareros. En este sentido, en las reuniones con el panel de expertos se ha puesto de manifiesto que las variables no observables que están más íntimamente relacionadas con la capacidad de adaptación son:

- a) la pendiente media del terreno de la explotación, como condicionante de las tecnologías aplicables en la misma (especialmente aquéllas relacionadas con la mecanización de las labores),
- b) la disponibilidad de agua de riego, como elemento necesario para la potencial transformación en riego,
- c) la edad del agricultor, como determinante de la aptitud del titular hacia los cambios (los más jóvenes son más proclives a afrontarlos), y
- d) la formación agraria del agricultor, como medida de la capacidad de estos productores a diseñar y realizar las adaptaciones necesarias en sus explotaciones (los más formados tienen una mayor propensión a realizar tales cambios).

Método de cálculo

Para la formulación de este índice se ha planteado una expresión lineal donde el valor de cada una de las variables implicadas antes comentadas ha sido convenientemente ponderada con un peso w_i , expresándose con ello la importancia relativa de cada variable observable sobre el conjunto del índice construido:

$$INDADAP = w_{pendiente} PENDIENTE + w_{agua} AGUA + w_{edad} EDAD + w_{formacion} FORMACION \quad [IV.4]$$

siendo:

INDADAP: Índice de adaptación (adimensional).

PENDIENTE: Variable normalizada derivada de la pendiente (adimensional).

AGUA: Disponibilidad de agua de riego (adimensional): No = 0; Sí = 1.

EDAD: Variable normalizada derivada de la edad del agricultor (adimensional).

FORMACION: Variable normalizada derivada de la formación agraria del agricultor (adimensional).

El uso de variables normalizadas (véase apartado V.3 para un explicación más detallada) está justificado por la necesidad de operar dentro de estos índices con variables adimensionales que varíen en un rango [0,1]. En todos estos casos, el valor "0" de la variable normalizada se refiere a la peor contribución posible al índice de capacidad de adaptación (valores de pendiente superiores al 15 por ciento, edad superior a los 65 años y formación agraria inexistente), mientras que el "1" se corresponde con la mayor contribución posible a este índice (valores de pendiente del 0 por ciento, edad inferior a los 35 años y formación agraria de carácter universitario). Para valores intermedios de las variables *PENDIENTE*, *EDAD* y *FORMACION*, el valor normalizado correspondiente se obtiene realizando un ajuste lineal dentro del intervalo [0,1] habilitado al efecto.

Los pesos w_i se han obtenido a partir del conocimiento experto del panel, aplicando para ello la técnica del AHP (véase apartado V.5.1. para una explicación en detalle sobre la misma). Así, cada miembro del panel realizó las correspondientes comparaciones por pares relacionadas con las cuatro variables observables consideradas, obteniéndose los correspondientes juicios ($A_p = a_{klp}$). A partir de los mismos, aplicando el criterio agregación de juicios individuales a través de la media geométrica, se obtuvo la matriz de Saaty agregada ($A = a_{ki}$) y, a partir de la misma, se obtuvieron los correspondientes pesos, tal y como puede apreciarse en el cuadro IV.2:

CUADRO IV.2

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de INDADAP

Variable		A	B	C	D		Porcentaje
A	Pendiente	1,00	1,98	1,57	1,79	λ max. = 4,058	$w_{pendiente} = 37,1$
B	Disponibilidad de agua de riego	0,51	1,00	0,83	0,89	CI = 0,019	$w_{agua} = 18,8$
C	Edad del agricultor	0,64	1,21	1,00	1,07	RI = 0,882	$w_{edad} = 23,0$
D	Formación agraria del agricultor	0,56	1,13	0,93	1,00	CR = 2%	$w_{formacion} = 21,1$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Definido así el índice *INDADAP*, se trata de una variable adimensional, cuyos valores están acotados en el rango [0,1]. Valores del índice iguales a 0 implican una capacidad de adaptación a los retos futuros nula, mientras que valores iguales a 1 se corresponden con una capacidad de adaptación óptima. Así pues, a medida que una explotación presenta un valor de este indicador mayor, cabe interpretar que ésta es más viable en el largo plazo y, por tanto, más sostenible desde un punto de vista económico.

IV.1.4 Valor de la producción (VALPROD)

Definición

La contribución de las explotaciones de olivar a la suficiencia alimentaria se ha cuantificado a través del valor de la producción. No obstante, para que la estimación de este indicador resulte realmente significativo (minimización de los sesgos derivados de la consideración de campañas concretas), al igual que en el caso del indicador *RENTOLIV* se ha optado por calcularlo como media de un período de ocho años (de la campaña 2000/01 a la 2009/10).

Método de cálculo

Este indicador se ha calculado siguiendo la expresión algebraica que aparece a continuación:

$$VALPROD = \frac{\sum_{i=1}^{1=8} VENTAS_i}{8} = \frac{\sum_{i=1}^{1=8} PRECIO_{aceituna_i} \times RENDIMIENTO_i}{8} \quad [IV.5]$$

donde:

VALPROD: Valor de la producción (€/ha·año).

VENTAS_i: Valor de la producción en la campaña *i* expresado en €/ha·año.

PRECIO_{aceituna_i}: Precio de venta de la aceituna en la campaña *i* cuantificado en €/kg.

RENDIMIENTO_i: Rendimiento del olivar en la campaña *i* expresado en kg/ha·año.

Interpretación

Dada la definición anterior, este indicador es siempre positivo. Puede tomar valor 0 en el caso de completo abandono del cultivo (no se recoge ninguna producción). Esta situación equivaldría al peor desempeño posible de la explotación en relación con las funciones de garantizar la suficiencia alimentaria y generar riqueza para el conjunto de la sociedad. Sin embargo, a medida que la cosecha de la explotación se incrementa, el valor de este indicador aumenta igualmente, indicando una mejora en el desempeño de estas funciones. Así pues, mientras mayor sea el valor de este indicador debe interpretarse que la explotación presenta una mejor sostenibilidad económica.

IV.1.5 Variabilidad de las ventas (VARVENTA)

Definición

Al igual que se comentaba en relación con el indicador *VARRENT*, la variabilidad temporal de las ventas de las explotaciones olivareras puede cuantificarse a través de cualquier medida de dispersión. En este caso se ha considerado igualmente conveniente medir tal variabilidad mediante el coeficiente de variación de *VENTAS_i* durante las 8 últimas campañas.

Método de cálculo

Siguiendo la formulación del coeficiente de variación, la expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador ha sido:

$$VARVENTA = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i}{MEDIA_VENTAS_i} = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i}{VALPROD} \quad [IV.6]$$

siendo:

VARVENTA: Variabilidad de la renta del olivicultor (adimensional).

DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i: Desviación típica de las ventas correspondiente a la serie de las últimas 8 campañas (*VENTAS_i*), cuantificada en €/año.

La serie histórica del indicador *VALPROD* para el período antes señalado se ha calculado considerando los valores anuales de los rendimientos del olivar y las correspondientes cotizaciones en los precios del aceite de oliva. En todo caso, como también se señalaba respecto al indicador *VARRENT*, los valores corrientes así obtenidos han sido convenientemente actualizados a precios constantes de 2010, al objeto de poder operar con una serie homogénea de unidades monetarias.

Interpretación

Las oscilaciones en el valor de la producción, tanto las debidas a la variabilidad de rendimientos como a los cambios en el precio, deben valorarse negativamente desde una perspectiva de sostenibilidad. El correcto desempeño de la función económica pública que se le demanda al sector (asegurar la suficiencia alimentaria y generar riqueza) exige que su producción sea estable de un año para otro, minimizando de esta manera el riesgo de insuficiencia de *stocks* de aceite de oliva (penuria en el abastecimiento) y permitiendo el necesario equilibrio en el conjunto de las cadenas de valor de este producto. Así pues, el valor de este indicador es inversamente proporcional a la sostenibilidad proporcionada por la explotación (valor altos/bajos del mismo se corresponden con niveles bajos/altos de sostenibilidad).

IV.1.6 Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB)

Definición

La contribución de las explotaciones de olivar a la riqueza del conjunto de la comunidad autónoma cabe cuantificarla por el Valor Añadido Bruto (VAB) generado por las mismas. Aunque se trata ésta de una variable macroeconómica, el VAB puede calcularse igualmente a nivel micro como la diferencia entre los ingresos que la explotación obtiene vendiendo sus productos y la cantidad que ésta paga a otras empresas por los bienes y servicios que utiliza como consumos intermedios.

Método de cálculo

Siguiendo la definición anterior, este indicador se calcula como sigue:

$$CONAVAB = VENTAS - COSTES_INTERMEDIOS \quad [IV.7]$$

donde:

CONAVAB: Contribución al Valor Añadido Agrario (€/ha·año).

VENTAS: Valor medio de $VENTAS_i$ (ventas de aceituna y otros subproductos sin considerar ningún tipo de subvención a la producción) para el período que va de la campaña 2000/01 a la campaña 2009/10, cuantificadas en €/ha·año.

COSTES_INTERMEDIOS: Costes intermedios imputables al cultivo del olivo, que incluyen: energía y lubricantes, fertilizantes y enmiendas, productos fitosanitarios y servicios agrícolas contratados, todos ellos calculados igualmente en €/ha·año.

Interpretación

El indicador así medido representa el valor que añaden las explotaciones de olivar durante la fase de producción agrícola al conjunto de la cadena del aceite de oliva. De esta manera resulta ser un *proxy* válido para cuantificar la aportación de estas unidades productivas al PIB autonómico.

El valor de *CONAVAB* puede ser negativo en el caso que los costes intermedios sean superiores al valor de las ventas. Tal circunstancia puede ocurrir cuando la explotación esté en pérdidas. En estos casos el desempeño de la explotación supone una pérdida de riqueza para el conjunto de la economía andaluza, como consecuencia de una inadecuada asignación de recursos. En tales circunstancias la explotación no sería sostenible desde una perspectiva de economía pública. Por el contrario, valores positivos de este indicador suponen una contribución positiva a la riqueza de la región y garantizan la sostenibilidad de la explotación en este sentido. En esta misma línea resulta evidente que valores crecientes del mismo suponen una mayor sostenibilidad, en la medida que es reflejo de que una explotación desarrolla mejor su función de generar riqueza para el conjunto de la Comunidad Autónoma.

IV.1.7 Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (PORCSUBV)

Definición

El régimen de apoyo al cultivo del olivo establecido por la PAC se ha venido instrumentalizando a través de diferentes tipos de subvenciones. Hasta el año 2006, éstas consistieron en ayuda a la producción, cobradas por kg de aceite producido. A partir de ese año, dicho sistema fue sustituido por el régimen de pago único, mediante el cual las anteriores ayudas se ‘desacoplaron’. Así, las ayudas que reciben los olivicultores en la actualidad han quedado establecidas en una cantidad fija anual, calculada sobre la base de las ayudas percibidas durante un período de referencia. Este pago es cobrado por estos productores con independencia de la cantidad de aceite producido, con la sola obligación de cumplir con una serie de requisitos legales relacionados con la producción (condicionalidad).

Además de estas subvenciones procedentes de la política de rentas y mercados (primer pilar de la PAC), aquellos olivicultores que así lo decidan pueden acogerse a determinados programas agroambientales (segundo pilar de la PAC), por los cuales se comprometen a cumplir una serie de compromisos ambientales más estrictos que los impuestos por la condicionalidad, a cambio de percibir unos pagos adicionales que compensan los sobrecostes que tales compromisos implican.

En cualquier caso, lo que se quiere poner de manifiesto es la existencia de unas transferencias de rentas significativas desde el sector público al sector productor del olivar que condiciona su viabilidad económica. Según datos ofrecidos por Pérez Hernández (2008) sobre una encuesta a 455 explotaciones olivareras, el conjunto de subvenciones corrientes cobradas por los productores de este sector suponen como media el 32 por ciento de los ingresos totales de las mismas, datos que reflejan la importancia que tienen estas ayudas en el balance económico de estas empresas.

Justamente es el porcentaje de subvenciones respecto al total de ingresos comentado anteriormente el indicador que se ha considerado más adecuado para cuantificar esta dependencia de las explotaciones de olivar respecto a las ayudas públicas.

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$PORCSUBV = \frac{SUBVENCIONES_AGRARIAS}{INGRESOS_TOTALES} \quad [IV.8]$$

donde:

PORCSUBV: Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (adimensional).

SUBVENCIONES_AGRARIAS: Ingresos de la explotación imputables al cobro de las ayudas de la PAC derivados del cultivo del olivo, incluyendo tanto las subvenciones del régimen de pago único por explotación, como los pagos agroambientales, ambos cuantificados en €/año.

INGRESOS_TOTALES: Valor medio de *INGRESOS_TOTALES_i* (ingresos correspondientes al cultivo del olivo en la campaña *i*, que comprende las ventas de aceituna y otros subproductos, el pago único por explotación y los pagos agroambientales) para las últimas ocho campañas agrícolas (de 2000/01 a 2009/2010), cuantificado en €/año.

Interpretación

Para un correcto desempeño de la funcionalidad económica desde una perspectiva pública, debe considerarse que la viabilidad de las explotaciones de olivar debería estar garantizada al margen de las subvenciones públicas. Siguiendo este razonamiento, un valor nulo del indicador *PORCSUBV* resultaría óptimo para sostenibilidad, en la medida que indicaría la independencia absoluta de la explotación analizada respecto al apoyo público (autosuficiencia financiera). Este será el caso de todas aquellas explotaciones de olivar cuyas plantaciones fuesen posteriores a 1998, para las cuales la normativa de la PAC no establece derecho a ayuda alguna, y no se hayan acogido a ningún programa agroambiental. A medida que el valor de este indicador se incrementa, el desempeño de la funcionalidad antes comentada empeora, y con ello la sostenibilidad económica de la explotación. Así pues, debe considerarse que el valor del indicador que refleja el porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones es inversamente proporcional a la sostenibilidad de ésta. En este sentido podría darse el caso extremo que éste llegase a ser del 100 por ciento, en el caso de explotaciones realmente abandonadas (no se cosecha nada), y cuyos ingresos se corresponden íntegramente con las subvenciones percibidas en concepto de pago único.

IV.2 | Indicadores de sostenibilidad social-cultural

La dimensión socio-cultural de la sostenibilidad del olivar se ha considerado relacionada igualmente con dos principios:

- a) una *función social* de la actividad por su *contribución al desarrollo de las zonas rurales* donde se localiza el cultivo, y

b) una *función cultural* relacionada con la *conservación del patrimonio rural* asociado al olivar (ver cuadro IV.3).

CUADRO IV.3 Criterios e indicadores de sostenibilidad social para los sistemas de olivar		
PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función social. Contribución a la fijación de la población en el medio rural	Empleo total generado maximizado	Empleo total (MOTOT) [UTA/ha-año]
	Capacidad de remuneración del trabajo garantizada	Productividad aparente del factor trabajo (PRODMO) [€/UTA]
	Relevo intergeneracional de la explotación asegurado	Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON) [porcentaje] acotado [0,1]
	Fijación de la población al medio rural adecuada	Porcentaje de mano de obra familiar y fija (MOFAMIL) [porcentaje] acotado [0,1]
Función cultural. Conservación del patrimonio	Suministro de alimentos de calidad/tradicionales garantizado	Pertenencia a DOP (DENOMIN) [adimensional cualitativo: 0/1]
		Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (ACEVIRG) [porcentaje] acotado [0,1]
	Calidad visual del paisaje conservada o mejorada	Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL) [porcentaje] acotado [0,1]
		Cobertura del suelo (COBERT) [porcentaje] acotado [0,1]
	Elementos culturales y paisajísticos conservados	Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (PATRIMON) [adimensional] acotado [0,1]
Fuente: Elaboración propia.		

Según lo consensuado por el panel de expertos, el adecuado desempeño de la función social pasa por el cumplimiento de los siguientes cuatro criterios:

- a1) que el empleo total generado por la actividad sea el mayor posible,
- a2) que la actividad productiva en el sector del olivar sea capaz de remunerar adecuadamente el trabajo demandado,

- a3) que el relevo intergeneracional de las explotaciones esté asegurado,
- a4) que contribuya eficazmente a la fijación de población al medio rural.

Por su parte, la función cultural se ha considerado se cumple adecuadamente cuando se verifica que:

- b1) el suministro de alimentos de calidad y/o tradicionales resulte garantizado,
- b2) la calidad visual del paisaje sea conservada o mejorada, y
- b3) los elementos culturales y paisajísticos asociados al cultivo sean conservados.

Para cuantificar el grado de cumplimiento de cada uno de estos criterios se han seleccionado uno o dos indicadores, según los casos. En total han sido nueve los indicadores seleccionados para analizar esta dimensión, tal y como se detalla en el cuadro IV.3.

IV.2.1 Empleo total (MOTOT)

Definición

Tal y como reconoce la OCDE (OCDE, 2001, p. 43), el principal rol social de la agricultura es la generación de empleo en las zonas rurales donde se asienta esta actividad económica. Esta función generadora de empleo es especialmente relevante en los sistemas andaluces de olivar, lo que justifica que a este cultivo se le haya puesto el calificativo de ‘social’. De hecho, como se apuntaba en la introducción del documento, el olivar genera el 32 por ciento de empleo agrario de la Comunidad Autónoma (91.327 empleos directos según datos del último censo agrario). Además, debe comentarse que su importancia social es mucho mayor a nivel local en aquellas zonas donde está presente que la que pueda reflejar las cifras anteriores. Así, cabe afirmar que este cultivo se ha convertido en la primera fuente de rentas de los habitantes de más de 300 municipios andaluces del interior, territorios donde las posibilidades de diversificación de rentas son limitadas (CAP, 2008).

Por estos motivos, la cantidad de empleo generado por las explotaciones de olivar (*MOTOT*) puede utilizarse como un indicador válido para cuantificar las implicaciones sociales que tiene este sector en la provisión y distribución de rentas en los territorios donde dicho cultivo se localiza. De esta forma el indicador propuesto cuantifica la cantidad total de mano de obra ocupada en las explotaciones analizadas para el cultivo del olivo, contabilizándose con independencia de su tipo, incluyendo pues tanto la mano de obra familiar como ajena, bien sea o no remunerada o tenga carácter fijo o eventual.

Método de cálculo

Siguiendo las directrices anteriormente señaladas, este indicador se formula de la siguiente manera:

$$MOTOT = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} MO_LABOR_j}{SUP_OLIV} \quad [IV.9]$$

siendo:

MOTOT: Empleo total generado (UTA/ha·año).

MO LABOR_j: Cantidad de trabajo demandado para el desarrollo de la actividad o labor *j*, cuantificada en Unidades de Trabajo Agrario (UTA). En este sentido se consideran todas las actividades/labores desarrolladas a lo largo de año para el desarrollo del cultivo del olivo, que va desde la poda y resto de labores de invierno (*j*=1) hasta la recolección (*j*=*n*).

Interpretación

Lógicamente, este indicador siempre toma valores no negativos (sólo sería igual a 0 en el caso de completo abandono del cultivo). En este sentido cabe asumir que a medida que éste toma valores cada vez mayores, las explotaciones de olivar cumplen mejor su funcionalidad de generar empleo y, por tanto, deben considerarse más sostenibles desde una perspectiva social. Efectivamente, a medida que se incrementan las necesidades de mano de obra por unidad de superficie, dichas explotaciones se convierten cada vez más en un elemento activo de desarrollo y equidad social.

IV.2.2 Productividad aparente del factor trabajo (PRODMO)

Definición

Para que la función social de la actividad agraria se desempeñe adecuadamente, no basta con que las explotaciones demanden mano de obra, sino que es igualmente necesario que el uso del factor trabajo dentro de éstas sea productivo, generando las rentas necesarias para su adecuada remuneración. Dicho en otras palabras, no se puede considerar sostenible desde una perspectiva social una explotación de olivar que ocupe gran cantidad de mano de obra (familiar, por ejemplo), pero que su producción no sea rentable económicamente, pues en tales circunstancias no sería capaz de remunerar mínimamente el trabajo aportado.

Para cuantificar la capacidad de las explotaciones de olivar para remunerar el factor trabajo se ha incluido dentro del plan de indicadores seleccionado la productividad aparente del factor trabajo, definido como el cociente de la rentabilidad de la explotación por la mano de obra total requerida.

Método de cálculo

De lo comentado anteriormente se deduce que este indicador se calcula como sigue:

$$PRODMO = \frac{RENTOLIV}{MOTOT} \quad [IV.10]$$

donde:

PRODMO: Productividad aparente del factor trabajo (€/UTA).

Interpretación

De la formulación matemática propuesta, resulta evidente que el indicador *PRODMO* puede tomar valores tanto positivos como negativos, en función de qué signo tome *RENTOLIV* (positivo/negativo cuando la explotación está en ganancias/pérdidas). En este sentido resulta lógico asumir que la sostenibilidad de la explotación pasa porque este indicador tome valores positivos, en la medida que de esta forma acredita la capacidad de generar empleo remunerado. En todo caso, mientras mayor sea dicha capacidad de remuneración (mayores valores de *PRODMO*), la explotación deberá considerarse más sostenible desde una perspectiva social, en la medida que con ello se incrementa la garantía de generar empleo de calidad en el largo plazo.

IV.2.3 Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON)

Definición

El abandono de la actividad productiva de las explotaciones agrarias es la consecuencia final de la conjunción de diversos factores, entre los que destacan la marginalidad económica (especialmente por la existencia de hándicaps naturales⁶), la falta de expectativas de futuro y la existencia

6 Otra causa de marginalidad económica ampliamente estudiada por la literatura es el carácter minifundista de las explotaciones. Efectivamente, la reducida dimensión de las explotaciones puede ser un impedimento para que éstas puedan adquirir las economías de escalas necesarias para poder competir. Bajo tales circunstancias es cierto que una opción a seguir por el titular puede ser el cierre de la explotación para dedicarse a

de alternativas de trabajo no agrario mejor remuneradas en los territorios circundantes (Aldanondo y Casanovas, 2009). Todas estas circunstancias desembocan finalmente en el cierre de la explotación y el abandono de la actividad productiva al fracasar los procesos de sucesión: los titulares de edad avanzada se jubilan sin que tengan a nadie que los suceda al frente de sus explotaciones.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el abandono de la actividad agraria provoca un peor desempeño de su función de desarrollo rural de las zonas donde ésta se localiza, dado que estos fenómenos merman tanto las posibilidades de viabilidad de los sistemas locales de producción como el *stock* de capital humano presente en el territorio⁷. Por ambos motivos se ha considerado conveniente incluir un indicador social que cuantifique el riesgo de abandono de la actividad productiva de la explotación agraria.

Dada la dificultad de analizar y diagnosticar los fenómenos de abandono productivo en el sector del olivar, para esta investigación se ha optado por diseñar un indicador eminentemente pragmático, preguntando directamente a los olivicultores entrevistados por las posibilidades de sucesión en la explotación tras su jubilación. La respuesta a esta pregunta, si bien puede contener ciertas dosis de subjetividad, puede considerarse un *proxy* adecuado del riesgo de abandono de la actividad.

Método de cálculo

La cuantificación de este indicador se ha obtenido directamente de las respuestas de los olivicultores entrevistados a la pregunta siguiente: “¿Cree usted que tras su jubilación seguirá en producción el olivar en su actual explotación?”. La respuesta a dicha pregunta tomará valores porcentuales (indicador *ABANDON*) que variarán entre el 100 por ciento cuando la respuesta sea “seguro que no”, y el 0 por ciento, cuando ésta sea “seguro que sí”. Otras posibles respuestas a esta pregunta se correlacionarán con valores intermedios del indicador: cuando el olivicultor responda “probablemente no” se asumirá un valor del indicador del 75 por ciento,

otras actividades que le permitan ganar las rentas necesarias. En cualquier caso, debe comentarse que este cierre no supone el abandono de actividad productiva (a no ser que existan también otros hándicaps naturales para la competitividad), pues en la mayoría de las ocasiones estas tierras pasan a ser gestionadas por otros titulares deseosos de ganar dimensión para sus explotaciones, bien sea a través de procesos de compra-venta o arrendamiento, sin que haya pues abandono de la actividad productiva.

7 También se suele comentar que el abandono de la actividad puede suponer una pérdida de carácter medioambiental, al disminuir el grado de biodiversidad que la actividad agraria genera (OECD, 2001b). En cualquier caso, este extremo no está claro en el caso del olivar, donde el abandono y renaturalización de determinadas zonas ahora en producción pueden suponer importantes beneficios ambientales (Guzmán Álvarez, 2005 y Nekhay y Arriaza, 2009).

cuando esta respuesta sea “no lo sé” se considera que *ABANDON* equivale al 50 por ciento, y cuando ésta sea “probablemente sí” el indicador tomará un valor del 25 por ciento.

Interpretación

De lo comentado anteriormente, resulta evidente que el valor de este indicador es inversamente proporcional al nivel de sostenibilidad de la explotación analizada. Así, a medida que el indicador *ABANDON* se incrementa, disminuye la sostenibilidad social proporcionada por la explotación, dado que se aumenta el riesgo que en un futuro no continúe la actividad productiva.

IV.2.4 Porcentaje de mano de obra familiar y fija (MOFAMIL)

Definición

La ocupación de mano de obra en el cultivo del olivar se caracteriza por su elevada estacionalidad, ya que la fase de recolección concentra entre el 45 por ciento y el 60 por ciento del trabajo anual requerido para su desarrollo (García et al., 2008). Ello explica por qué casi la mitad (48,2 por ciento) de la mano de obra total demanda por el olivar se cubre con trabajadores de carácter eventual (CAP, 2008)⁸. Tal circunstancia, no favorece el desarrollo rural de los territorios de olivar, en la medida que este tipo actividad laboral temporal no es capaz de fijar población. De hecho, en los últimos años estos requerimientos de mano de obra estacional se están satisfaciendo con mano de obra inmigrante. Así, es ya habitual que a las campañas de recolección de aceituna acudan una gran cantidad de temporeros procedentes de Europa del Este, del Magreb o del África Subsahariana⁹.

Por lo explicado anteriormente se deduce que para que la generación de empleo en el cultivo del olivo promueva un desarrollo rural realmente sostenible, dicho empleo debe cubrirse por personal con residencia habitual en los territorios donde se localiza el cultivo. Sólo en estos casos el olivar desempeña adecuadamente su función de fijar población en las zonas rurales. Al objeto de cuantificar tal circunstancia, dentro de la

8 En función del tipo de mano de obra empleada en las explotaciones olivareras andaluzas, cabe comentar que el 47,1 por ciento del empleo generado es cubierto por mano de obra familiar (incluyendo el del titular), el 48,2 por ciento por trabajadores eventual y el 4,7 por ciento restante a trabajadores asalariados fijos (CAP, 2008).

9 En este sentido, es normal que tras la recolección de la aceituna, los temporeros inmigrantes se desplacen a Huelva a la temporada de la fresa. En esta movilidad laboral se evidencia el carácter itinerante de estos trabajadores y su falta de arraigo en los territorios de olivar (promoción del desarrollo rural).

selección de indicadores realizada se ha incluido uno que cuantifica en términos relativos la importancia de la mano de obra familiar y asalariada fija (normalmente residentes en la zona de producción) sobre el total de trabajo requerido por el cultivo.

Método de cálculo

Este indicador se ha calculado a partir de la siguiente expresión:

$$MOFAMFI = \frac{MO_TITULAR + MO_FAMILIAR + MO_CONTRATADA_FIJA}{MO_TITULAR + MO_FAMILIAR + MO_CONTRATADA} \quad [IV.11]$$

siendo:

MOFAMIL: Porcentaje de mano de obra familiar y fija (adimensional).

MO_TITULAR: Mano de obra suministrada por el propio titular de la explotación (UTA/año).

MO_FAMILIAR: Mano de obra suministrada por familiares del titular, con o sin contrato laboral (UTA/año).

MO_COTRATADA_FIJA: Mano de obra suministrada por mano de obra asalariada con contrato fijo (UTA/año).

MO_COTRATADA: Mano de obra suministrada por mano de obra asalariada con contrato, de carácter fijo o eventual (UTA/año).

Interpretación

Dada la formulación establecida para este indicador, *MOFAMIL* sólo puede tomar valores dentro del intervalo [0,1]. El caso más favorable para la sostenibilidad sería cuando este indicador toma el valor 1, ya que implicaría que el 100 por ciento de la mano de obra demandada es cubierta por mano de obra familiar o personal fijo, normalmente residente en la zona de producción. El caso más desfavorable sería cuando el indicador tome el valor 0, ya que indicaría que toda la mano de obra generada es cubierta por personal eventual, que en la mayoría de los casos son temporeros sin residencia en los territorios de olivar. Para valores intermedios cabe deducir una relación directamente proporcional entre el valor de este indicador y el de-sempeño sostenible de la explotación desde una perspectiva social.

IV.2.5 Pertenencia a DOP (*DENOMIN*)

Definición

Dentro de las funciones demandadas por la sociedad a la agricultura se encuentra el suministro de alimentos de calidad típicos o tradicionales (Gómez-Limón y Atance, 2004 y Salazar et al., 2010). Al objeto de cuantificar el desempeño de este criterio en los sistemas de olivar, se ha considerado conveniente integrar dos indicadores en la metodología de valoración. El primero de ellos es la pertenencia o no de las explotaciones de olivar a algunas de las 12 Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) oficialmente reconocidas en Andalucía para la producción de aceites de oliva vírgenes extra (Sanz Cañada y Macías, 2005; Sanz Cañada, 2007 y 2009)¹⁰.

Actualmente, aproximadamente el 60 por ciento de la superficie de olivar andaluz (925.000 hectáreas) se encuentra amparada bajo DOP. Ello no significa que todas las explotaciones emplazadas en estos territorios produzcan aceite de oliva de calidad. Pero al menos su localización en zonas con DOP sí identifica que están situadas en zonas tradicionales del cultivo, donde el olivar presenta potencial real para producir aceites vírgenes extras con características propias y diferenciales de cada una de estas zonas y que, por tanto, tienen potencial para suministrar productos que se ajustan a las demandas sociales de calidad y tradición.

Método de cálculo

El indicador establecido en este sentido, *DENOMIN*, es de tipo cualitativo, para la cual sólo existen dos únicos valores posibles. Si la explotación está situada dentro de una DOP, *DENOMIN* es igual a 1. En caso contrario este indicador toma el valor 0.

Interpretación

Lógicamente, por lo argumentado anteriormente, cuando *DENOMIN* toma el valor 1, la explotación analizada resulta mejor valorada en términos de sostenibilidad cultural que si toma el valor 0, ya que con ello se evidencia la capacidad de producir alimentos (aceite de oliva) con la calidad y tradición demandada.

10 Las 12 denominaciones reconocidas en Andalucía son: Aceite de Estepa (Sevilla), Adamuz-Montoro (Córdoba), Antequera (Málaga), Baena (Córdoba), Lucena (Córdoba), Montes de Granada (Granada), Poniente de Granada (Granada), Priego de Córdoba (Córdoba), Sierra de Cádiz (Cádiz), Sierra de Cazorla (Jaén), Sierra Mágina (Jaén) y Sierra de Segura (Jaén).

IV.2.6 Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (ACEVIRG)

Definición

El otro indicador que trata de cuantificar el desempeño de la explotación en cuanto a la producción de productos típicos de calidad es el porcentaje del aceite producido por las explotaciones de olivar que es calificado como 'virgen extra', entendiendo por tal categoría la máxima calidad comercial que pueden tener los aceites de oliva.

Se trata éste de un indicador complementario al anterior, pues para satisfacer las demandas sociales en cuanto a la preservación de la calidad y la tipicidad de los productos del olivar, no sólo es necesario producir en determinadas zonas con potencial de calidad (DOP), sino que también los titulares deben poner de su parte esmerándose en la realización de las labores de cultivo y la recolección al objeto de obtener una cosecha de la mayor calidad posible. De hecho es indicativo apuntar que, según los últimos datos oficiales disponibles, las explotaciones andaluzas amparadas en DOP produjeron 'sólo' 172.947 toneladas de aceite de oliva virgen extra, lo que supone únicamente el 20 por ciento de la producción de aceite en estas zonas (CAP, 2008).

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula a través del ratio siguiente:

$$ACEVIRG = \frac{ACEITE_VIRGEN}{ACEITE_TOTAL} \quad [IV.12]$$

donde:

ACEVIRG: Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (adimensional).

ACEITE_VIRGEN: Producción de aceite de oliva virgen extra a partir de aceitunas de la explotación (kg).

ACEITE_TOTAL: Producción total de aceite de oliva a partir de aceitunas de la explotación (kg).

Interpretación

Al tratarse de un porcentaje, la valoración de este indicador está igualmente acotado en el intervalo [0,1]. Siguiendo la explicación anterior, es fácil deducir cómo a medida que el valor de *ACEVIRG* se incrementa, debe considerarse que la sostenibilidad de la explotación se ve igualmente acrecentada, al constatarse que desempeña de manera creciente su papel de suministrador de productos de calidad tradicional. En el mejor (peor) de los casos este indicador tomará el valor 1 (0), acreditando que todo (nada) el aceite de oliva producido tiene la máxima calidad comercial.

IV.2.7 Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL)

Definición

Otra de las funciones culturales que la sociedad demanda a los sistemas de olivar es la de conservar la calidad visual del paisaje agrario (Gómez-Limón y Atance, 2004 y Salazar et al., 2010). Por este motivo, para la evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones se ha considerado necesario incluir igualmente dos indicadores de su desempeño en esta línea. Para ello se han tenido en cuenta las evidencias obtenidas en estudios anteriores sobre esta materia, que establecen que la calidad visual de los olivares en Andalucía viene determinada, principalmente, por el contraste de colores y texturas motivado por la combinación de olivares con otros usos del territorio, así como por la presencia de cobertura vegetal en las calles (Arriaza et al., 2004).

Siguiendo estas consideraciones generales, el primero de los indicadores seleccionado ha sido el porcentaje de superficie de las explotaciones de olivar que es cubierta por otros cultivos o usos (bosques isla, haciendas, cursos de agua, etc.)¹¹. Con ello se determina el grado de ruptura del monocultivo del olivar en la explotación, y por ende su contribución paisajística.

Método de cálculo

La expresión matemática utilizada para calcular este indicador es la siguiente:

$$OTROSCULT = \frac{SUP_OTROS}{SUP_TOTAL} \quad [IV.13]$$

11 Como excepción al criterio general expuesto en la presentación del Capítulo 4, para este indicador se tiene en cuenta el conjunto de la explotación, independientemente de si sólo se dedica al olivar o si, por el contrario, es multicultivo.

donde:

OTROSCUL: Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (adimensional).

SUP_OTROS: Superficie de la explotación ocupada por otros cultivos/ usos diferentes al olivar, expresado en hectáreas.

SUP_TOTAL: Superficie total de la explotación, incluyendo la superficie de olivar (*SUP_OLIV*) y la de los otros cultivos/ usos (*SUP_OTROS*), medida también en hectáreas.

Interpretación

Este porcentaje está igualmente acotado en el intervalo $[0,1]$ ¹², cuyos valores cabe interpretar de la siguiente manera. Un valor 0 de *OTROSCUL* indica que se estaría valorando una explotación exclusivamente olivarera, cuya aportación a la calidad del paisaje es limitada, al no aportar a éste ningún tipo de contraste (contribución a un paisaje monótono asociado al monocultivo del olivo). Sería pues el valor menos sostenible que cabría esperar desde esta perspectiva. Sin embargo, a medida que este indicador crece, se evidenciaría la presencia de otros cultivos/ usos en la explotación que mejorarían su contribución a la calidad paisajística, y con ello una valoración igualmente creciente de la sostenibilidad proporcionada por la misma.

IV.2.8 Cobertura del suelo (COBERT)

Definición

El otro elemento que contribuye positivamente a la valoración del paisaje de olivar es la presencia de cubierta vegetal en las calles, bien sea ésta espontánea o cultivada. Por este motivo también se ha seleccionado como indicador de sostenibilidad para este trabajo el grado de cobertura vegetal del suelo en las plantaciones de olivar. Para ello se ha determinado el porcentaje de días en los cuales las mencionadas calles presentan este tipo de cubierta.

Método de cálculo

La expresión matemática necesaria para calcular el porcentaje antes comentado es la siguiente:

12 Lógicamente, el indicador *OTROSCUL* no puede llegar a valer el 100 por ciento, pues eso sería indicativo que no estamos ante una explotación de olivar.

$$COBERT = \frac{DIAS_SUELO_CUBIERTO}{365 \text{ días}} \quad [IV.14]$$

donde:

COBERT: Cobertura del suelo (adimensional).

DIAS_SUELO_CUBIERTO: Número de días al año en que las calles presentan algún tipo de cubierta vegetal.

Interpretación

El valor más desfavorable para una explotación de este indicador (la menor contribución posible a la sostenibilidad) sería el 0, en la medida que se estaría indicando que se trata de un olivar con suelo desnudo todo el año, que es el tipo de paisaje menos valorado. En el extremo opuesto tendríamos las explotaciones cuyas plantaciones de olivar tuviesen las calles permanentemente cubiertas por la vegetación (*COBERT* = 100 por ciento), que sería la opción más valorada por la sociedad en cuanto a paisaje se refiere. Para valores intermedios se asumen una correlación lineal positiva entre este indicador y el grado de sostenibilidad proporcionado por la explotación.

IV.2.9 Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (PATRIMON)

Definición

El paisaje no es la única contribución del olivar al patrimonio cultural común, sino que también hace una aportación a éste a través de la conservación y puesta en valor de una serie de elementos antropogénicos asociados tradicionalmente a su cultivo y que son valorados positivamente por la sociedad. Entre estos pueden comentarse la presencia de olivos centenarios, haciendas y molinos antiguos, terrazas, muros de piedra, setos, etc. No obstante, una adecuada valoración económica de la presencia de todo este conjunto de elementos excede con creces de los objetivos marcados para la presente investigación. Por este motivo, al objeto de introducir esta componente de la sostenibilidad cultural en el análisis aquí desarrollado, se ha optado por una aproximación pragmática. Para ello se ha considerado el atributo relativo a la conservación de los elementos patrimoniales antes comentados como un intangible, que requiere ser cuantificado a través de un índice construido *ad hoc* siguiendo el mismo método que ya se comentó para el indicador *INDADAP* (índice de adaptación).

En este sentido, los expertos del panel han considerado que las variables observables a considerar para la construcción de este índice son:

- a) la presencia de olivos centenarios en la explotación,
- b) la presencia de haciendas y/o molinos antiguos,
- c) la presencia de terrazas, muros, setos u otros elementos similares, y
- d) que la explotación tenga relación con actividades de turismo rural.

Método de cálculo

A partir de la información anterior, se ha considerado que este índice puede construirse a través de la siguiente suma ponderada de las variables observables antes referidas:

$$PATRIMON = w_{oliv_cent} OLIV_CENT + w_{hac_mol} HAC_MOL + w_{setos} SETOS + w_{turismo} TURISMO \quad [IV.15]$$

siendo:

PATRIMON: Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (adimensional).

OLIV_CENT: Presencia de olivos centenarios en la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

HAC_MOL: Presencia de haciendas o molinos tradicionales dentro de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

SETOS: Presencia de setos, terrazas, muros de piedra u otros elementos patrimoniales asimilables en la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

TURISMO: Oferta de actividades turísticas (casas de turismo rural, visitas organizadas, turismo activo, etc.) dentro de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

Los pesos w_i de esta expresión se han obtenido aplicando igualmente la técnica del AHP al conjunto de expertos del panel (véase apartado V.5.1.), siguiendo el mismo procedimiento que se indicó para el indicador *INDADAP*. Los resultados correspondientes pueden consultarse en el cuadro IV.4:

CUADRO IV.4

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de PATRIMON

Variable		A	B	C	D		Porcentaje
A	Presencia de olivos centenarios	1,00	0,39	0,62	0,25	$\lambda_{\text{max}} = 4,002$	$w_{\text{oliv_cent}} = 10,8$
B	Presencia de haciendas y/o molinos antiguos	2,57	1,00	1,73	0,61	$CI = 0,001$	$w_{\text{hac_mol}} = 27,8$
C	Presencia de setos, terrazas, etc. mantenidas	1,62	0,58	1,00	0,35	$RI = 0,882$	$w_{\text{setos}} = 16,4$
D	Relación con actividades de turismo rural	3,93	1,64	2,85	1,00	$CR = 0$	$w_{\text{turismo}} = 44,9$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor de este índice así definido está acotado en el intervalo [0,1]. El valor 0 se corresponde con las explotaciones que no presentan ninguno de los elementos patrimoniales antes referidos y no están relacionadas con las actividades de turismo rural. Se trataría pues del caso más desfavorable desde el punto de vista de la sostenibilidad, en la medida que las explotaciones así valoradas no contribuyen a la conservación y valorización de dichos elementos. A partir de esta valoración nula, valores de *PATRIMON* crecientes son indicativos de una aportación progresivamente mayor de la explotación en relación con esta función, y así hasta llegar al valor máximo de 1, que se trataría de la situación óptima desde el punto de vista de la sostenibilidad socio-cultural.

IV.3 Indicadores de sostenibilidad ambiental

El análisis de la dimensión ambiental de la sostenibilidad del olivar andaluz se ha vinculado al desempeño de dos funciones o principios básicos:

- a) el mantenimiento de la biodiversidad y
- b) el mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático (véase cuadro IV.5).

Siguiendo el marco SAFE, estos principios se han relacionado con una serie de criterios. Así, de acuerdo con lo consensuado por el panel de expertos, el adecuado desempeño de la primera de las funciones anteriores pasa por el cumplimiento de los siguientes puntos:

- a1) que la diversidad genética del olivar esté garantizada,
- a2) que la diversidad biológica asociada al cultivo del olivar resulte mantenida o aumentada, y
- a3) que la diversidad de hábitats (ecosistemas) sea igualmente mantenida o aumentada.

De esta forma se trata de recoger los tres niveles que engloba la biodiversidad (Primack, 1993), considerando ésta como la conjunción de la diversidad genética (variedades de olivar en nuestro caso), la diversidad biológica (variedad de especies asociadas al olivar) y la diversidad de comunidades (variedad de ecosistemas asociados al olivar).

Por otra parte, la función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático se considera que se cumple adecuadamente cuando:

- b1) la erosión del suelo es minimizada,
- b2) la fertilidad del suelo se mantiene o se mejora,
- b3) la calidad química del suelo y del agua es igualmente mantenida o mejorada,
- b4) la detracción de agua de los ecosistemas para riego es minimizada,
- b5) el balance de energía de la actividad agraria es optimizado.

Finalmente 11 han sido los indicadores seleccionados al objeto de medir el grado de cumplimiento de estos criterios, tal y como se comenta en los siguientes subapartados.

CUADRO IV.5

Criterios e indicadores de sostenibilidad ambiental para los sistemas de olivar

PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función de mantenimiento de la biodiversidad	Diversidad genética olivar garantizada	Número de variedades de olivar (NUMVAR) [variedades de olivar] número entero
	Diversidad biológica mantenida o aumentada	Índice de diversidad biológica (INDIVERS) [adimensional] acotado [0,1]
		Riesgo de pesticidas (RIESPEST) [kg rata/ha-año]
	Diversidad de hábitats (ecosistemas) mantenida o aumentada	Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL) [porcentaje] acotado [0,1]
		Porcentaje de la explotación no cultivada (lindes, setos, ribera de arroyos, bosques islas, etc.) (SUPNOCUL) [porcentaje] acotado [0,1]
Función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático	Erosión del suelo minimizada	Cantidad de suelo erosionada (EROSION) [t/ha-año]
	Fertilidad del suelo mantenida o mejorada	Índice de materia orgánica en el suelo (MATORG) [adimensional] acotado [0,1]
	Calidad química del suelo y agua mantenida o mejorada	Balance de nitrógeno (BALNITRO) [kg N/ha-año]
		Uso de herbicidas (HERBICID) [g equivalentes de glifosato/ha-año]
	Detracción de agua de los ecosistemas minimizada	Uso del agua de riego (USOAGUA) [m3/ha-año]
	Balance de energía optimizado	Balance energético (BALENERG) [kcal/ha-año]
Fuente: Elaboración propia.		

IV.3.1 Número de variedades de olivar (NUMVAR)

Definición

El material vegetal del olivo cultivado en Andalucía se caracteriza por estar compuesto por una gran cantidad de variedades (más de 120 variedades cultivadas¹³), todas ellas muy antiguas. Esta diversidad de cultivares se debe

13 En el mundo se estima existen entorno a 2.000 variedades de olivar, de las cuales 262 son cultivadas en España, y unas 120 en Andalucía (Barranco, 2008).

principalmente a dos causas (Barranco, 2008). La primera es la necesidad de contar con variedades adaptadas a las diferentes condiciones edafo-climáticas donde se desarrolla el cultivo, lo cual ha provocado que la selección de individuos realizadas a lo largo de los 6.000 años de cultivo se haya realizado a nivel local sobre la base de diferentes variedades ‘autóctonas’. Tal circunstancia explica que las diferentes variedades de olivo estén normalmente localizadas en el entorno geográfico de su origen. La segunda razón, ésta sí más específica del olivar, es la longevidad de las plantaciones, que ha hecho que la selección del material vegetal haya sido mucho más lenta que en los cultivos herbáceos, y que incluso en la actualidad las principales variedades sigan siendo las mismas que hace algunos siglos.

Sea como fuera, esta diversidad genética es un patrimonio natural que debe conservarse para las generaciones venideras. A pesar de ello, las nuevas tendencias de la olivicultura están tendiendo hacia la homogeneización de las plantaciones, con la consecuente reducción de las variedades cultivadas. De hecho, más del 90 por ciento de las nuevas plantaciones de olivar realizadas durante la última década se han basado en sólo tres variedades (‘Picual’, ‘Arbequina’ y ‘Hojiblanca’). Por estos motivos se ha considerado oportuno incluir en el análisis un indicador que cuantifique la contribución de las explotaciones de olivar a la conservación de los recursos filogenéticos de este cultivo. Dicho indicador, al que se ha denominado *NUMVAR*, cuantifica el número de variedades diferentes de olivar en la explotación, incluyendo también como tales aquellos olivos sin variedad reconocida (‘malacastas’).

Interpretación

Este indicador se obtiene de forma directa de la información suministrada por propio olivicultor. El valor mínimo de *NUMVAR* es 1, que señala como la plantación existente en la explotación es monovarietal. Por lo que antes se ha comentado, esta situación sería la menos sostenible, en la medida que representa la peor contribución posible de la explotación al mantenimiento de la diversidad genética del cultivo. A medida que el número de variedades por explotación se incrementa, se considera asimismo que aumenta la sostenibilidad ambiental de la misma, ya que ésta contribuye de forma creciente a la conservación de los recursos filogenéticos del olivo.

IV.3.2 Índice de diversidad biológica (*INDIVERS*)

Definición

La diversidad biológica asociada al olivar está constituida por una enorme cantidad de seres vivos, que van desde la microbiota del suelo hasta los

vertebrados superiores que habitan o se alimentan dentro de los límites de las explotaciones de olivar, pasando entre medias por una gran variedad de plantas e invertebrados. Sin duda, tratar de cuantificar esta riqueza de especies a nivel de explotación resulta una tarea ardua y que no está al alcance de esta investigación (Duelli y Obrist, 2003; OCDE, 2003). Por este motivo se ha considerado conveniente la construcción de un índice específicamente diseñado con este fin que permita realizar una aproximación cuantitativa razonable a este atributo de la sostenibilidad ambiental.

Para la construcción de este índice se ha contado inicialmente con los conocimientos previos recogidos en la literatura científica, al objeto de determinar las variables fácilmente observables que están más íntimamente relacionadas con la biodiversidad del olivar. Una excelente revisión del estado de la cuestión al respecto puede encontrarse en Duarte et al. (2009). Las variables así catalogadas han sido debatidas con el panel de expertos, consensuándose cuáles de ellas resultan más adecuadas para la construcción del índice pretendido. En este sentido la selección de las variables observables a integrar finalmente en dicho índice ha sido la siguiente:

- a) la presencia de cubiertas vegetales en calles (conservación de la flora y la fauna asociada a la misma),
- b) el mantenimiento de las cubiertas vegetales a través de la siega a diente por ganado ovino (método de manejo del suelo menos agresivo con las especies presentes en el mismo),
- c) el apilado de varetas tras la poda (generación de zonas de refugio para determinadas especies animales),
- d) el mantenimiento de aceitunas en los olivos tras la cosecha (reservas de cosecha a disposición de la fauna para su alimentación), y
- e) el riego con goteos enterrados o sin fertirrigación (minimización de los envenenamientos de animales que utilizan dichos goteros como bebederos).

Método de cálculo

A semejanza de como se ha expuesto en índices anteriores (*INDADAP* o *PATRIMON*), el índice de biodiversidad se ha construido sobre la base de la siguiente expresión lineal:

$$INDIVERS = w_{cubier} CUBIER + w_{diente} DIENTE + w_{apilado} APILADO + w_{aceitu} ACEITU + w_{riego} RIEGO \quad [IV.16]$$

donde:

INDIVERS: Índice de diversidad biológica (adimensional).

CUBIER: Mantenimiento de cubiertas vegetales en calles, bien sean espontáneas, sembradas o de restos de poda (adimensional): No = 0; Sí = 1.

DIENTE: Control de la vegetación arvense de la explotación mediante siega a diente (adimensional): No = 0; Sí = 1.

APLIADO: Apilado o enrollado de varetas y otros elementos similares procedentes de la poda y su depósito en los límites de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

ACEITU: Presencia de aceitunas en los árboles tras la cosecha, bien por propia resistencia del fruto a ser derribado cuando se emplean vibradores, bien porque el olivicultor deje ramas u olivos sin recolectar (adimensional): No = 0; Sí = 1.

RIEGO: En explotaciones con riego, presencia de goteros enterrados o riego sin fertirrigación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

En este caso, es necesario comentar que los cinco atributos relacionados con la diversidad biológica no son aplicables a todas las explotaciones de olivar. En concreto, el último de ellos, relativo al uso de riego por gotero, es sólo de interés para aquéllas que tienen riego. Por este motivo, el último de los sumandos del índice expresado en [4.15] sólo será aplicable a los olivares de regadío. Tal circunstancia requiere estimar dos conjuntos de pesos, uno aplicable a las explotaciones con riego (una ponderación para cada uno de los cinco atributos) y otro para las explotaciones de secano (cuatro pesos para sus cuatro atributos). Con este propósito se ha empleado el método AHP a los expertos del panel como en los otros dos índices comentados anteriormente (véase apartado V.5.1.). Los resultados obtenidos pueden apreciarse en el cuadro IV.6.

CUADRO IV.6

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de INDIVERS

Variable	A	B	C	D	E		Riego	Secano
							Porcentaje	
A Mantenimiento cubiertas vegetales en calles	1,00	3,68	6,38	6,11	5,34	λ max. = 5,137	w_{cubier} =	56,6 63,6
B Siega a diente	0,27	1,00	0,56	0,93	0,78	CI = 0,034	w_{diente} =	9,6 10,8
C Apilado de varetas	0,16	1,79	1,00	1,51	1,14	RI = 1,115	$w_{apilado}$ =	13,0 14,6
D Mantenimiento de aceitunas	0,16	1,08	0,66	1,00	1,01	CR = 3 %	w_{aceitu} =	9,8 11,0
E Riego con goteos enterrados o sin fertirrigación	0,19	1,28	0,87	0,99	1,00		w_{riego} =	11,0 ---

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Como el resto de los índices así contruidos, *INDIVERS* es un indicador adimensional, cuyos valores se encuentran acotados en el intervalo [0,1]. Así, valores iguales a 1 apuntan a una explotación donde la biodiversidad es optimizada. Por el contrario, valores de este índice iguales a 0 indican que en la explotación analizada no se realiza ninguna práctica que puede favorecer la diversidad biológica asociada al cultivo. Así pues, desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental, cabe considerar que mientras mayor sea el valor resultante de *INDIVERS*, la explotación mejor cumple su papel de mantener la biodiversidad y, por tanto, debe ser mejor valorada en términos de sostenibilidad ambiental.

IV.3.3 Riesgo de pesticidas (RIESPEST)

Definición

La biodiversidad del olivar está directamente influenciada, además de por las variables observables antes comentadas, por los tratamientos químicos aplicados al cultivo, tanto para el manejo del suelo (herbicidas) como para el tratamiento de las enfermedades y plagas (fungicidas e insecticidas). Todos ellos tienen en común su poder biocida, por lo que su uso supone una merma de las poblaciones de diferentes tipos de organismos que comparten junto con el olivo estos territorios. Por esta causa, se ha incluido igualmente un indicador específico que trata de cuantificar el potencial biocida de las materias activas empleadas en estos tratamientos, siguiendo así la sugerencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2005).

Método de cálculo

Al objeto de medir la cantidad de organismos vivos potencialmente eliminables por el empleo de pesticidas se ha seguido la siguiente expresión matemática:

$$RIEPEST = \sum_{m=1}^{m=M} \sum_{n=1}^{n=N} \frac{QPC_m \times CMA_{mn}}{DL50_n} \quad [IV.17]$$

donde:

RIESPEST: Riesgo de pesticidas, cuantificado como la capacidad biocida potencial de los pesticidas empleados en el olivar medidos en kg de rata/ha·año.

QPC_m : Cantidad del producto comercial m aplicado (kg producto comercial m /ha·año).

CMA_{mn} : Concentración de la materia activa n en el producto comercial m (g materia activa n /kg producto comercial m).

$DL50_n$: Dosis letal 50 por ciento de la materia activa n (g materia activa n /kg de rata)¹⁴.

Interpretación

El valor mínimo que puede tomar este indicador es 0. Éste sería el caso de las explotaciones acogidas a la producción ecológica o que no realizasen ningún tipo de tratamiento con pesticida. Lógicamente, esta situación sería la más valorada para el cumplimiento de la función del mantenimiento de la biodiversidad y, por tanto, la que se considera más sostenible en términos ambientales. A partir de este valor nulo, a medida que se incrementa el valor de *RIESPEST*, se incrementa la capacidad biocida de los tratamientos fitosanitarios aplicados, con la consiguiente merma en la valoración de la sostenibilidad de dichas explotaciones. De esta manera, se considera una relación lineal inversa entre este indicador y el grado de sostenibilidad ambiental proporcionado por las explotaciones de olivar analizadas.

14 La dosis letal es una forma de expresar el grado de toxicidad de una sustancia. Como la resistencia a una sustancia puede variar de un sujeto a otro, se expresa como la dosis tal a la que de una población de muestra dada, un porcentaje dado muere. Como norma general se utiliza la dosis letal mediana o DL50 que equivale a la dosis única obtenida estadísticamente de una sustancia de la que cabe esperar que, administrada por vía oral, cause la muerte de la mitad de un grupo de ratas albinas adultas jóvenes en el plazo de 14 días. El valor de la LD50 se expresa en términos de masa de la sustancia suministrada por peso de animal sometido al ensayo, normalmente en mg de materia activa por kg de rata.

IV.3.4 Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL)

Definición

Como se comentó al inicio del apartado 1.3, la biodiversidad es un concepto complejo, que no sólo tiene en cuenta la variabilidad en el número de especies presentes en un territorio (diversidades genética y biológica ya consideradas con los anteriores indicadores), sino también la diversidad de comunidades o ecosistemas (Primack, 1993). Por este motivo se han seleccionado igualmente dos indicadores para cuantificar el desempeño de las explotaciones de olivar en este sentido.

El primero de estos indicadores que trata de cuantificar la diversidad de hábitats en el seno de las explotaciones de olivar es el porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos o usos (*OTROSCUL*), indicador que ya ha sido presentado en el apartado 1.3.4 por su contribución a la calidad del paisaje¹⁵. No obstante, dentro de este contexto relacionado con la biodiversidad, este indicador debe analizarse como un *proxy* de la existencia de heterogeneidad en el uso del territorio, y por tanto, de diversidad de ecosistemas. Así pues, un valor 0 de *OTROSCUL* supondría que estamos valorando una explotación dedicada al monocultivo del olivo, donde no existe variedad de ecosistemas alguna. Se trataría pues de la peor situación posible para la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, a medida que se incrementa este indicador cabe asumir que las explotaciones presentan de otros cultivos/usos y, por tanto, integran en su seno ecosistemas diferenciados. Este incremento en la diversidad de hábitat viene marcada tanto por la propia existencia de dichos usos alternativos del suelo, como por la existencia de ‘límites’ o ‘divisorias’ (lindes, setos, ribera de arroyos, etc.) para la delimitación de zonas con usos dispares, franjas de terreno donde las interacciones ecológicas son mucho más ricas y variadas. Por tanto, para esta investigación se va a asumir una correlación positiva entre el indicador *OTROSCUL* y la sostenibilidad ambiental.

15 Cabría pensar que el empleo de un mismo indicador para medir aspectos diferentes de la sostenibilidad podría generar un problema de ‘doble contabilidad’ a la hora de calcular el pretendido indicador sintético. No obstante, como se comenta en el apartado V.2, éste no es el caso de la investigación actual, en la medida que para la construcción de tales índices se ha seguido un cuidadoso proceso de ponderación de los indicadores de base (Smith, 2002).

IV.3.5 Porcentaje de la explotación no cultivada (SUPNOCUL)

Definición

El segundo de los indicadores para medir la diversidad de ecosistemas en las explotaciones de olivar es el porcentaje de su superficie que no está destinada a ningún cultivo. A través del mismo se trata de cuantificar la importancia relativa de ecosistemas no agrarios dentro de las mismas, como por ejemplo bosques islas, riberas de ríos y arroyos, afloramientos rocosos, etc. La consideración particular de este tipo de ecosistemas locales está justificada en la medida que se trata de zonas donde la actividad antrópica es mínima (no-cultivo), por lo que pueden servir de soporte vital para determinados organismos que, estando asociados al olivar, no habitan dentro del mismo. Claros ejemplos de especies de este tipo son buena parte de las aves, reptiles y mamíferos tradicionalmente asociados al olivar, que crían fuera del mismo pero se alimentan básicamente de seres que sí residen dentro de él (especies predatoras que emplean el olivar como ‘comedero’).

Método de cálculo

Este indicador se calcula de una forma simple por medio de la siguiente expresión:

$$SUPNOCUL = \frac{SUP_NOCULT}{SUP_TOTAL} \quad [IV.18]$$

donde:

SUPNOCUL: Porcentaje de la explotación no cultivada (adimensional).

SUP_NOCULT: Superficie de la explotación no cultivada, incluyendo la superficie dedicada a bosques islas, riberas, afloramientos rocosos, etc., medida en hectáreas.

Interpretación

Como en el caso del indicador anterior, el valor mínimo de *SUPNOCUL* es 0. Si se tienen en cuenta los argumentos anteriores es fácil deducir que tal situación es la más desfavorable para la sostenibilidad ambiental. No obstante, a medida que el valor del indicador crece se considera que también aumenta su grado de sostenibilidad, en la medida que cumple cada vez mejor su función de soportar diferentes tipos de hábitats, circunstancia que beneficia tanto a la flora como a la fauna silvestres.

IV.3. 6 Cantidad de suelo erosionada (EROSION)

Definición

La erosión de los suelos representa uno de los problemas ambientales más importantes y extendidos en el sector del olivar (Pastor et al., 1999; CAP, 2008; Gómez Calero y Giráldez, 2009). Esta situación es el resultado de la confluencia de determinadas variables ambientales presentes en buena parte de los territorios de olivar (altas pendientes, alta torrencialidad de la lluvia y alta erodibilidad de los suelos) y la realización de una serie de prácticas agrícolas inadecuadas en relación con el manejo del suelo (Gómez Calero et al., 2003 y 2009).

Según datos oficiales (CAP, 2008), cabe estimar más de 50 millones de toneladas al año las pérdidas de suelo provenientes de las explotaciones andaluzas de olivar. Dichas pérdidas se corresponden con los horizontes superficiales más ricos en nutrientes y materia orgánica de estas explotaciones agrícolas. En el largo plazo estos fenómenos erosivos son insostenibles en la medida que suponen un deterioro continuado de la capacidad productiva de los suelos, limitando de esta manera su funcionalidad para la producción agrícola o cualquier otro uso del mismo como soporte del medio natural y primer eslabón de la cadena alimentaria.

Los datos anteriores explican por sí solos la necesidad de integrar en el análisis de la sostenibilidad del olivar un indicador que cuantifique la pérdida de suelo. Este indicador, al que se denomina *EROSION*, va a estimar para cada explotación de la muestra las pérdidas de suelo medidas en toneladas por hectárea y año, de acuerdo a sus condiciones locales (edafó-climáticas y de manejo del cultivo). Para ello, como recomiendan Gómez Calero y Giráldez (2009), se va a emplear la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo actualizada (*Revised Universal Soil Loss Equation*, abreviadamente *RUSLE*) (Renard et al., 1997).

Método de cálculo

Siguiendo la expresión de la *RUSLE*, este indicador se calcula como sigue:

$$EROSION = R \times K \times LS \times C \times P \quad [IV.19]$$

donde:

EROSION: Cantidad de suelo erosionada expresada en t/ha·año.

R: Factor de erosividad de la lluvia, que depende de la energía y duración de las precipitaciones (adimensional).

K: Factor de erodibilidad del suelo, que dependen del tipo suelo (adimensional).

LS: Factor de la topografía del terreno, dependiente de la longitud y pendiente del terreno (adimensional).

C: Factor que recoge el efecto del tipo de cultivo y el método de manejo del suelo (adimensional).

P: Factor que recoge el efecto de las medidas de conservación implementadas para el control de la erosión (adimensional).

Para una exposición detallada de la forma de estimar cada uno de estos factores a escala local remitimos al lector interesado al manual de Renard et al. (1997).

Interpretación

Este indicador en todos los casos toma valores estrictamente positivos¹⁶. En cualquier caso es evidente que a medida que el valor de *EROSION* se incrementa (valores crecientes de suelo perdido), las explotaciones de olivar son menos eficaces en el cumplimiento de su función de conservar el recurso suelo y, por tanto, deben considerarse menos sostenibles desde una perspectiva ambiental.

IV.3.7 Índice de materia orgánica en el suelo (MATORG)

Definición

Como la mayoría de los recursos, el suelo debe conservarse tanto en cantidad como en calidad. Las variaciones en el *stock* de este recurso han sido consideradas a través del indicador *EROSION*. Así pues, resulta obligado incluir igualmente en el análisis un indicador que cuantifique la calidad de los suelos de las explotaciones de olivar. En este sentido la cuestión que se plantea es cómo medir la calidad de estos suelos. Para responder a esta cuestión debemos tener en cuenta que en los territorios de olivar el factor más determinante para la calidad del suelo es su contenido de materia orgánica (Parra et al., 2002). Así pues, la cantidad de materia orgánica en el mismo puede considerarse un indicador válido para cuantificar esta componente de la sostenibilidad.

16 La erosión afecta a todos los suelos, en menor o mayor medida. Por este motivo en la práctica no puede existir una tasa de erosión nula.

Existen varios procedimientos analíticos para la determinación del porcentaje de materia orgánica en los suelos agrícolas. No obstante, este tipo de determinación está fuera del alcance de esta investigación, en la medida que ésta resultaría muy costosa en tiempo y dinero por la amplitud de la muestra de explotaciones considerada. Por este motivo, en su defecto se ha considerado como alternativa válida el empleo de un índice específico (*MATORG*), que trate de estimar de forma adimensional la cantidad de materia orgánica del suelo. Con el propósito de construir tal índice se ha contado de nuevo con el conocimiento experto del panel, que ha determinado cuáles son las variables observables que más condicionan el nivel de dicha materia orgánica en el suelo. Las variables seleccionadas con este propósito han sido:

- a) el manejo del suelo (número de labores y mantenimiento de cubiertas vegetales) y
- b) la gestión de los restos de poda (picado o no de tales restos).

Método de cálculo

Como ya se ha comentado anteriormente, la formulación de estos índices cabe ajustarse a una suma ponderada de las variables observables que están directamente relacionadas con el fenómeno analizado. En este caso, según lo comentado anteriormente, esta expresión tomaría la siguiente forma:

$$MATORG = w_{labores} \times LABORES + w_{cubierta} \times CUBIERTA + w_{restos_poda} \times RESTOS_PODA \quad [IV.20]$$

donde:

MATORG: Índice de materia orgánica en el suelo (adimensional).

LABORES: Manejo de suelo (adimensional): Más de una labor al año = 0; Ninguna o una labor al año = 1.

CUBIERTA: Existencia de cubierta vegetal en la calles (adimensional): No = 0; Sí = 1.

RESTOS_PODA: Picado de restos de poda (adimensional): No = 0; Sí = 1.

La ponderación (w_i) de estas variables observables se ha calculado igualmente a través de las opiniones de los expertos componentes del panel, aplicando para ello la técnica del AHP y la agregación de juicios a través de la media geométrica, tal y como se ha señalado para el resto de índices construidos anteriormente (véase apartado V.5.1.). Los resultados obtenidos en este caso son los que señalan en el cuadro siguiente:

$$MATORG = w_{labores} \times LABORES + w_{cubierta} \times CUBIERTA + w_{restos_poda} \times RESTOS_PODA$$

CUADRO IV.7

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de MATORG

Variable	A	B	C		Porcentaje
A Manejo de suelo: sólo una labor	1,00	0,15	0,19	λ max. = 3,005	$w_{labores} = 7,7$
B Manejo de suelo: con cubierta	6,88	1,00	1,07	CI = 0,002	$w_{cubierta} = 49,3$
C Picado de restos de poda	5,20	0,93	1,00	RI = 0,525	$w_{restos_poda} = 43,0$
				CR = 0%	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor de este índice adimensional está acotado entre 0 y 1. La mejor valoración en este sentido de una explotación sería aquella donde *MATORG* tome un valor igual a 1, ya que indicaría que ésta realiza las prácticas más adecuadas para incrementar la fertilidad del suelo (porcentaje de materia orgánica). Así pues, una puntuación igual a 1 es la que debe considerarse como la más sostenible desde esta perspectiva. El caso contrario ocurre cuando este índice toma un valor 0, que representa la situación menos sostenible para el mantenimiento de la fertilidad del suelo del olivar. Para situaciones intermedias cabe asumir una relación lineal positiva entre el índice *MATORG* y la sostenibilidad proporcionada por la explotación.

IV.3.8 Balance de nitrógeno (BALNITRO)

Definición

El nitrógeno es un macronutriente esencial para el olivo. Sin embargo, una cantidad excesiva de este elemento en los suelos puede generar serios problemas ambientales (Fernández-Escobar, 2008). Efectivamente, el exceso de nitrógeno puede disolverse por el agua de lluvia o por el agua de riego, y ser arrastrado corriente abajo produciendo fenómenos de contaminación difusa que derivan en la eutrofización de las masas de agua receptoras de tales flujos (Hermosín et al., 2009). De igual forma la existencia de este elemento en demasía puede acelerar los procesos naturales de desnitrificación bacteriana, liberando a la atmósfera diferentes tipos de óxidos de nitrógeno (fundamentalmente óxido nitroso -N₂O- y óxido nítrico -NO), gases que generan un efecto invernadero casi 300 veces superior al CO₂ (IPCC, 2007).

La generación de todas estas externalidades negativas relacionadas con el uso del nitrógeno en las explotaciones de olivar justifica la selección de

un indicador específico que cuantifique su desempeño en relación con el ciclo de dicho elemento. En esta línea se ha seguido el planteamiento de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2005), que propone el cálculo del balance de nitrógeno para valorar las consecuencias de la utilización del mismo en la actividad agraria. Dicho balance puede calcularse de forma simple como la diferencia entre nitrógeno aportado a la explotación a través de la fertilización y la cantidad del mismo extraído en forma de cosecha u otros subproductos¹⁷. La diferencia así calculada puede considerarse como un *proxy* de la cantidad de este elemento que es liberado al medio ambiente, con los correspondientes efectos perjudiciales.

Método de cálculo

El cálculo del balance de este elemento químico en las explotaciones de olivar analizadas se ajusta a la siguiente expresión:

$$BALNITRO = (N_{fert_inorg} + N_{fert_org}) - (N_{cosecha} + N_{subproductos}) \quad [IV.21]$$

donde:

BALNITRO: Balance de nitrógeno, expresado en kg N/ha·año.

N_{fert_inorg} : Cantidad de nitrógeno presente en el abonado orgánico aportado al cultivo (kg N/ha·año).

N_{fert_org} : Cantidad de nitrógeno presente en el abonado inorgánico aportado al cultivo (kg N/ha·año).

$N_{cosecha}$: Cantidad de nitrógeno extraída de la explotación en forma de aceitunas (kg N/ha·año).

$N_{subproductos}$: Cantidad de nitrógeno extraída de la explotación en forma de biomasa (kg N/ha·año).

17 En el ciclo del nitrógeno de las explotaciones agrarias intervienen de manera decisiva la microbiota del suelo, causante de todo un conjunto complejo de flujos hacia dentro (procesos de nitrificación) y hacia fuera (procesos de desnitrificación) de este elemento. El balance del nitrógeno derivado de la actividad biótica del suelo puede ser, de hecho, tanto negativo (el suelo como sumidero de óxidos de nitrógeno) como positivo (el suelo como fuente de tales gases). En cualquier caso la cuantificación de dichos fenómenos sobrepasa las posibilidades de este trabajo. Por este motivo se ha simplificado el análisis asumiendo que este balance derivado de la actividad microbiana es nulo, no siendo pues contabilizado en el cálculo del indicador *BALNITRO*.

Interpretación

En principio, los valores de este indicador no están acotados ni superior ni inferiormente. De hecho éste puede tomar valores incluso negativos, como ocurre en los casos en los que no se haga ninguna aportación artificial de nitrógeno, y existan extracciones efectivas de este elemento a través de la cosecha¹⁸. En estos casos la liberación al medio de nitrógeno (impacto ambiental negativo) sería inexistente, siendo éste el caso más favorable (más sostenible). No obstante, de la explicación anterior se deduce que a medida que el valor del indicador *BALNITRO* se incrementa, la explotación analizada es cada vez menos sostenible desde una perspectiva ambiental, pues la cantidad de nitrógeno liberada al medio se incrementa proporcionalmente, con el consecuente perjuicio ambiental (contaminación del agua y la atmósfera).

IV.3.9 Uso de herbicidas (HERBICID)

Definición

La progresiva generalización de los sistemas de laboreo de conservación (mínimo laboreo y no laboreo) en el olivar ha provocado un uso cada vez más intensivo de herbicidas para limitar la competencia por el agua y los nutrientes de las malas hierbas. Las aplicaciones de estos agroquímicos se realizan al objeto de asegurar su presencia en el lugar y momento apropiado para evitar la competencia de la flora arvense. No obstante, una vez que los herbicidas llegan al suelo o las plantas, estos experimentan una serie de procesos (adsorción, arrastre, lixiviado, volatilización, etc.) que por una parte le restan eficacia, al disminuir su disponibilidad para la plaga a combatir, y por otra originan su presencia en lugares no deseados. Los procesos de percolación o lixiviado y el arrastre superficial o escorrentía son los efectos secundarios más graves, en la medida que posibilitan que las materias activas de los herbicidas lleguen a masas de aguas subterráneas y superficiales, convirtiéndose en fuentes de contaminación difusa. Esta circunstancia explica la existencia de episodios recurrentes de contaminación de embalses y acuíferos localizados aguas abajo de las mayores zonas productoras de olivar (Rumblar y Dañador en Jaén, Iznájar en Córdoba, José Toral en Sevilla o Guadalteba en Málaga), especialmente en años de sequía. Esta contaminación perjudica tanto a los ecosistemas como a la salud pública, especialmente cuando se trata de masas de agua que son utilizadas como fuentes de agua potable (Hermosín et al., 2009).

18 Un valor negativo de *BALNITRO* mantenido en el tiempo implica necesariamente la existencia de una actividad microbiana de nitrificación (suelo como sumidero de óxidos de nitrógeno), que ponga a disposición del cultivo determinadas cantidades de nitrógeno.

Estas afecciones ambientales negativas sobre las masas de agua han tratado de solventarse progresivamente a través de la prohibición para su uso en olivar de los herbicidas más problemáticos como la simazina (año 2003) o el diurón (año 2007), y restricciones cada vez más severas en el empleo de otros como la terbutilazina. En cualquier caso, el riesgo de contaminación por estos pesticidas sigue existiendo, en la medida que se siguen utilizando todo un conjunto de materias activas potencialmente contaminantes. Por ello se ha considerado oportuno la inclusión de un indicador que cuantifique este potencial perjuicio ambiental del cultivo del olivar sobre el medio hídrico.

Método de cálculo

Siguiendo el planteamiento anterior, el indicador desarrollado mide la capacidad de contaminación potencial derivada del uso de los herbicidas todavía empleados en las explotaciones de olivar, ajustándose a la siguiente formulación:

$$HERBICID = \sum_{m=1}^{m=M} \sum_{n=1}^{n=N} equiv_n \times QHR_m \times CMA_{mn} \quad [IV.22]$$

siendo:

HERBICID: Uso de herbicidas, cuantificados en g equivalentes de glifosato por hectárea y año.

equiv_n: Capacidad contaminante equivalente de la materia activa *n* en comparación con el glifosato, la materia activa más habitualmente empleada como herbicida en el olivar. Este coeficiente está cuantificado en g equivalentes de glifosato por g de materia activa *n*.

QHR_m: Cantidad de la formulación comercial del herbicida *m*, cuantificado en kg producto comercial *m* aplicado por hectárea y año.

CMA_{mn}: Concentración de la materia activa *n* en el producto comercial *m* medido en g de materia activa *n* por kg de producto comercial *m*.

Los valores de *equiv_n* se han estimado *ad hoc* para esta investigación con la colaboración del panel de expertos, cuyos componentes han establecido igualmente las equivalencias entre los diferentes herbicidas empleados en el olivar y el glifosato sobre la base de su capacidad contaminante de las masas de aguas. Los resultados de tal comparativa son los que se aprecian en el cuadro IV.8.

CUADRO IV.8

Equivalencia entre las materias activas empleadas como herbicidas en el olivar y el glifosato en función de su capacidad contaminante

Materia activa	Equivalencia (equiv.)
Amitrol	0,28
Diflufenican	0,21
Flazasulfurón	0,42
Glifosato	1,00
MCPA	1,18
Oxifluorfen	1,01
Terbutilazina	3,17

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor más bajo que puede tomar este indicador es 0, que indica que no se ha hecho uso alguno de herbicidas. Este sería el caso, por ejemplo de las explotaciones de olivar ecológico, siendo la situación óptima desde un punto de vista ambiental (no existe peligro alguno de contaminación de las aguas). A partir de este valor, cualquier incremento en el indicador *HERBICID* debe valorarse negativamente. Así pues, se considera una relación inversa entre este indicador y el grado de sostenibilidad ambiental proporcionado por las explotaciones de olivar analizadas.

IV.3.10 Uso del agua de riego (USOAGUA)

Definición

Las estadísticas oficiales presentan grandes divergencias en relación con la superficie de olivar en regadío. Así, según los últimos datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (CAP, 2008), actualmente existen 297.434 hectáreas de olivar de regadío, lo que representa el 20,6 por ciento del total de la Comunidad Autónoma. Sin embargo, los datos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir ofrecen unas cifras de superficie regada de olivar de 380.510 hectáreas (CHG, 2008). Asimismo, según datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino a través de Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos correspondiente a 2009 (MARM, 2009a), el olivar en regadío en Andalucía asciende hasta las 546.425 ha, sobre un total de 1.545.813 ha; es decir, el 35,3 por ciento del olivar andaluz.

Con independencia de la cifra exacta, cabe afirmar que en la actualidad la superficie de olivar en regadío supone el 47 por ciento de la superficie regada en la cuenca del Guadalquivir (CHG, 2008), siendo este cultivo el principal consumidor de agua (864 hm³/año, el 26 por ciento de las demandas totales de la cuenca), muy por delante del conjunto de abastecimientos urbanos (444 hm³/año) o el cultivo del arroz (433 hm³/año).

La importancia de estas cifras en términos absolutos contrasta con los datos del riego del olivar en términos relativos. Efectivamente, es interesante señalar que este cultivo consume una cantidad de agua mucho menor que los cultivos herbáceos extensivos propios de los grandes regadíos tradicionales del interior de Andalucía (cereales, cultivos industriales, forrajeras, etc.). Ello se debe a dos circunstancias a reseñar. En primer lugar el uso habitual de dosis de riego inferiores a las necesidades hídricas del cultivo (riego deficitario). Así, si bien las necesidades hídricas del olivo en las condiciones andaluzas se sitúan por lo general en un rango entre 4.000 y 5.000 m³/ha·año, la dosis de riego practicadas normalmente son muy inferiores, en torno a 1.500 m³/ha·año. A ello hay que sumar el uso de técnicas de riego altamente eficientes, como el riego localizado, que cubre la práctica totalidad del olivar de regadío.

En cualquier caso, debe destacarse que la preponderancia actual del olivar dentro del regadío andaluz es un hecho novedoso, ya que éste ha sido un cultivo básicamente de secano hasta fechas muy recientes. De hecho, a principios de los noventa del siglo XX la superficie de olivar regado no superaba las 50.000 hectáreas. Tal circunstancia lo que pone de manifiesto es que buena parte de los consumos actuales de agua para el riego del olivar son nuevas demandas de este recurso, que se han sumado en los últimos años a las anteriormente existentes para otros cultivos y usos. Este crecimiento de la demanda de agua en una cuenca ya de por sí al límite de la sostenibilidad como es la del Guadalquivir, ha generado graves problemas ambientales, al sobrepasar los usos a las disponibilidades reales de agua.

El efecto más evidente de este proceso es la sobre-explotación de acuíferos en el alto Guadalquivir. Ejemplos de ello son, entre otros, los acuíferos de Úbeda, Jaén, Torres-Jimena, Bailén-Guarromán-Linares o Rumbiar, que han sido declarados como masas de aguas subterráneas 'sobre-explotadas' (extracciones superiores al 80 por ciento de las recargas naturales) por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Otras muchas masas de aguas subterráneas situadas bajo territorios de olivar han sido igualmente declaradas como en 'riesgo de sobre-explotación' (extracciones superiores al 60 por ciento de las recargas naturales). En tales circunstancias los perjuicios no son sólo económicos para los regantes (incremento de los costes de extracción por el descenso de la lámina de agua), sino sobre todo ambientales, pues esta bajada del nivel freático afecta negativamente a toda una serie de ecosistemas acuáticos asociados a dichos acuíferos

(fuentes y afloramientos de agua, lagunas y charcas, caudales en ríos y arroyos, etc.), que ven mermada su calidad ecológica por las extracciones antrópicas del recurso.

Por la gravedad de toda esta problemática, es evidente que la sostenibilidad del olivar pasa por un uso sostenible del recurso agua. Ello justifica la inclusión de un indicador específico para el análisis empírico propuesto. En concreto el indicador planteado cuantifica el consumo de agua por el cultivo, como aproximación a la cantidad de agua detraída de los ecosistemas naturales por las explotaciones de olivar.

Método de cálculo

Con el propósito de cuantificar la cantidad de agua de riego utilizada en las explotaciones de olivar la expresión empleada ha sido la siguiente:

$$USOAGUA = \frac{AGUA_OLIV}{SUP_OLIV} \quad [IV.23]$$

donde:

USOAGUA: Uso del agua para el riego del olivar, cuantificado en m³/ha·año.

AGUA_OLIV: Cantidad bruta de agua extraída del acuífero o de la masa de agua superficial para el riego del olivar (m³/año).

Interpretación

El indicador *USOAGUA* tomará valor 0 en todas las explotaciones de olivar de secano. En este sentido, estas explotaciones cabe considerarlas las más sostenibles desde esta perspectiva, en la medida que no detraen recurso alguno de los ecosistemas. A partir de este valor nulo, cualquier incremento en este indicador se interpreta como un mayor consumo de un recurso escaso que, dada la situación general de ‘madurez’ de las cuencas andaluzas, puede generar efectos negativos en los ecosistemas acuáticos asociados. Así pues, debe interpretarse que este indicador es inversamente proporcional a la sostenibilidad ambiental de la explotación.

IV.3.11 Balance energético (BALENERG)

Definición

Los efectos ambientales de las explotaciones agrarias pueden tener incidencia en los ecosistemas locales (por ejemplo, los derivados del uso de

recursos locales como el suelo o el agua) o afectar al conjunto del planeta. Este último es el caso del impacto de la agricultura en los flujos de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, cabría pensar en principio que todas las actividades agrícolas (incluyendo el olivar) son un sumidero de CO_2 por la actividad fotosintética de las plantas cultivadas. Sin embargo, la realidad es mucho más compleja cuando se consideran igualmente todos los procesos biológicos que provocan la liberación de CO_2 y otros GEI (la respiración de las raíces de las plantas, la degradación microbiana de la materia orgánica del suelo, procesos de desnitrificación bacteriana, etc.) y, sobre todo, la actuación del ser humano a través de labores de diferente índole generadoras de CO_2 (consumo de combustibles fósiles en las labores agrícolas y en los procesos industriales para la fabricación de insumos como los fertilizantes o los fitosanitarios). Todo ello ha generado abundantes estudios acerca del papel que las prácticas agrarias pueden desempeñar en relación con la mitigación del cambio climático (véanse las revisiones de Lal, 2008 y Smith et al., 2008).

La complejidad de este tipo de estudios resulta igualmente fuera del alcance de esta investigación, donde predomina una visión eminentemente pragmática y operativa. Por ello, como *proxy* razonable para tratar de incluir esta componente global de la sostenibilidad dentro de nuestro análisis, se ha considerado conveniente seleccionar un indicador que cuantifique el balance energético de las explotaciones (Guzmán Álvarez, 2007; Guzmán y Alonso, 2008). Dicho balance representa la diferencia entre las salidas de energía del sistema (producción agraria cosechada) y la energía aportada al sistema (insumos de producción y labores).

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$BALENERG = (ENERGIA_{\text{outputs}} + ENERGIA_{\text{subproductos}}) - (ENERGIA_{\text{inputs}} + ENERGIA_{\text{labores}}) \quad [\text{IV.24}]$$

donde:

BALENERG: Balance energético total (kcal/ha·año).

ENERGIA_{outputs}: Energía presente en la cosecha de aceitunas (kcal/ha·año).

ENERGIA_{subproductos}: Cantidad de energía contenida en subproductos aprovechados del cultivo como biomasa (kcal/ha·año).

ENERGIA_{inputs}: Energía presente en los insumos empleados (fertilizantes, fitosanitarios, etc.), medido igualmente en kcal/ha·año.

$ENERGIA_{labores}$: Energía presente en las labores de cultivo (maquinaria, combustibles, etc.) también expresada en kcal/ha· año.

Interpretación

Este indicador puede tomar signo tanto positivo como negativo. Cuando el valor del indicador *BALENERG* resulte positivo, ello evidenciará que el sistema de producción empleado en la explotación de olivar está consumiendo menos energía (energía entrante) que la que produce fruto de la fotosíntesis (energía saliente). Así, cuanto más positivo es el valor del indicador, menos energía consume y más produce, por lo que la explotación resultará más sostenible desde el punto de vista de sostenibilidad ambiental (se asume que contribuye favorablemente a mitigar el cambio climático). Por el contrario, cuando el valor del indicador *BALENERG* resulte negativo, ello significará que la explotación analizada está demandando más energía de la que produce. Así, cuanto más negativo sea el valor del indicador, menor será la sostenibilidad ambiental proporcionada por dicha explotación.



La construcción de indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria

Capítulo V

V. LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS DE SOSTENIBILIDAD AGRARIA

V.1 La utilidad de los indicadores sintéticos

Como se indicaba en el apartado II.2.2., los análisis empíricos de sostenibilidad basados en un gran número de indicadores resultan ser una tarea compleja y llena de dificultades, habida cuenta la gran cantidad de información multidimensional que es necesario considerar de manera conjunta. Esta dificultad para interpretar adecuadamente tal cantidad de información, obstaculiza la utilización de este tipo de análisis como herramienta práctica de apoyo a la toma de decisiones públicas y privadas encaminadas a mejorar la sostenibilidad del sector agrario.

Este problema ha tratado de superarse a través de la aplicación de métodos de agregación que resuman la información de los diferentes indicadores de base considerados para el análisis en un índice o indicador sintético. El uso de tales indicadores sintéticos para analizar la sostenibilidad agraria (o cualquier otro concepto de carácter multidimensional) ha generado, no obstante, un interesante debate en relación con sus ventajas e inconvenientes. En este sentido, Saisana y Tarantola (2002) han elaborado una buena síntesis, tal y como se muestra en el cuadro V.1.

Sin desdeñar los inconvenientes expuestos en el cuadro V.1, resulta patente el balance globalmente positivo que ofrece el uso de indicadores sintéticos, lo cual viene a avalar el interés de los mismos para la investigación aquí propuesta.

En cualquier caso, como se trata de explicar a lo largo de todo este capítulo, el proceso de construcción de los índices de sostenibilidad de las explotaciones andaluzas de olivar ha tratado de minimizar los posibles problemas mencionados en el cuadro V.1. En este sentido se ha tenido especial cuidado en la elección de las formas funcionales para la agregación (apartado I.4) y el cálculo de los pesos individuales de los indicadores de base seleccionados (apartado I.5). Asimismo se ha realizado un esfuerzo en la redacción de este capítulo, al objeto de dar la máxima transparencia al proceso de construcción de los índices propuestos.

CUADRO V.1

Ventajas e inconvenientes de los indicadores sintéticos

Ventajas	Inconvenientes
• Son capaces de sintetizar información de carácter complejo y multidimensional (como la sostenibilidad agraria) al objeto de facilitar su comprensión. • Reducen el tamaño visible de la información suministrada por un conjunto de indicadores, sin desestimar la información de base sobre la que se apoyan. • Promueven el uso de mediciones cuantitativas para el seguimiento y evaluación de las unidades analizadas (explotaciones agrarias, sistemas agrarios, etc.) a lo largo del tiempo, pudiendo ser la base de series históricas. • Facilitan la comunicación de los resultados a un público amplio (medios de comunicación, ciudadanía, etc.), permitiendo que estos temas complejos sean objeto de debate social. • Los resultados de estos índices permiten que los temas analizados sean objeto de debate político, constituyendo el soporte analítico para el diseño y aplicación de políticas públicas. • Permiten a los usuarios de estos índices realizar comparaciones de dimensiones complejas de forma efectiva.	• Pueden invitar a la obtención de conclusiones simplistas. • La información que generan puede derivar en políticas inapropiadas si el proceso de construcción es inadecuado (falta de rigor científico y técnico) o malinterpretado (falta de transparencia en el proceso). • La selección de indicadores y su ponderación puede ser objeto de disputas políticas y técnicas. • La información que generan puede derivar en políticas inapropiadas si algún principio o criterio es ignorado por la dificultad de su cuantificación a través de indicadores. • La variedad de métodos existentes para su construcción puede dar lugar a indicadores sintéticos arbitrarios o poco justificados.

Fuente: Elaboración propia a partir de Saisana y Tarantola (2002).

V.2 Esquema metodológico para el cálculo de indicadores sintéticos

Pese a que en esencia los índices representen una única medida de fácil interpretación que pretende servir de base para la toma de decisiones políticas, su construcción no resulta una tarea sencilla. De hecho, las dificultades metodológicas asociadas al diseño y cálculo de tales índices plantean una serie de cuestiones que, si no se abordan adecuadamente, pueden dar lugar a resultados erróneos, fácilmente malinterpretables o susceptibles de manipulación (Jacobs et al., 2004). Por este motivo es especialmente relevante explicar el proceso de construcción de índices a través de una secuencia

de etapas clara, lógica y coherente, de forma que se facilite posteriormente la comprensión de los resultados alcanzados y la replicabilidad de la metodología en otros casos de estudio similares. Con este fin, en este trabajo se ha optado por seguir la planificación propuesta por Nardo et al. (2005a y 2005b) y OCDE y JRC (2008), quienes sugieren la implementación de las siguientes 10 etapas para la construcción de indicadores sintéticos:

1. Desarrollo del marco teórico.
2. Selección de indicadores básicos.
3. Imputación de datos ausentes.
4. Análisis multivariante.
5. Normalización de datos.
6. Asignación de pesos y agregación.
7. Análisis de robustez y sensibilidad.
8. Análisis de la relación de los índices calculados con otras variables.
9. Análisis de la relación entre los índices calculados con los datos originales.
10. Presentación y difusión de resultados.

El desarrollo de las dos primeras etapas ya ha sido comentado con anterioridad en este mismo documento. De manera más concreta, la *etapa 1* (desarrollo del marco teórico) ha sido abordada en el Capítulo II y la *etapa 2* (selección de indicadores básicos) en el Capítulo IV.

En lo que respecta a la *etapa 3* (imputación de datos ausentes) no hace falta introducir comentario alguno, en la medida que durante la fase de recopilación de los datos primarios se ha procedido a descartar las explotaciones muestreadas para las cuales no se disponía de toda la información (cuestionario completado). Por este motivo, la base de indicadores de sostenibilidad finalmente utilizada para la obtención de los indicadores sintéticos está completa, y no ha requerido la imputación de ningún dato ausente.

La *etapa 4* (análisis multivariante) consiste básicamente en la realización de un conjunto de pruebas estadísticas con doble finalidad:

- a) analizar la consistencia interna de los índices a calcular mediante la comprobación de que no existen correlaciones significativas entre los indicadores de base seleccionados, y
- b) identificar grupos de indicadores o grupo de explotaciones similares desde el punto de vista estadístico para facilitar la interpretación de los resultados.

En cuanto a la primera de las cuestiones comentadas, cabe afirmar que la existencia de correlaciones significativas entre los indicadores de base es indicativa que dos o varios de ellos están cuantificando la misma parte de la sostenibilidad de la explotación. Esta circunstancia puede inducir un problema de doble contabilidad en la etapa de agregación, reduciendo la fiabilidad de los índices calculados. Por este motivo se hace necesario el empleo de métodos estadísticos que identifiquen previamente la existencia de dichas correlaciones. Las técnicas estadísticas multivariantes normalmente empleadas con este propósito son el Análisis de Componentes Principales (ACP), el Análisis Factorial (AF) y el Coeficiente Alfa de Cronbach ($c\text{-}\alpha$). La primera de estas técnicas ha sido la empleada en la aplicación práctica de la metodología propuesta a nuestro caso de estudio.

Para los casos en los que se identifiquen indicadores muy correlacionados, Nardo et al. (2005a y 2005b) y OCDE y JRC (2008) recomiendan que previamente a la etapa de agregación se descarten aquellos que sean necesarios para evitar incurrir en el problema de doble contabilidad. Por el contrario, Smith (2002) evidencia cómo la inclusión en un único índice de indicadores que presenten alta correlación no es problemática, siempre y cuando se realice asignándoles ponderaciones o pesos distintos. Éste último ha sido el enfoque seguido en este trabajo. Así, no ha sido necesario descartar ninguno de los indicadores del conjunto inicialmente seleccionado, en la medida que se ha realizado una cuidadosa ponderación de los mismos (véase el apartado I.5).

Posiblemente, las etapas más relevantes desde una perspectiva metodológica sean la *etapa 5* (normalización de datos) y la *etapa 6* (asignación de pesos y agregación), motivo por el cual serán tratadas de forma individualizada en los apartados siguientes de forma monográfica.

La *etapa 7* (análisis de robustez y sensibilidad) pretende verificar la fiabilidad de los indicadores sintéticos elaborados. Para ello, se pretende realizar un análisis comparativo y crítico de los resultados de los índices de sostenibilidad obtenidos mediante las diferentes alternativas metodológicas seleccionadas. De esta comparación se podrán derivar consideraciones respecto a las ventajas e inconvenientes de los indicadores sintéticos elaborados, confirmando (o no) la sensibilidad de los resultados en función de las opciones elegidas para su construcción.

La *etapa 8* (análisis de la relación de los índices calculados con otras variables) y la *etapa 9* (análisis de la relación de los índices calculados con otras variables y con los datos originales) pretenden identificar los indicadores que presentan mayor influencia sobre los índices calculados, así como explicar la importancia relativa de otras variables sobre el índice. Ambas etapas se han desarrollado en la aplicación empírica realizada a través de diferentes técnicas estadísticas multivariantes, tal y como se detallará en el Capítulo 7 dedicado a los resultados.

Finalmente la *etapa 10* (presentación y difusión de resultados) es la que trata de dar a conocer los resultados obtenidos de la investigación realizada a los potenciales usuarios del nuevo conocimiento generado. Éste es el fin último del presente documento.

V.3 Métodos de normalización

Mediante la normalización se pretende que un conjunto de variables cuantificadas a través de diferentes unidades de medida sea transformado en un conjunto de nuevas variables medidas en una unidad común. Según la clasificación establecida por Barba-Romero y Pomerol (1997), la normalización puede ser de tres tipos:

- a) sin cambio de magnitud,
- b) con cambio de magnitud a escala libre, o
- c) con cambio de magnitud a escala fija.

Los procedimientos de normalización empleados en la construcción de indicadores sintéticos, como ahora veremos, se basan en este último tipo, la normalización con cambio de magnitud a escala fija.

Esta etapa de normalización de indicadores es una necesidad previa a cualquier operación de agregación (Freudenberg, 2003), dado que los indicadores a integrar están normalmente cuantificados en diferentes unidades de medida, tal y como se ha evidenciado en el Capítulo 4. Así pues, para poder compararlos de forma apropiada y realizar operaciones aritméticas entre ellos, se hace necesario que este conjunto de indicadores esté expresado en una unidad homogénea. De esta manera la normalización permite evitar los efectos de escala, posibilitando la correcta agregación de los indicadores de base considerados.

Al objeto de realizar la oportuna normalización, existen diversas técnicas que pueden ser empleadas. Cada una de ellas presenta sus propias ventajas e inconvenientes, tal como explican Freudenberg (2003), Jacobs et al., (2004), Nardo et al., (2005a y 2005b) y OECD y JCR (2008). En todo caso, como señalan Ebert y Welsh (2004), la selección de un método u otro de normalización no resulta trivial. Estos autores evidencian que el método a elegir debe considerar las propiedades intrínsecas de las variables, así como los objetivos que se pretenden analizar con los índices a obtener. En este sentido se apunta que los dos factores que deben guiar la elección del procedimiento de normalización deben ser la robustez (insensibilidad ante la existencia de valores extremos) y la eficiencia (valor estimado próximo al óptimo esperado cuando se desconoce la verdadera distribución de los datos) de la técnica seleccionada.

Entre las diversas técnicas de normalización de indicadores empleadas en la construcción de índices, las más utilizadas son la normalización *min-max* y la normalización estadística o *z-score*. La amplia difusión de ambas técnicas queda justificada porque éstas presentan características deseables para la etapa de agregación, tal y como luego se expone.

La *normalización min-max* es la alternativa de normalización más sencilla, que se basa en la utilización de los valores mínimo ($X_{\min}$) y máximo ($X_{\max}$) observados en la muestra considerada para normalizar linealmente los valores de todos los elementos de la misma, de manera que los valores mínimos y máximos tomen valores normalizados de 0 y 1, respectivamente, y todos los demás elementos adopten valores relativos que varían en el intervalo [0,1].

Siguiendo a Phillis y Andriantiatsaholainaina (2001), de manera concreta se pueden definir las siguientes funciones de normalización *min-max* en función de que el valor objetivo para el indicador sea un valor máximo (indicadores del tipo ‘cuanto mayor mejor’) o un valor mínimo (indicadores del tipo ‘cuanto menor mejor’). Si el valor objetivo es un máximo, la formulación de la normalización sería como sigue:

$$I_{ki} = \begin{cases} 0 & \forall X_{ki} < X_{k_min} \\ \frac{X_{ki} - X_{k_min}}{X_{k_max} - X_{k_min}} & \forall X_{k_min} \leq X_{ki} \leq X_{k_max} \\ 1 & \forall X_{ki} > X_{k_max} \end{cases} \quad [V.1]$$

donde I_{ki} es el valor normalizado del indicador k para la explotación i , X_{ki} es el valor original de ese mismo indicador para la misma explotación, y X_{k_min} y X_{k_max} los valores mínimo y máximo del indicador k , respectivamente.

Si por el contrario, si el valor objetivo es un mínimo, la expresión a emplear en la normalización sería:

$$I_{ki} = \begin{cases} 1 & \forall X_{ki} < X_{k_min} \\ \frac{X_{k_max} - X_{ki}}{X_{k_max} - X_{k_min}} & \forall X_{k_min} \leq X_{ki} \leq X_{k_max} \\ 0 & \forall X_{ki} > X_{k_max} \end{cases} \quad [V.2]$$

Gracias a esta transformación todos los indicadores normalizados se vuelven adimensionales, tomando valores en el intervalo [0,1]. El 0 representa el peor valor posible del indicador (el menos sostenible), mientras que el 1 supone el mejor valor del indicador (el más sostenible). Valores próximos a 0 de I_{ki} indicaría que la explotación i está lejos del objetivo de sostenibilidad marcado en relación con el indicador específico k . Por el contrario, un valor de I_{ki} próximo a 1 reflejaría que ésta está próxima a cumplir con el objetivo definido en relación con este indicador para la consecución de la sostenibilidad.

La única dificultad *a priori* para la aplicación de esta normalización es la determinación de los mencionados valores mínimos ($X_{k \min}$) y máximos ($X_{k \max}$) de cada indicador k . Una primera posibilidad en este sentido, como se ha señalado inicialmente, sería asignar estos según los valores extremos observados en la muestra de explotaciones considerada. Ello implicaría asumir que dentro de la muestra se encuentran los elementos que presentan el mejor y el peor desempeño de cada uno de los indicadores de considerados, y que uno de ellos, en función de los casos, puede considerarse como valor objetivo a tener en cuenta para la normalización. No obstante, debe indicarse que esta opción tiene como principal inconveniente su falta robustez cuando existen valores extremos 'atípicos' (*outliers*), dada su dependencia del rango de valores iniciales de los indicadores (Jacobs et al., 2004). En estos casos, la alternativa más recomendable es establecer estos valores mínimos y máximos por medio de 'valores límite' fijados de forma exógena por especialistas en función del conocimiento previo sobre el indicador.

Por su parte, la *normalización estadística* o *z-score* se corresponde con el clásico procedimiento de tipificación estadística, a través del cual los valores de los indicadores se normalizan a través de la siguiente expresión:

$$I_{ki} = \frac{X_{ki} - \bar{X}_k}{\sigma_{X_k}} \quad [V.3]$$

donde $\bar{X}_k$ y σ_{X_k} son la media y la desviación típica del indicador k para el conjunto de las explotaciones de la muestra consideradas, respectivamente.

Con esta transformación, los indicadores normalizados pasan a integrar una escala común que se distribuye siguiendo una función normal de media 0 y desviación estándar unitaria. Por sus características, el empleo de este método es especialmente recomendable cuando se analizan un gran número de elementos (tamaños muestrales grandes), cuando el mínimo y el máximo son desconocidos o cuando existen de valores extremos atípicos que desaconsejan el empleo de la normalización *min-max*.

Como se comentaba al principio del epígrafe, no existe consenso respecto a la idoneidad de un único procedimiento de normalización, por lo que la elección del método a emplear queda a elección del investigador en función de las características de los indicadores considerados. En este sentido la opción elegida para este trabajo ha sido la utilización de la normalización *min-max* calculada sobre la base de valores límites, tal y como sugiere el marco SAFE (van Cauwenbergh et al., 2007). Así la normalización de los indicadores de sostenibilidad se ha realizado considerando como valores máximos y mínimos aquellos que se ha considerado más adecuados por el panel de expertos que ha asesorado esta investigación en función de su significación para la sostenibilidad de cada sistema de olivar considerado (ver valores para cada indicador individual en el apartado VI.3).

De los 27 indicadores seleccionados para este trabajo, la mayoría son del tipo ‘cuanto mayor mejor’, por lo que han sido normalizados empleando la expresión [5.1]. No obstante, ocho de estos indicadores son de tipo ‘cuanto menor mejor’ (*VARRENT*, *VARVENTA*, *PORCSUBV*, *ABANDON*, *RIESPEST*, *EROSION*, *HERBICID* y *USOAGUA*). Para estos últimos casos, la expresión utilizada para la normalización ha sido la [V.2].

V.4 | Métodos de agregación

Tras la etapa de normalización, debe desarrollarse la *etapa 6* (asignación de pesos y agregación) que constituye la fase de construcción de los indicadores sintéticos propiamente dicha. Esta etapa, como se verá a continuación, es la más delicada y la que está sometida a mayores críticas. Al objeto de facilitar la explicación de cómo se propone desarrollar esta etapa para el caso objeto de estudio, ésta se ha subdividido operativamente en dos:

- a) la *agregación* y
- b) la *ponderación o asignación de pesos*.

Esta sección se centra de manera específica en cómo se ha desarrollado la primera de estas subetapas, dejando la segunda para el apartado I.5.

La subetapa de agregación aborda la tarea de establecer la forma funcional que permita operar algebraicamente con el conjunto de valores normalizados de los indicadores, al objeto de obtener un valor único resumen de todos ellos. La expresión matemática definida con este fin constituye la formulación operativa del indicador sintético. Con este propósito, como se expone en OECD y JRC (2008), existen múltiples métodos alternativos. Esta variedad de opciones disponibles es la causa de una de las principales críticas que se imputa al uso de los indicadores sintéticos; la subjetividad inherente a la elección del método de agregación (Hansen, 1996; Bockstaller et al., 1997; Morse et al., 2001; Ebert y Welsch, 2004; Hueting y Reijnders, 2004; Munda, 2005; Böhringer y Jochem, 2007).

Efectivamente, la elección de una forma funcional para la agregación de indicadores no resulta trivial, pues ésta condiciona el tipo de la compensación o ‘tasa marginal de sustitución’ existente entre indicadores (Munda, 2008). Así, en función de la expresión algebraica empleada para ello, se puede asumir que compensación entre indicadores sea:

- a) *total*,

b) *parcial* o

c) *nula*¹.

De forma resumida puede afirmarse que las *funciones lineales aditivas* asumen implícitamente una compensación total entre indicadores, las *funciones multiplicativas o geométricas* admiten una compensación parcial, mientras que las *funciones multicriterio no compensatorias* imposibilitan cualquier tipo de compensación.

Como demuestran Gómez-Limón y Riesgo (2009) y Gómez-Limón y Sánchez-Fernández (2010), en función del método de agregación elegido durante la elaboración de estos índices, los resultados y las conclusiones que se puedan derivar de los mismos pueden diferir en unos casos de otros. Por este motivo, siguiendo las sugerencias de estos mismos autores, para el desarrollo de esta investigación se ha optado por la aplicación de diferentes técnicas alternativas de agregación, que permitan contemplar las tres posibilidades de compensación antes descritas. Así pues, la aplicación empírica propuesta se desarrollará calculando para cada explotación de olivar un conjunto de indicadores sintéticos diferenciados en el método de agregación. El análisis conjunto de los resultados así obtenidos permitirá, primero, discutir las bondades e inconvenientes de los diferentes métodos de agregación utilizados sobre la base de su aplicación empírica y, segundo, alcanzar conclusiones prácticas más robustas, en la medida que éstas pueden apoyarse en resultados similares derivados del empleo de diferentes sistemas de agregación.

De manera más concreta, las formas funcionales de agregación seleccionadas han sido:

1. La **suma ponderada de indicadores**, como representante de los métodos lineales aditivos (permite compensación total entre indicadores). Desde el punto de vista matemático, se trata de una regla de agregación lineal ponderada aplicada sobre el conjunto de indicadores normalizados:

$$ISSA_{a_i} = \sum_{k=1}^{k=K} w_k \cdot I_{ki} \quad [V.4]$$

donde $ISSA_{a_i}$ es el Indicador Sintético de Sostenibilidad Agraria aditivo correspondiente a la explotación evaluada (i), w_k es el peso asociado al indicador k , e I_{ki} es el valor normalizado del indicador k para la explotación i .

1 La consideración de diferentes tipos de compensación puede relacionarse con los diferentes conceptos de sostenibilidad. Efectivamente, asumir compensación total entre indicadores está asociado al concepto de *sostenibilidad 'débil'* (se asume la posibilidad de sustituir capital natural por capital artificial), mientras que una *compensación nula* se corresponde con la *sostenibilidad 'fuerte'* (imposibilidad de tal sustitución).

La aplicación de los métodos aditivos implica la adopción de determinados supuestos básicos que deben ser tenidos en cuenta al objeto de interpretar adecuadamente los correspondientes resultados. En particular es especialmente relevante el supuesto implícito de independencia preferencial de los indicadores de base considerados². Tal circunstancia supone, como ya se ha adelantado, aceptar la existencia de tasas de intercambio o *trade-offs* entre indicadores y, por tanto, la posibilidad de compensación entre ellos. En caso de agregación aditiva, estas tasas de intercambio entre cualquier par de indicadores son constantes, con independencia del valor que tomen éstos. Con ello se está aceptando la posibilidad de que exista una compensación *total* entre indicadores.

Si se tiene en cuenta que estos indicadores están cuantificando de una manera u otra los *stocks* de los distintos tipos de capital natural y artificial empleados por la actividad agraria, se deduce que con la agregación aditiva se está asumiendo que cualquier conflicto ambiental en este sector puede solucionarse por medio de una compensación monetaria fija preestablecida. Siguiendo este tipo de formulaciones se estaría aceptando, por ejemplo, la posibilidad de que hubiese una mayor contaminación de origen agrario con la única condición de que los agricultores obtuviesen un determinado beneficio privado adicional, con independencia del grado de contaminación preexistente. Evidentemente, este supuesto resulta poco realista en la práctica, y se contraponen al concepto inherentemente multidimensional e integrado de la sostenibilidad. Esta circunstancia obliga a ser cautos cuando se interpretan indicadores sintéticos de carácter aditivo, en la medida que valores elevados en los indicadores pertenecientes a una determinada dimensión (por ejemplo la económica) podrían enmascarar valores especialmente bajos, incluso nulos, de indicadores de alguna otra dimensión (por ejemplo la ambiental), sin que el índice finalmente calculado refleje tales diferencias.

2. El **producto de indicadores ponderados**, elegido como representante de los métodos de agregación multiplicativos o geométricos, que asumen una compensación parcial entre indicadores. Su formulación algebraica es como sigue:

$$ISSA_{m-i} = \prod_{k=1}^{k=K} I_{ki}^{w_k} \quad [V.5]$$

2 Como explican Keeney y Raiffa (1976), cualquier par de indicadores I_1 e I_2 son preferencialmente independientes del indicador I_3 si la tasa de intercambio o *trade-off* entre I_1 e I_2 no se ve afectada por el nivel alcanzado por I_3 .

La agregación multiplicativa supone igualmente la existencia de compensación entre indicadores. De hecho, este tipo de agregación parte también del supuesto implícito de independencia preferencial entre indicadores antes indicada. Sin embargo, al contrario que en la agregación aditiva, en este caso la tasa de intercambio entre indicadores no es constante, sino que varía en función del valor de los mismos. Así, a medida que se incrementa el valor de un indicador, se incrementa la capacidad de compensación de éste con otros indicadores (disminuye su tasa de intercambio). Por el contrario, a medida que el valor de dicho indicador disminuye, se reduce esta posibilidad de compensación (incremento de la tasa de intercambio), llegando a anularse por completo cuando éste toma valores 0 (tasa de intercambio infinito). De esa forma, a diferencia de los métodos aditivos, los métodos multiplicativos favorecen a aquellos elementos que presentan valores equilibrados de los diferentes indicadores (valoración agregada del índice elevada), penalizando a aquellos que presentan indicadores con valores particularmente bajos (valoración escasa del indicador sintético). Esta circunstancia explica por qué este tipo de formulaciones matemáticas representan compensaciones de carácter *parcial*.

3. La **formulación multicriterio basada en la distancia al punto ideal**. Munda (2005) sugiere que la vaguedad y multidimensionalidad intrínsecas al concepto de sostenibilidad se ajustan perfectamente al conflicto clásico de optimización multidimensional estudiado por la teoría de decisión multicriterio (*Multi-Criteria Decision Making*, MCDM). En particular, este autor aboga por el empleo de métodos multicriterio no compensatorios para la elaboración de índices de sostenibilidad, a través de los cuales no se permita que indicadores con valores bajos se compensasen con aquellos que presentan valores mayores. Sólo de esta forma se haría operativo el supuesto de inconmensurabilidad implícito en el concepto de sostenibilidad ‘fuerte’.

Siguiendo esta opción se ha optado por aplicar la técnica de agregación multicriterio desarrollada por Díaz-Balteiro y Romero (2004). Dicha técnica se basa en la cuantificación de la distancia de los elementos analizados (explotaciones oliveras en nuestro caso) a un elemento ‘ideal’, que en nuestra aplicación empírica se corresponde con una explotación virtual que toma el valor límite más sostenible en todos y cada uno de los indicadores de base. La cuantificación de dicha distancia a través de diferentes métricas constituye una familia de funciones de agregación a partir de las cuales calcular los correspondientes indicadores sintéticos.

De manera más concreta, esta familia de índices viene definida por la siguiente expresión genérica:

$$ISSA_{mcdm_i(\lambda)} = (1 - \lambda) \left[\min_k (w_k \cdot I_{ki}) \right] + \lambda \sum_{k=1}^{k=K} w_k I_{ki} \quad [V.6]$$

donde λ es un parámetro que varía entre 0 y 1, condicionando el grado de compensación permitido entre los indicadores, por lo que se ha denominado como '*parámetro de compensación*'. Para la aplicación de esta metodología en nuestra investigación se han considerado 5 valores de este parámetro de compensación ($\lambda=0$, $\lambda=0,25$, $\lambda=0,5$, $\lambda=0,75$ y $\lambda=1$), de modo que se contemplen las tres posibilidades de compensación antes reseñadas: a) compensación total ($\lambda=1$)³, b) diferentes grados de compensación parcial ($0<\lambda<1$) y c) compensación nula ($\lambda=0$).

V.5 | Métodos de ponderación

La subetapa de ponderación o asignación de pesos permite introducir en el análisis la importancia relativa de los distintos indicadores considerados al objeto de construir el indicador sintético. Esta fase de ponderación es igualmente una subetapa necesaria en todos los ejercicios de agregación (Freudenberg, 2003). De hecho, aun en los casos en los que aparentemente no se atribuyen pesos a los indicadores de forma explícita, la ponderación se realiza de forma implícita, asumiendo por defecto el mismo peso para todos los indicadores de base⁴.

Al igual que antes se señalaba con relación a la agregación, no existe un único método de ponderación consensuado o aceptado de forma amplia entre la comunidad científica, existiendo múltiples alternativas técnicas válidas para ello. Esta falta de consenso en el procedimiento a utilizar para la asignación de pesos a los indicadores de sostenibilidad ha generado igualmente críticas de diferentes autores (Hansen, 1996; Bockstaller et al., 1997; Morse et al., 2001; Ebert y Welsch, 2004; Hueting y Reijnders, 2004; Munda, 2005 y Böhringer y Jochem, 2007), quienes han argumentado que la selección 'arbitraria' de los métodos empleados y la generación de resultados sesgados de los indicadores sintéticos finalmente obtenidos (diferencias en los resultados en función de las opciones tomadas) son debilidades relevantes de todos los ejercicios de construcción de indicadores sintéticos.

El manual de la OCDE y el JRC (2008) clasifica las técnicas de ponderación utilizables en la construcción del índice diferenciándolas entre 'positivas' y 'normativas'. Las *técnicas positivas*, también denominadas 'estadísticas' o 'endógenas', son aquéllas que permiten la obtención de los pesos mediante procedimientos estadísticos, sin que sea necesario la introducción de

3 Como puede comprobarse, cuando $\lambda=1$, el valor del $ISSA_{mdcm(1,00)}$ se equipara al obtenido por el método de la suma ponderada ($ISSA_p$).

4 El método de Igual Ponderación (*Equal Weight*, EW) se emplea en los siguientes casos: a) cuando se desea conferir pesos homogéneos a todos los indicadores, b) cuando la falta de conocimiento sobre las relaciones causales del sistema analizado impide el cálculo de estos pesos, o c) cuando la ausencia de consenso sobre las técnicas de ponderación desaconseja el uso de otras ponderaciones alternativas.

juicios de valor u opiniones de expertos o decisores políticos en el análisis. Entre estas técnicas cabe apuntar el análisis de regresión, el análisis envolvente de datos (*Data Envelopment Analysis*, DEA), el análisis factorial (AF) y el análisis de componentes principales (ACP). Por otro lado, las *técnicas normativas*, igualmente denominadas ‘participativas’ o ‘exógenas’, pretenden asignar pesos diferenciados a los indicadores en función de las preferencias expresadas por expertos, decisores políticos o el conjunto de la sociedad, según los casos. Son múltiples igualmente los métodos utilizables para identificar dichas preferencias exógenas y así a partir de las mismas obtener los pesos a asignar a cada uno de los indicadores considerados. Stewart (1992) y Weber y Borchertding (1993) destacan aquéllos basados en los métodos multicriterio, como el proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*, AHP), la asignación directa de puntos, la ponderación *swing*, la ponderación de *trade-offs* y el método SMART.

Ante la tesitura de optar por utilizar métodos de ponderación positivos o normativos, Jacobs et al. (2004) recomiendan que la elección se realice teniendo en cuenta los objetivos perseguidos por el indicador sintético a construir, y que siempre tal decisión se justifique de forma explícita y transparente. Siguiendo estas recomendaciones, para la presente investigación se ha optado por el empleo de una ponderación de tipo normativo. El uso de esta forma de determinar la importancia relativa de los indicadores de base a integrar dentro de los índices de sostenibilidad está justificado en el hecho de que la sostenibilidad debe entenderse como una *construcción social*, cuya conceptualización y operatividad debe basarse en las demandas que la ciudadanía establezca en relación con los bienes y servicios suministrados por la agricultura, tal y como ya se apuntó en el apartado II.1. Por este motivo parece razonable considerar que los indicadores de base sean ponderados sobre la base de las *preferencias sociales* al respecto, que como juicios de valor que son entran dentro del ámbito de lo normativo.

Debe comentarse, no obstante, que el uso de los métodos normativos de ponderación ha sido también objeto de críticas, aduciendo que tales procedimientos introducen cierto grado de arbitrariedad y subjetividad en la ponderación de los distintos indicadores, en función de cómo se realice la elección de los expertos, decisores políticos o representantes sociales. Tal circunstancia, afirman los críticos, puede derivar en ponderaciones e indicadores sintéticos sesgados. En cualquier caso, como se comenta posteriormente, este problema ha sido minimizado en nuestro caso de estudio, estableciendo tales pesos sobre la base de las opiniones de una amplia muestra de individuos, que ha permitido cuantificar con el rigor estadístico necesario las preferencias sociales de la ciudadanía andaluza respecto a la sostenibilidad agraria.

De forma más concreta, para esta investigación se ha optado por aplicar el *Proceso Analítico Jerárquico* (AHP) como técnica de ponderación normativa.

La adecuación de esta técnica a la estructura jerárquica establecida para la aplicación del marco SAFE (ver esquema V.1 sobre aplicación sobre la jerarquía de principios, criterios e indicadores), así la posibilidad de que ésta sea aplicable de forma realista a una muestra grande de personas que no tienen entrenamiento específico en este tipo de métodos, justifican la elección de la misma para su aplicación en esta investigación (Hall et al., 2004).

Las características apuntadas del AHP han hecho que esta técnica se haya utilizado ampliamente en los últimos años al objeto de determinar las preferencias sociales en relación con la actividad agraria y el mundo rural. En esta línea cabe señalar como antecedentes de esta investigación los trabajos de Duke y Aull-Hyde (2002), Gómez-Limón y Atance (2004), Parra-López et al. (2004 y 2005) y Salazar-Ordóñez et al. (2010).

Para una presentación detallada de la metodología AHP, remitimos al lector interesado a Saaty (1980). En todo caso a continuación realizamos una breve explicación de este método, al objeto de hacer más transparente su implementación en esta investigación.

V.1.1 El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

El AHP fue creado por Saaty (1980) como técnica estructurada pero flexible para la toma de decisiones en un contexto multicriterio. Ésta se basa en la formalización intuitiva de los problemas a través una estructura jerárquica de al menos tres niveles: meta final del problema en lo más alto de la jerarquía, los criterios de decisión en un nivel intermedio y las alternativas en la base de la misma. Cuando los criterios de decisión son abstractos o complejos, este nivel intermedio de la jerarquía puede a su vez descomponerse en diferentes niveles de subcriterios ordenados secuencialmente.

Aunque el AHP fue desarrollado inicialmente como una herramienta de soporte a la toma de decisiones complejas (multidimensionales), esta técnica puede emplearse perfectamente para el cálculo de las ponderaciones asociadas a los diferentes indicadores que posteriormente deben integrarse en un indicador sintético (OECD y JCR, 2008)⁵.

De acuerdo con el marco teórico SAFE ya presentado anteriormente, la jerarquía aplicable al caso de estudio que centra este trabajo debe plantearse sobre las bases de cinco niveles:

- a) meta (sostenibilidad global),
- b) objetivos (sostenibilidad económica, social y ambiental),

5 Aplicaciones anteriores de esta técnica de ponderación en el ámbito de la sostenibilidad agraria pueden encontrarse en los trabajos de Pirazzoli y Castellini (2000), Parra-López et al. (2004 y 2005), Gómez-Limón y Riesgo (2009) o Gómez-Limón y Sánchez-Fernández (2010).

- c) principios,
- d) indicadores, y
- e) alternativas (explotaciones cuya sostenibilidad se quiere cuantificar).

Dicha estructura jerárquica puede apreciarse gráficamente en el esquema V.1.

Dentro de esta estructura jerárquica, la importancia relativa o ponderaciones (w_k) de los criterios o subcriterios que cuelgan de un nodo se obtienen sobre la base de comparaciones por pares entre todos ellos. Para la realización de estas comparaciones dos a dos, y determinar así la intensidad de preferencia entre cada par de opciones, Saaty (1980) propone y justifica razonablemente una escala que va de 1 a 9. De esta forma, para determinar las ponderaciones que cuelgan de cada nodo de la jerarquía, los partícipes (expertos, responsables políticos, etc.) en un ejercicio de AHP deben realizar las comparaciones por pares necesarias para poder construir la correspondiente matriz de Saaty:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1K} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{K1} & a_{K2} & \dots & a_{KK} \end{bmatrix} \quad [V.7]$$

donde a_{kl} representa el valor de comparación entre el (sub)criterio k y el (sub)criterio l y K es el número total de (sub)criterios considerados dentro del nodo. Esta matriz cuadrada reúne dos propiedades fundamentales:

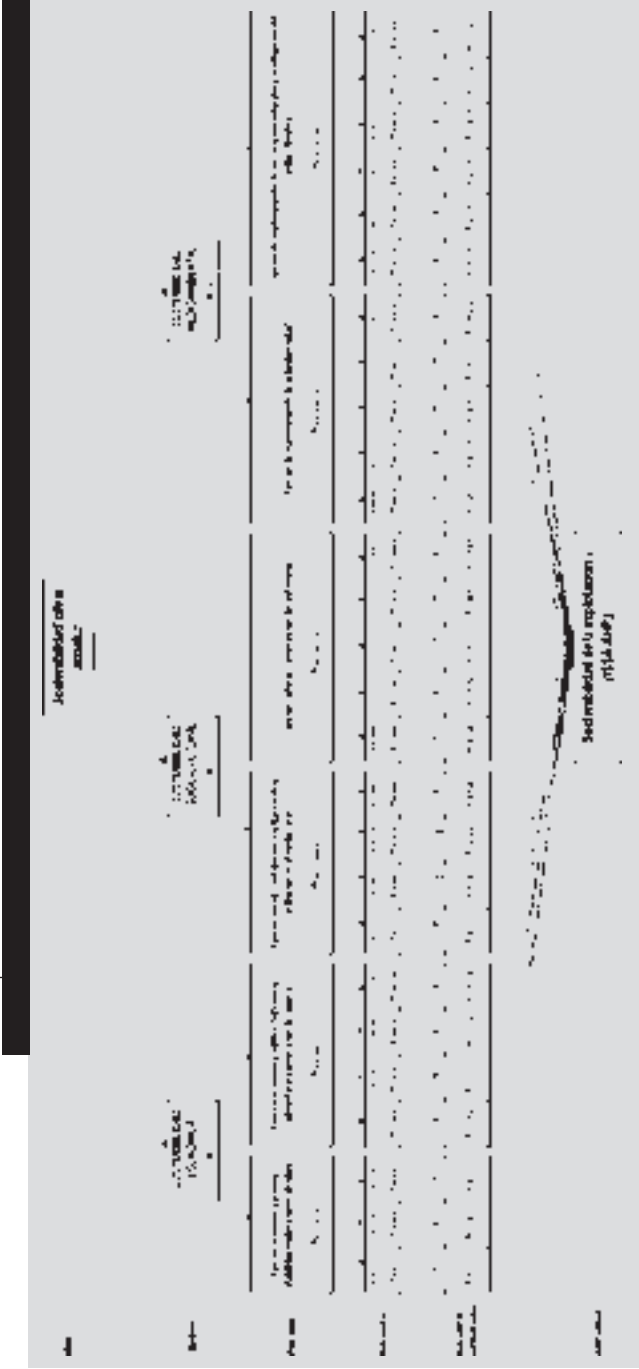
- a) que su diagonal principal está formada por unos ($a_{kk}=1$ para todo k),
- b) que se trata de una matriz en que se verifica la reciprocidad en las comparaciones por pares (si $a_{kl}=x$, entonces $a_{lk}=1/x$).

Por tanto, para su determinación basta con que el partícipe dé su opinión sobre $n(n-1)/2$ valores de a_{kl} .

Para el caso de perfecta consistencia por parte del partícipe, se cumple además que $a_{kh} \times a_{hl} = a_{kl}$ para todo k, l y h . Esta característica implica que los valores otorgados a las comparaciones por pares representan en realidad ratios entre las ponderaciones concedidas a los correspondientes (sub) criterios por un partícipe perfectamente racional: $a_{kl} = w_k/w_l$ para todo k y l . Así, la anterior matriz de Saaty puede también expresarse como sigue:

ESQUEMA V.1

Estructura jerárquica para la aplicación del AHP



Fuente: Elaboración propia.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_K} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_K}{w_1} & \frac{w_K}{w_2} & \dots & \frac{w_K}{w_K} \end{bmatrix} \quad [V.8]$$

Así, en caso de perfecta consistencia del partícipe, las n ponderaciones o pesos (w_k) de cada (sub)criterio podrían fácilmente determinarse a partir de los $n(n-1)/2$ valores de a_{kl} que éste ha declarado. Sin embargo, la perfecta consistencia raramente se da en la realidad cuando la subjetividad entra en juego. Por ello, para las matrices de Saaty ($A=a_{kl}$) que presenten cierto grado de inconsistencia, se han propuesto diferentes técnicas destinadas a estimar el vector de prioridades ($w_1, \dots, w_k, \dots, w_n$) que mejor se adapte al vector real de ponderaciones del partícipe.

El cualquier caso, conviene aclarar a este respecto que un grado de inconsistencia demasiado grande en las matrices de Saaty no puede ser admitido. Efectivamente, una inconsistencia elevada en las respuestas ofrecidas por un partícipe implicaría, o bien una falta de racionalidad de éste, o bien una falta de interés en el correcto desarrollo del ejercicio (respuestas poco meditadas o incluso aleatorias). Cualquiera que sea el caso, dichas opiniones no deberán tenerse en cuenta para la obtención de las correspondientes ponderaciones; los pesos que potencialmente cabría calcular a partir de tales respuestas serían irrelevantes, dada su falta de rigor. Al objeto de cuantificar el grado de inconsistencia de la matriz A , puede emplearse el denominado Ratio de Consistencia (CR). Según el Saaty (1980), el valor máximo que este ratio puede tomar es de 0,10. Valores superiores implicaría que las respuestas del partícipe deben desecharse, al no poderse considerar lo suficientemente racionales.

Una vez verificado que el CR es inferior al valor crítico antes comentado, debe procederse a estimar el vector de ponderaciones. Para este propósito, el propio Saaty (1980 y 2003) propone los métodos de la media geométrica y del vector propio principal. Otros autores han propuesto igualmente métodos alternativos, destacando los basados en la media geométrica por filas (Barzilai et al., 1987 y Barzilai, 1992), en la programación por metas (Bryson, 1995) o en regresiones (Laininen y Hämäläinen, 2003). Aunque los resultados obtenidos por los diferentes métodos de estimación puedan diferir, en la literatura no se encuentra evidencia alguna sobre la superioridad absoluta de uno de ellos respecto a los otros (Fichtner, 1986).

Dada la adecuación de todos ellos para la estimación de prioridades antes referidas, en este trabajo se ha optado por el método operativo más simple, como es el de la media geométrica por filas (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2000). Así, el cálculo de los pesos particulares que cada partícipe p asigna a los diferentes (sub)criterios k (w_{kp}) se realiza a través de la siguiente expresión algebraica:

$$w_{kp} = \sqrt[k]{\prod_{k=1}^{k=K} a_{klp}} \quad [V.9]$$

donde a_{klp} representa el valor de la comparación entre el (sub)criterio k y el (sub)criterio l realizado por el partícipe p .

Es importante aclarar en cualquier caso que el método comentado hasta el momento permite el cálculo de los pesos de los diferentes (sub)criterios que cuelgan de un nodo concreto. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la estructura jerárquica planteada (véase esquema V.1) dispone en total de 10 nodos: un nodo de primer orden del que cuelga los tres objetivos (sostenibilidad económica, social y ambiental), tres nodos de segundo orden de los que depende dos principios diferentes, y seis nodos de tercer orden de los que cuelgan un número variable de indicadores. Así pues, la determinación del conjunto de pesos de toda la estructura exige el plantear 10 ejercicios diferenciados de comparación por pares, la construcción de las correspondientes matrices de Saaty y la estimación de los vectores de pesos en cada caso.

En principio esta técnica del AHP se pensó para decisores individuales, pero pronto se extendió como técnica válida para la decisión de grupos (Easley et al., 2000). Este último caso, como a continuación se explica, es el que ha de aplicarse en este trabajo. Efectivamente, las ponderaciones a utilizar en la investigación requieren considerar las opiniones de un conjunto de personas (p), a partir de las cuales se han obtenido de forma individualizada las correspondientes matrices de comparación por pares ($A_p = a_{klp}$) y las correspondientes ponderaciones (w_{kp}). Esta información individual ha tenido que ser tratada adecuadamente para poder obtener la oportuna síntesis de ponderaciones a nivel agregado (w_k). En este sentido, cabe señalar que esta síntesis se ha realizado siguiendo los procedimientos propuestos por Forman y Peniwati (1998). Según estos autores, para decisiones de grupo en el ámbito social (basadas en opiniones o preferencias de carácter subjetivo) se recomienda el método de *agregación de ponderaciones individuales* (w_{kp}) estimado a través de la media geométrica:

$$w_k = \sqrt[p]{\prod_{p=1}^{p=P} w_{kp}} \quad [V.10]$$

Por el contrario, para decisiones de grupo de carácter eminentemente técnico (basadas en información de carácter objetivo), el método que estos mismos autores sugieren es la *agregación de juicios individuales* (a_{klp}) a través también de la media geométrica:

$$a_{kl} = \sqrt[p]{\prod_{p=1}^{p=P} a_{klp}} \quad [V.11]$$

Con los valores resultantes de a_{kl} se puede estimar la correspondiente la matriz de Saaty agregada. A partir de ésta se podrán estimar los oportunos pesos, que serán las correspondientes ponderaciones agregadas (w_k).

Llegados a este punto es necesario especificar qué personas se han considerado las más adecuadas para realizar las ponderaciones requeridas para la construcción de los Indicadores Sintéticos de Sostenibilidad Agraria (ISSA). En este sentido, de acuerdo a lo comentado anteriormente, para este trabajo se ha considerado que la importancia relativa de los objetivos (importancia de la sostenibilidad económica, social y ambiental sobre la sostenibilidad global del olivar) y de los principios (funciones concretas a desempeñar por los sistemas de olivar) debe determinarla el conjunto de la sociedad que alberga el sistema agrario objeto de estudio. Con ello se asume, como ya se indicaba en la introducción, que la sostenibilidad es una construcción social. Con este propósito se ha desarrollado una *encuesta de opinión pública* para que una muestra representativa de la ciudadanía andaluza exprese sus preferencias sobre los bienes y servicios públicos que el olivar de la Comunidad Autónoma debe suministrar (ver apartado VI.4). El núcleo del cuestionario en que se ha basado esta encuesta ha estado compuesto por las comparaciones por pares necesarias para poder construir las matrices individuales de Saaty ($A_p = a_{klp}$) del nodo de primer orden (una matriz de 3×3) y las de los tres nodos de segundo orden (tres matrices de 2×2) para cada entrevistado. Dado el carácter subjetivo de las preferencias reflejadas en las matrices de Saaty individuales, el procedimiento de agregación seguido para obtener las preferencias del conjunto de la sociedad andaluza (w_k) ha sido el de agregación de ponderaciones individuales (w_{kp}) a través de la media geométrica (véase ecuación [V.10]).

Por el contrario, la ponderación de los indicadores en relación con sus correspondientes principios, dado su carácter eminentemente técnico, se ha considerado más adecuado que se base en la opinión de un *panel de expertos* en temas relacionados con la sostenibilidad del olivar. En este caso dicho panel ha sido el mismo que ha colaborado en la investigación participando en la selección del plan de indicadores de sostenibilidad (ver apartado VI.5). Con este fin, se ha diseñado igualmente un cuestionario a responder por los expertos del panel, a través del cual se han recopilado las opiniones (comparaciones por pares) individuales necesarias para construir las seis matrices de Saaty ($A_p = a_{klp}$) correspondientes al nivel más

bajo de la jerarquía (una matriz de 3×3, dos de 4×4, dos matrices de 5×5 y una última de 6×6). En este caso, dado que se tratan de ponderaciones de carácter técnico, el proceso para obtener los pesos del conjunto del panel (w_k) ha sido la agregación de juicios individuales (a_{klp}) a través de la media geométrica y la posterior estimación de ponderaciones a partir de las correspondientes matrices de Saaty grupales (véase ecuación [V.11]).

Finalmente debe comentarse que la estructura jerárquica del AHP exige que los pesos obtenidos en cada nivel de la misma se normalicen para que sumen siempre la unidad. Esta circunstancia es de especial relevancia en el nivel jerárquico de los indicadores, pues son estos pesos normalizados (w_k^*) los que van a emplearse en el cálculo de los indicadores sintéticos basados en esta técnica de ponderación. En este sentido conviene aclarar que estos pesos normalizados resultan de multiplicar los pesos derivados de cada indicador respecto al resto de indicadores que cuelgan del mismo nodo por las ponderaciones de los (sub)criterios jerárquicamente superiores (en nuestro caso, por los pesos de sus correspondientes principios y objetivos). Así por ejemplo, el peso normalizado del primero de los indicadores (*RENTOLIV*) se obtendrá de la siguiente forma: $w_{RENTOLIV}^* = w_{RENTOLIV} \times w_{eco_privada} \times w_{eco}$.

V.6 Resumen de las metodologías a aplicar para el cálculo de los ISSA

Calculados así los pesos normalizados w_k^* , cabe comentar que la resolución de problemas a través de la técnica AHP es equivalente a la optimización de una función de utilidad multiatributo, tal y como demuestra Zahedi (1987). Así, tradicionalmente el AHP se ha venido asociando bien a una función de utilidad aditiva (Kamenetzky, 1982) o multiplicativa (Barzilai y Golani, 1994):

$$U_{aditiva}(x_i) = \sum_{k=1}^{k=n} w_k^* \cdot U_k(x_i) \quad [V.12]$$

$$U_{multiplicativa}(x_i) = \prod_{k=1}^{k=n} U_k(x_i)^{w_k^*} \quad [V.13]$$

donde $U(x_i)$ es la utilidad total proporcionada por la alternativa i , w_k^* es el peso normalizado de los atributos considerados, y $U_k(x_i)$ representa la utilidad parcial proporcionada por el atributo k en la alternativa i . Adaptando esta misma formulación a nuestro caso, el cálculo de los ISSA pueden realizarse a través de las siguientes expresiones:

$$ISSA_{a-i} = \sum_{k=1}^{k=K} w_k^* \cdot I_{ki} \quad [V.14]$$

$$ISSA_{m_i} = \prod_{k=1}^{k=K} I_{ki}^{w_k^*} \quad [V.15]$$

donde $ISSA_{a_i}$ y $ISSA_{m_i}$ son los índices que cuantifican la sostenibilidad global aportada por la explotación i , w_k^* es el peso normalizado del indicador k , e I_{ki} representa el valor igualmente normalizado del indicador k para la explotación i .

De la misma forma los pesos w_k^* derivados de la metodología AHP pueden a ser empleados para la aplicación del método de agregación multicriterio, siguiendo para ello la expresión siguiente:

$$ISSA_{mcdm_i(\lambda)} = (1 - \lambda) \left[\min_k (w_k^* \cdot I_{ki}) \right] + \lambda \sum_{k=1}^{k=K} w_k^* I_{ki} \quad [V.16]$$

Como ya se ha comentado, la aplicación conjunta de todas estas opciones metodológicas de agregación va a permitir calcular siete indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria diferentes ($ISSA_{a_i}$, $ISSA_{m_i}$ y $ISSA_{mcdm_i(\lambda)}$ para valores de λ iguales a 0, 0,25, 0,5, 0,75 y 1). Con ello se pretende, como ya se ha comentado, ganar en información, al objeto de poder realizar los oportunos análisis comparativos y poder llegar a conclusiones más robustas.



Información para el cálculo de indicadores e índices

Capítulo VI

VI. INFORMACIÓN PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES E ÍNDICES

VI.1 La encuesta a las explotaciones de olivar

Tal y como se ha comentado anteriormente, la principal fuente de información para el cálculo de los indicadores de sostenibilidad a nivel de explotación ha sido una encuesta realizada a una muestra representativa de olivareros de la región. Este apartado explica cómo se ha realizado este trabajo de recogida de datos.

VI.1.1 El cuestionario

Para recoger la información primaria necesaria para el cálculo de los indicadores de sostenibilidad considerados, se ha elaborado un cuestionario *ad hoc* para esta investigación. Como puede observarse en el Anexo 1, dicho cuestionario se ha dividido en una introducción, donde se presenta un breve texto para exponer el propósito de la encuesta y animar a los entrevistados a involucrarse en el ejercicio, y nueve bloques de preguntas, dedicados cada uno de ellos a recoger información sobre diferentes aspectos de la explotación y su titular:

1. *Datos generales de la explotación.* En este primer bloque de preguntas se trata de recopilar información sobre:
 - a) la localización de la explotación,
 - b) su forma jurídica,
 - c) su dimensión,
 - d) el régimen de tenencia de la tierra,
 - e) las superficies dedicadas al olivo y a otros cultivos, tanto en regadío como secano, y
 - f) la cantidad y tipo de mano de obra empleada en la misma.
2. *Cuestiones generales del cultivo del olivo.* En este bloque de preguntas se recogen los datos generales de la explotación relacionados con el cultivo del olivo:
 - a) variedades de olivar,

- b) la edad de la plantación,
- c) la densidad de plantación,
- d) el número de pies por árbol,
- e) si la explotación está o no acogida a una denominación de origen,
- f) el sistema de producción seguido (convencional, integrado o ecológico),
- g) el rendimiento productivo,
- h) si la plantación está o no acogida a algún programa agroambiental,
- i) la presencia de elementos patrimoniales asociados al cultivo del olivo, y
- j) las labores de cultivo que se subcontratan a terceros.

3. *Manejo del suelo y control de malas hierbas.* Tras las cuestiones generales del cultivo del olivo, en este bloque y los siguientes se hace una recopilación de las técnicas agronómicas empleadas para dicho cultivo. En este tercer bloque se aborda de manera concreta la forma en que se maneja el suelo y se controlan las malas hierbas:

- a) el tipo de labores realizadas y formas de ejecutarlas,
- b) el método empleado para el control de la flora arvense,
- c) la utilización o no de cubiertas vegetales,' y
- d) la pendiente de la plantación.

4. *Poda.* La siguiente labor analizada en el cuestionario es la poda, al objeto de preguntar sobre la frecuencia de la misma y el destino final de los restos vegetales originados por ésta.

5. *Riego.* En el caso que la explotación sea de regadío, en este bloque se recogen las preguntas encaminadas a obtener información acerca de:

- a) la técnica de riego utilizada para la aplicación del agua,
- b) la titularidad de las infraestructuras de captación y distribución del agua (propiedad individual frente a comunidad de regantes),
- c) el empleo o no de fertirrigación,
- d) el método empleado para programar de riego, y
- e) el consumo anual de agua.

6. *Fertilización*. Con este bloque de preguntas se interroga al olivicultor sobre la forma de abonar su plantación:
- a) el método empleado para planificar el abonado anual del cultivo, y
 - b) las sustancias fertilizantes y las dosis empleadas.
7. *Tratamientos fitosanitarios*. A este respecto, como en el bloque anterior, se ha preguntando a los titulares entrevistados sobre:
- a) el método empleado para planificar la aplicación de los tratamientos fitosanitarios, y
 - b) las sustancias químicas utilizadas y las dosis empleadas. Asimismo se han incluido en este apartado dos preguntas para determinar el nivel de afectación de la plantación por la verticilosis del olivo.
8. *Recolección*. Con este bloque se recoge información acerca de:
- a) el sistema de derribo de la aceituna, y
 - b) el sistema de recogida de la misma.
9. *Datos personales del titular*. Como ya se anticipó en el primer capítulo del documento, uno de los objetivos empíricos de la investigación es establecer los factores que actúan como determinantes de la sostenibilidad de las explotaciones. Por este motivo, además de las características estructurales de las explotaciones recogidas en el primer bloque del cuestionario, se ha hecho necesario recopilar igualmente información sobre el titular de la explotación de olivar:
- a) sexo,
 - b) edad,
 - c) experiencia como olivicultor,
 - d) número de hijos,
 - f) porcentaje de su renta personal procedente de la agricultura,
 - g) nivel general de estudios,
 - h) formación específicamente agraria,
 - i) pertenencia o no a alguna Organización Profesional Agraria, y
 - j) posibilidades de relevo generacional de la explotación.

Siguiendo la estructura arriba expuesta se elaboró una versión inicial del cuestionario. Esta primera versión fue objeto de validación, empleando dicho cuestionario para entrevistar a 20 olivicultores a manera de pre-test de la encuesta. Este ejercicio preliminar confirmó la comprensión de las preguntas planteadas por parte de los olivicultores entrevistados, así como la disposición de éstos para responder a las cuestiones planteadas y completar el cuestionario (duración media de las entrevistas en torno a los 35 minutos). En cualquier caso, esta prueba permitió refinar la redacción final del cuestionario, solventando con ello algunas carencias de carácter menor detectadas durante la misma.

Debe destacarse no obstante, que el pre-test realizado permitió evidenciar una cuestión de fondo relacionada con la captura de información primaria. Efectivamente, las 20 entrevistas realizadas como pre-test confirmaron la verdadera complejidad de las explotaciones de olivar, acreditando que la mayoría de éstas están conformadas como la suma de distintas parcelas en las que se desarrollan diferentes tipos de olivicultura: parcelas con diferentes variedades de olivar, con diferentes marcos de plantación, con diferente pendiente y manejo del suelo, con y sin riego, etc. Ante esta realidad, un ejercicio minucioso de recogida de datos requeriría que el olivicultor tuviese que completar un cuestionario para cada una de sus parcelas de olivar de las que es titular. Obviamente, tal opción resulta inviable en la práctica (rechazo a realizar una entrevista que superaría con creces la hora de duración en la mayoría de los casos). Por este motivo, para este trabajo se ha optado por seguir un planteamiento pragmático, interrogando a los olivicultores entrevistados únicamente por la parcela de olivar de mayor tamaño, asumiendo que los valores de los indicadores de sostenibilidad obtenidos con estos datos son representativos del conjunto de la explotación muestreada.

VI.1.2 La población de explotaciones andaluzas de olivar

Para hacer operativo el trabajo de campo encaminado a obtener la información primaria necesaria, un primer aspecto a concretar es determinar cuál es la población objetivo de la encuesta. Como ya ha quedado de manifiesto anteriormente, la población a considerar en este trabajo son las ‘explotaciones andaluzas de olivar’, entendidas éstas como las explotaciones agrarias localizadas en esta Comunidad Autónoma que tienen toda o parte de su tierra dedicada al cultivo del olivo para la producción de aceite.

Las fuentes de información secundarias disponibles para determinar el tamaño de esta población son fundamentalmente tres:

1. El *censo agrario*. Se trata de la fuente de información más completa que existe en cuanto a estructura de las explotaciones agrarias a escala nacional, ya que dado que por su carácter de ‘censo’ recoge los datos

de *todas* las explotaciones existentes en España. Debe comentarse, sin embargo, que se trata de una fuente que se genera cada diez años, siendo el último censo publicado el correspondiente al año 1999 (INE, 2001). Para la Comunidad Autónoma Andaluza esta fuente informa de la existencia de 243.867 explotaciones de olivar, que cubrían en dicho año una superficie de 1.426.506 ha. Esta información sobre el número de explotaciones y sus características básicas (dimensión, régimen de tenencia, superficie de secano y regadío, etc.) está disponible, además de a escala autonómica, a nivel provincial, comarcal y municipal.

2. *Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas.* Para tratar de solventar parcialmente la falta de actualización del censo agrario, el INE realiza una encuesta nacional de explotaciones agrícolas cada dos años. La última encuesta disponible hoy en día es la correspondiente al año 2007 (INE, 2008). Para dicho año esta fuente reporta la existencia de 176.468 explotaciones de olivar en Andalucía, con una extensión de 1.409.188 ha. No obstante, dada su característica de 'encuesta' y de los errores que estos datos pueden tener en ámbitos territoriales menores, esta fuente no reporta dato alguno a escala comarcal o municipal.
3. *Modelo de explotaciones oliveras de la Consejería de Agricultura y Pesca* (Junta de Andalucía). La administración autonómica cuenta con la información derivada de las solicitudes de ayudas de la PAC que ella misma gestiona. A partir de las mismas, la Unidad de Prospectiva de la Consejería ha elaborado el '*modelo de explotaciones oliveras*', del cual se han generado las diferentes estadísticas publicadas en el estudio de la caracterización del sector (CAP, 2008) que ha servido de base para la elaboración del proyecto de Ley Andaluza del Olivar. Considerando esta fuente, en el año 2005 había 320.354 explotaciones de olivar en Andalucía, que cubrían casi 1,5 millones de hectáreas. No obstante, el concepto de 'explotación de olivar' empleado por esta fuente es discutible, pues equipara la 'explotación' con el 'conjunto de parcelas que se recogen en una solicitud de ayudas PAC' (conjunto de parcelas que un titular tiene en un único municipio). Así, la cifra de explotaciones de olivar antes comentada cabe considerarla sesgada al alza, pues contabiliza doblemente como 'explotaciones' diferentes las parcelas que un mismo titular tiene en varios municipios, a pesar de formar parte realmente de una misma explotación *sensu stricto*.

Como conclusión de lo comentado anteriormente, podemos concluir afirmando que, sobre la base de los datos más actualizados de los que se dispone, la población de explotaciones de olivar andaluzas cabe estimarla en 176.468 (INE, 2008). Su distribución entre secano y regadío y por estratos de tamaño a escala de Comunidad Autónoma puede apreciarse en el siguiente cuadro VI.1.

Tamaño (ha)	Total		Secano		Regadío	
	Número explotaciones	Superficie (ha)	Número explotaciones	Superficie (ha)	Número explotaciones	Superficie (ha)
< 1	1.520	372	456	108	1.065	264
1 a < 2	42.535	53.511	33.385	40.334	11.639	13.177
2 a < 5	60.267	165.191	50.573	130.705	15.803	34.486
5 a < 10	31.836	183.614	26.370	139.864	10.104	43.750
10 a < 20	17.928	179.596	15.102	145.243	5.611	34.353
20 a < 30	7.631	131.067	6.617	101.943	2.767	29.124
30 a < 50	6.229	158.811	5.152	107.249	2.615	51.562
50 a < 100	4.598	171.956	3.862	130.988	1.798	40.968
>=100	3.924	365.070	2.914	203.573	1.700	161.497
Todos los tamaños	176.468	1.409.188	144.432	1.000.008	53.101	409.180

Fuente: Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas (INE, 2008).

En cualquier caso, es necesario comentar que para una caracterización pormenorizada de las explotaciones de olivar a escala comarcal, tal y como se requiere para este trabajo (ver siguiente apartado), deberá contarse igualmente con los datos del censo de 1999 (INE, 2001), a pesar de ser ésta una fuente sin la necesaria actualización.

VI.1.3 El muestreo

Para la realización de la encuesta se ha requerido la selección de una muestra de explotaciones de olivar que resulte ser representativa de la población antes mencionada. Para ello se ha seguido un procedimiento polietápico. En primer lugar se han seleccionado las unidades primarias de muestreo, las *comarcas agrarias*, mediante un procedimiento aleatorio proporcional. Posteriormente se han seleccionado las unidades últimas de muestreo, las *explotaciones de olivar*, mediante rutas aleatorias y cuotas de tamaño. A continuación se explica con detalle cómo se ha realizado cada una de estas dos etapas.

Dado el gran tamaño de la población de explotaciones de olivar y su dispersión geográfica, el procedimiento de muestreo polietápico ha sido considerado el más adecuado para esta encuesta. En este sentido, la primera etapa a desarrollar para la planificación del trabajo de campo ha sido determinar qué unidades primarias de muestreo van a considerarse, y posteriormente seleccionar cuáles de ellas van a ser objeto de muestreo

CUADRO VI.2 Superficie de olivar por comarca (año 2008)

Comarcas	Provincia	Código	Total (ha)	Secano (ha)	Regadío (ha)
<i>Campaña Alta</i>	Córdoba	1405	122.045	118.816	3.229
<i>La Loma</i>	Jaén	2305	105.864	48.386	57.478
Campaña del Sur	Jaén	2306	103.072	80.575	22.497
<i>Campaña del Norte</i>	Jaén	2304	95.439	67.596	27.843
Norte o Antequera	Málaga	2901	85.085	78.037	7.048
La Campiña	Sevilla	4105	74.418	48.650	25.768
Campaña Baja	Córdoba	1403	72.731	65.251	7.480
<i>Penibética</i>	Córdoba	1406	56.561	56.356	205
El Condado	Jaén	2302	54.389	42.260	12.129
<i>Sierra Sur</i>	Jaén	2309	49.247	44.633	4.614
De la Vega	Granada	1801	45.572	35.840	9.732
<i>La Sierra</i>	Córdoba	1402	45.249	43.219	2.030
Mágina	Jaén	2307	44.319	19.399	24.920
Sierra de Segura	Jaén	2303	40.419	34.814	5.605
Sierra de Cazorla	Jaén	2308	40.298	24.872	15.426
Montefrío	Granada	1806	39.900	37.681	2.219
De Estepa	Sevilla	4107	38.414	29.860	8.554
Iznalloz	Granada	1805	36.696	35.128	1.568
La Sierra Sur	Sevilla	4106	33.906	28.265	5.641
Sierra Morena	Jaén	2301	32.702	22.195	10.507
Pedroches	Córdoba	1401	30.102	29.853	249
La Sierra Norte	Sevilla	4101	25.898	23.599	2.299
El Aljarafe	Sevilla	4103	18.683	10.054	8.629
Alhama	Granada	1807	16.546	12.606	3.940
Centro-Sur o Guadalorce	Málaga	2903	16.511	15.699	812
Sierra de Cádiz	Cádiz	1103	14.935	14.628	307
La Vega	Sevilla	4102	11.776	6.468	5.308
Baza	Granada	1803	11.329	2.768	8.561
Vélez Málaga	Málaga	2904	11.145	10.366	779
Condado Campiña	Huelva	2105	10.490	8.281	2.209
Otras comarcas			81.395	48.333	33.062
Total Andalucía			1.465.136	1.144.488	320.648

Fuente: Elaboración propia a partir de las Hojas 1T de cultivo correspondientes

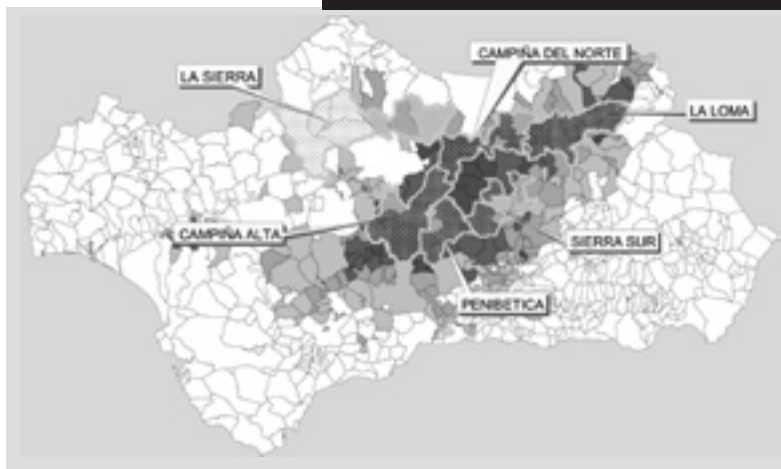
efectivo. Así, para este trabajo se han tomado como unidades primarias de muestreo las 55 *comarcas agrarias* existentes en Andalucía. Esta opción está justificada en la medida que estas comarcas pueden considerarse ámbitos territoriales relativamente homogéneos para la producción agraria, habida cuenta que éstas presentan la misma base de recursos edafo-climáticos.

El cuadro VI.2 recoge información sobre la superficie de olivar en las principales comarcas olivereras de la comunidad autónoma: aquéllas con más de 10.000 hectáreas de su territorio dedicadas al cultivo del olivo.

Dadas las lógicas limitaciones de la investigación en términos de tiempo y dinero, sólo seis de estas comarcas han podido ser seleccionadas para recogida efectiva de información primaria. Para seleccionar estas seis comarcas se ha seguido un procedimiento aleatorio proporcional en función de la superficie de olivar presente en cada una de ellas según los datos de las Hojas 1T del año 2008 (cuadro VI.2). Implementando tal procedimiento se han seleccionado finalmente las siguientes comarcas: *Campaña Alta* (Córdoba), *La Loma* (Jaén), *Campaña del Norte* (Jaén), *Penibética* (Córdoba), *Sierra Sur* (Jaén) y *La Sierra* (Córdoba). En conjunto, estas comarcas engloban 474.405 hectáreas de olivar, lo que supone el 32,4 por ciento del olivar andaluz. La localización de estas comarcas dentro de la Comunidad Autónoma Andaluza puede observarse en el mapa VI.1.

MAPA VI.1

Comarcas agrarias seleccionadas para el muestreo



Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidas las comarcas en las cuales realizar el trabajo de campo, en una segunda etapa se ha concretado la forma de seleccionar las unidades últimas de muestreo, es decir, las explotaciones de olivar cuyos titulares van a ser entrevistados. En este sentido debe comentarse que tal selección se ha realizado en cada una de las comarcas antes reseñadas mediante rutas aleatorias, respetando cuotas por estratos de tamaños. Dichas cuotas se han fijado a partir de la información comarcal proporcionada por el Censo Agrario de 1999 (INE, 2001), tal y como se aprecia en el cuadro VI.3.

CUADRO VI.3 Caracterización de las explotaciones de olivar en las comarcas seleccionadas para el muestreo (año 1999)

Comarca / estrato de tamaño (ha)	Total		Secano		Regadío	
	Número explotaciones	Superficie (ha)	Número explotaciones	Superficie (ha)	Número explotaciones	Superficie (ha)
1402 La Sierra (Córdoba)						
<i>Explotaciones con tierras</i>	3.563	48.971	3.409	44.828	289	4.143
>= 0.1 - < 1	209	120	199	115	11	6
>= 1 - < 5	1.185	2.915	1.113	2.740	86	175
>= 5 - <10	682	3.990	654	3.797	51	193
>= 10 - < 20	581	6.314	574	6.049	44	265
>= 20 - < 50	489	10.652	478	10.117	37	535
>= 50 - < 100	207	8.190	196	7.624	23	566
>= 100 - < 200	104	6.563	95	5.620	21	943
>= 200	106	10.225	100	8.765	16	1.461
1405 Campiña Alta (Córdoba)						
<i>Explotaciones con tierras</i>	13.962	119.186	13.640	111.371	794	7.814
>= 0.1 - < 1	2.599	1.456	2.524	1.415	89	41
>= 1 - < 5	6.695	14.438	6.563	14.060	262	378
>= 5 - <10	1.993	11.832	1.946	11.393	136	439
>= 10 - < 20	1.207	14.392	1.185	13.845	107	547
>= 20 - < 50	876	22.542	853	21.354	88	1.188
>= 50 - < 100	355	19.181	341	17.536	56	1.645
>= 100 - < 200	157	15.889	149	14.030	40	1.859
>= 200	80	19.456	79	17.739	16	1.717
1406 Penibética (Córdoba)						
<i>Explotaciones con tierras</i>	8.967	56.223	8.912	55.078	316	1.145
>= 0.1 - < 1	1.634	933	1.606	918	36	14
>= 1 - < 5	4.388	10.393	4.373	10.295	125	97
>= 5 - <10	1.504	9.565	1.500	9.485	50	80
>= 10 - < 20	853	10.613	850	10.429	57	184
>= 20 - < 50	432	11.153	428	10.836	32	316
>= 50 - < 100	91	5.361	91	5.292	7	69
>= 100 - < 200	38	4.255	38	3.995	6	260
>= 200	27	3.951	26	3.828	3	123

continúa...

...continuación

2304 Campiña del Norte (Jaén)						
Explotaciones con tierras	13.553	93.575	11.055	67.683	4.409	25.891
>= 0.1 - < 1	2.629	1.518	1.975	1.150	721	368
>= 1 - < 5	6.616	15.536	5.430	12.100	1.959	3.435
>= 5 - <10	2.012	13.049	1.693	10.009	727	3.039
>= 10 - < 20	1.270	15.838	1.080	12.035	511	3.803
>= 20 - < 50	675	17.979	590	13.555	297	4.423
>= 50 - < 100	229	13.074	197	9.233	124	3.841
>= 100 - < 200	84	8.579	62	5.009	47	3.569
>= 200	38	8.003	28	4.591	23	3.412
2305 La Loma (Jaén)						
Explotaciones con tierras	15.649	103.264	11.564	49.717	9.679	53.547
>= 0.1 - < 1	3.949	2.129	2.484	1.194	1.944	935
>= 1 - < 5	7.325	17.201	5.599	9.646	4.550	7.555
>= 5 - <10	2.110	14.314	1.699	7.630	1.486	6.684
>= 10 - < 20	1.278	16.761	1.017	8.982	928	7.778
>= 20 - < 50	663	18.962	532	9.159	507	9.803
>= 50 - < 100	184	11.357	138	4.619	153	6.739
>= 100 - < 200	89	10.225	63	4.311	64	5.914
>= 200	51	12.315	32	4.177	47	8.138
2309 Sierra Sur (Jaén)						
Explotaciones con tierras	12.499	48.741	11.928	43.452	2.205	5.289
>= 0.1 - < 1	2.474	1.355	2.237	1.208	326	147
>= 1 - < 5	6.766	14.990	6.517	13.683	1.145	1.307
>= 5 - <10	1.945	11.328	1.891	10.159	423	1.168
>= 10 - < 20	872	9.248	855	8.319	200	929
>= 20 - < 50	313	6.332	304	5.491	78	841
>= 50 - < 100	64	2.360	61	2.027	14	333
>= 100 - < 200	37	1.635	35	1.372	12	263
>= 200	28	1.494	28	1.193	7	301
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Censo Agrario de 1999 (INE, 2001).						

Siguiendo este procedimiento de extracción de la muestra, se ha establecido un tamaño muestral de 80 explotaciones de olivar para cada una de las seis comarcas muestreadas: 480 entrevistas en total. De esta manera se ha podido disponer de una muestra representativa tanto del conjunto de explotaciones de olivar en Andalucía, como de sus tres principales sistemas de producción (ver apartado II.1.2): *Tradicional de Sierra* (abreviadamente a partir de ahora, **TS**), *Tradicional de Campiña* (**TC**) y *Regadío ‘Semi-Intensivo’* (**RSI**). En este sentido en el cuadro VI.4 se refleja la distribución de la muestra finalmente seleccionada por comarcas y sistemas de olivar.

CUADRO VI.4 Descomposición de la muestra por comarcas y sistemas de olivar

Comarca	Total entrevistas	Sistema de olivar			
		Tradicional de sierra (TS)	Tradicional de campiña (TC)	Regadío 'semi-intensivo' (RSI)	Otros sistemas
1402 La Sierra (Córdoba)	80	65	1	1	13
1405 Campiña Alta (Córdoba)	80	10	51	4	15
1406 Penibética (Córdoba)	80	31	35	2	12
2304 Campiña del Norte (Jaén)	80	7	39	30	4
2305 La Loma (Jaén)	80	2	5	61	12
2309 Sierra Sur (Jaén)	80	62	2	1	15
TOTAL	480	177	133	99	71

Fuente: Elaboración propia.

Considerando el tamaño muestral descrito en el cuadro anterior para el conjunto de las explotaciones de olivar andaluz ($n_{total}=480$), cabe afirmar que el error absoluto máximo esperado de la encuesta es del $\pm 2,4$ por ciento para un nivel de confianza del 95 por ciento. No obstante, cuando se considera cada sistema de olivar por separado ($n_{TS}=177$, $n_{TC}=133$ y $n_{RSI}=99$), el error muestral máximo se incrementa, pero en todo caso se mantiene por debajo del ± 5 por ciento establecido inicialmente como objetivo.

CUADRO VI.5 Ficha técnica de la encuesta a las explotaciones de olivar andaluzas

Población objeto de estudio	Explotaciones agrarias andaluzas con superficie dedicada al cultivo del olivo (176.468 según INE, 2008).
Tamaño de la muestra	480 entrevistas.
Tipo de entrevista	Presencial mediante cuestionario, realizada en lugares públicos.
Tipo de muestreo	Polietápico, con selección de las unidades primarias de muestreo (comarcas agrarias) mediante un procedimiento aleatorio proporcional, y selección de las unidades últimas de muestreo (explotaciones) mediante rutas aleatorias y cuotas de tamaño.
Error	El nivel de error máximo esperado de los resultados del conjunto de la encuesta, para las frecuencias de cada variable, es de $\pm 2,4$ por ciento, para un nivel de confianza del 95 por ciento, 2 sigmas $p=q=0.5$. Para cada una las submuestras consideradas, y para los mismos niveles de confianza y sigmas, los errores máximos son: $e_{TS}=\pm 4,5$ por ciento, $e_{TC}=\pm 4,4$ por ciento y $e_{RSI}=\pm 4,9$ por ciento.
Fechas de trabajo de campo	Entre los meses de mayo y septiembre de 2010.

Fuente: Elaboración propia.

VI.1.4 Descripción de los sistemas de olivar analizados

En los cuadros VI.6 y VI.7 se recoge un descriptivo básico de las submuestras correspondientes a cada sistema de olivar analizado. En ambos cuadros se destacan aquellas variables en las que se aprecian diferencias significativas

Caracterización básica de las explotaciones de olivar muestreadas por sistema de olivar: variables métricas

	Sistema de olivar						Prueba ANOVA	
	Tradicional de sierra		Tradicional de campiña		Regadío 'semi-intensivo'			
Explotación / Plantación	Media	Dev. tip.	Media	Dev. tip.	Media	Dev. tip.	F	p-valor
Superficie total explotación (ha)	18,0	(26,9)	19,6	(32,6)	20,3	(38,3)	0,19	0,825
Superficie de olivar (ha)	17,4	(25,2)	18,4	(30,2)	17,2	(26,5)	0,06	0,938
Superficie olivar secoano (ha)	15,7	(22,9)	17,1	(27,1)	4,2	(12,3)	11,17	0,000
Superficie olivar regadío (ha)	1,3	(7,8)	0,9	(3,0)	13,1	(20,6)	40,93	0,000
Número de parcelas	8,0	(11,2)	7,1	(6,8)	8,5	(7,9)	0,72	0,487
Edad de la plantación (años)	136	(101)	109	(117)	100	(101)	4,69	0,010
Densidad de plantación (árboles/ha)	107	(27)	97	(28)	98	(23)	6,84	0,052
Prod. media (kg aceitunas/ha-año)	3.393	(1.668)	4.659	(2.022)	6.146	(1.529)	78,75	0,000
Pendiente media	21,5	(11,3)	5,1	(3,1)	4,6	(2,9)	227,92	0,000
Porcentaje árboles afectados por verticilosis	0,8	(2,8)	1,5	(4,9)	3,7	(6,5)	12,63	0,000
Olivicultor	Media	Dev. tip.	Media	Dev. tip.	Media	Dev. tip.	F	p-valor
Edad (años)	50,2	(11,0)	52,5	(12,5)	50,8	(10,7)	1,55	0,214
Experiencia como olivicultor (años)	25,2	(14,0)	25,4	(15,2)	25,4	(13,2)	0,01	0,990
Hijos (número)	1,9	(1,2)	1,9	(1,2)	1,9	(1,2)	0,01	0,993
Porcentaje de su tiempo dedicado agricultura	42,1	(37,4)	51,4	(41,0)	54,7	(42,2)	3,88	0,021
Trabajo familiar (jornales/ha-año)	4,3	(5,5)	4,4	(6,9)	4,9	(8,9)	0,25	0,777
Trabajo contratado (jornales/ha-año)	5,6	(7,9)	6,1	(10,9)	5,9	(8,7)	0,09	0,917
Relevé en la explotación (escala 1= seguro que no a 5= seguro que sí)	2,5	(1,4)	2,7	(1,4)	2,4	(1,5)	1,22	0,296

Fuente: Elaboración propia.

entre los distintos sistemas de olivar analizados, reflejando los resultados de las pruebas ANOVA (para las variables métricas)¹ y Chi-cuadrado (para las variables categóricas)² realizadas al efecto.

Los estadísticos resultantes de las pruebas realizadas confirman, como es lógico, diferencias significativas entre sistemas de olivar en cuanto a las variables empleadas para su tipificación. Así, las *superficies de olivar en secano* de las explotaciones de los sistemas tradicionales de campiña (17,1 ha de media) y tradicional de sierra (15,7 ha) resultan ser superiores a las de olivar de regadío semi-intensivo (4,2 ha). Por el contrario, en relación con las *superficies de olivar de regadío*, las explotaciones del sistema de regadío semi-intensivo presentan un promedio (13,1 ha) significativamente superior a las de los sistemas de secano de sierra y de campiña (1,3 y 0,9 ha, respectivamente). No obstante, es destacable que no existen diferencias significativas en cuanto a la superficie total de las explotaciones (19,1 ha de media para el conjunto de las tres submuestras) o la superficie de las mismas dedicadas al cultivo del olivo (17,7 ha como promedio general)³.

De igual forma se aprecian diferencias significativas en la *pendiente* del terreno; mientras que las explotaciones de olivar de sierra presentan una pendiente media del 21,5 por ciento, en las explotaciones de secano en campiña y de riego semi-intensivo esta variable toma valores promedio del 5,1 por ciento y 4,6 por ciento, respectivamente.

Otras variables estructurales de las explotaciones donde se pueden observar diferencias estadísticamente significativas son:

- 1 De manera adicional al análisis de la varianza se han realizado pruebas *post-hoc* F de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch al objeto de determinar para cada sistema concreto de olivar si tienen su media es significativamente mayor/menor/igual al resto de agrosistemas analizados.
- 2 En los casos en que más del 20 por ciento de las celdas de las tablas de contingencia presentan frecuencias observadas inferiores a 5, la prueba Chi-cuadrado no es válida, aplicándose de forma alternativa la prueba exacta de Fisher.
- 3 Estos tamaños de explotación contrastan con los datos oficiales resultantes del censo o de las declaraciones de subvenciones de la PAC (véase, por ejemplo, CAP, 2008). Tales discrepancias se explican por la diferente forma de conceptualizar la 'explotación' olivarera. En este trabajo se ha considerado la 'explotación' olivarera como la unidad de gestión económica que es manejada por un único olivicultor, con independencia de su forma jurídica. De esta manera, se ha evidenciado como un buen número de las explotaciones muestreadas son en realidad el resultado de la 'fusión' varias explotaciones legalmente censadas como tales. Piénsese, por ejemplo, en el caso muy frecuente de un olivicultor que gestiona los olivos propios, pero además lleva igualmente los de su cónyuge y los de algún otro familiar. Formalmente se tratarían de diversas 'explotaciones legales', que figuran como tales en las estadísticas oficiales, pero la realidad productiva es que conforman una unidad económica y de gestión. Esta última consideración de 'explotación real', es el que se ha considerado en este trabajo y el que justifica tamaños medios de explotación por encima de las estadísticas oficiales.

CUADRO VI.7

CUADRO VI.7	Caracterización básica de las explotaciones de olivar muestreadas por sistema de olivar: variables categóricas				
	Sistema de olivar			Prueba de independencia	
	Tradicional de sierra	Tradicional de campiña	Regadío ' semi-intensivo'		
Explotación / Plantación	Frec. absoluta	Frec. absoluta	Frec. absoluta	χ^2 o Fisher	p-valor
Forma jurídica: empresa individual	168	119	91	4,937	0,294
Forma jurídica: soc. coop./mercantil	7	13	6		
Forma jurídica: comunidad de bienes	2	1	2		
Acogida a DOP	48	33	17	3,526	0,172
No acogida a DOP	129	100	82		
Producción: convencional	136	129	98	44,62	0,000
Producción: integrada o ecológica ^(a)	41	4	1		
Olivicultor	Frec. absoluta	Frec. absoluta	Frec. absoluta	χ^2 o Fisher	p-valor
Sexo: varón	174	132	97	0,821	0,663
Sexo: mujer	3	1	2		
Pertenece a OPA	50	31	38	6,361	0,042
No pertenece a OPA	127	102	61		
Pertenece a cooperativa	167	126	86	6,473	0,039
No pertenece a cooperativa	10	7	13		
Form. general: cert. escolaridad	49	41	16	11,075	0,086
Form. general: estudios primarios	84	54	53		
Form. general: estudios secundarios	24	26	22		
Form. general: universitarios	20	12	8		
Form. agraria: experiencia familiar	119	75	55	5,302	0,071
Form. agraria: extensión, PF o universitaria ^(b)	58	58	44		
(a) Al objeto de realizar las correspondientes pruebas estadísticas se han fusionado las categorías de 'producción integrada' y 'producción ecológica', habida cuenta de las escasas frecuencias observadas para ambas. (b) Al objeto de realizar las correspondientes pruebas estadísticas se han fusionado las categorías de 'extensión agraria', 'formación profesional agraria y 'formación universitaria agraria', habida cuenta de las escasas frecuencias observadas para las mismas.					
Fuente: Elaboración propia.					

- *La productividad media.* Como resulta lógico de sus condiciones agronómicas, las explotaciones de sierra son las que tienen una menor productividad (3.393 kg aceitunas/ha· año). Por orden creciente le siguen las explotaciones de secano de campiña (4.659 kg/ha· año) y las de regadío semi-intensivo (6.146 kg/ha· año).
- *La edad de la plantación.* Los titulares de explotaciones de sierra han declarado que sus plantaciones de olivar son las más viejas (136 años de media), por encima de las de campiña (109 años) y riego semi-intensivo (100 años), denotando una renovación más lenta del material vegetal en las mismas.
- *Incidencia de la verticilosis.* Se constata que las explotaciones de riego semi-intensivo están más afectadas por esta enfermedad (3,7 por ciento de sus árboles de media) que las de secano en campiña (1,5 por ciento) y las de secano de sierra (0,8 por ciento).
- *Sistema de producción.* Si bien la producción ‘convencional’ es mayoritaria en todos los agrosistemas de olivar analizados (88,8 por ciento del total de explotaciones muestreadas), se aprecia cómo la presencia de los sistemas de producción integrada y ecológica es significativamente más elevada en los olivares de secano de sierra (23 por ciento) y de campiña (3 por ciento) que en los de regadío semi-intensivo, donde su presencia es casi testimonial (1 por ciento).

Para el resto de variables estructurales de las explotaciones de olivar analizadas se observa cierta homogeneidad entre los sistemas de olivar. Así, el número de parcelas por explotaciones se mantiene en todos ellos cercano a la media global de 7,8. De igual manera, la densidad de plantación se sitúa en todos los casos en torno a 102 árboles por hectárea. Asimismo, tampoco se aprecian diferencias significativas en la forma jurídica de la empresa, donde la empresa individual es inmensamente mayoritaria en todos los casos (92 por ciento del total de explotaciones muestreadas) y la tasa de acogimiento a denominaciones de origen protegidas (el 24 por ciento de las explotaciones como promedio de todos los sistemas).

En cuanto a las variables personales de los titulares de explotaciones, también cabe apuntar una relativa homogeneidad entre tipos de olivar. Así, no se aprecian diferencias significativas en cuanto a:

- a) la edad (51,1 años de media),
- b) la experiencia como olivicultores (25,3 años),
- c) el número de hijos (1,94),
- d) el trabajo familiar y contratado empleado en la producción (4,49 y 5,85 jornales/ha· año, respectivamente),

- e) la probabilidad de relevo declarado por el titular actual (media de 2,5 en una escala de 1 a 5),
- f) el sexo (los varones son inmensamente mayoritarios, con el 98,5 por ciento),
- g) la formación general (los estudios primarios son los más frecuentes, con el 46,7 por ciento de los olivicultores encuestados), o
- h) la formación profesional agraria (la mayoría –60,9 por ciento– de los olivicultores basa su desempeño profesional en la experiencia adquirida de la familia).

Las únicas diferencias significativas se han encontrado en este sentido se refieren al *porcentaje del tiempo dedicado agricultura* y a la *pertenencia a organizaciones profesionales agrarias (OPA) y cooperativas*. Respecto al primer aspecto cabe destacar cómo se observa un mayor nivel de profesionalidad en los olivareros semi-intensivos de regadío (55 por ciento de su tiempo dedicado a la actividad agraria), seguidos por los tradicionales de campiña (51 por ciento) y, por último, por los tradicionales de sierra (42 por ciento). Estos datos sugieren que la dedicación a la actividad está muy relacionada con su rentabilidad, tal y como se evidenciará en el capítulo de resultados. De forma similar, cabe afirmar que los olivicultores de olivares de regadío semi-intensivo son los que presentan una mayor tasa de afiliación a OPA (39 por ciento frente al 29 por ciento de media del total de los productores encuestados), pero su nivel de asociacionismo en cooperativas es menor (el 85 por ciento frente al 93 por ciento del conjunto de olivicultores).

VI.2 | El cálculo de los indicadores de base

Como se ha indicado en el Capítulo 4, los indicadores de base seleccionados para el análisis se han estimado siguiendo distintas expresiones algebraicas, para cuyo cálculo ha hecho falta tanto información primaria obtenida de la encuesta a las explotaciones de olivar como información secundaria extraída de distintas fuentes.

En cuanto a la *información primaria* utilizada, cabe especificar que la información recogida a través de la encuesta realizada a las explotaciones de olivar se ha incluido en una gran base datos, donde los registros se corresponden con las diferentes explotaciones muestreadas, y los campos son las variables diseñadas para recopilar las respuestas ofrecidas por los olivicultores a las diferentes preguntas del cuestionario. La dimensión total de esta base de datos ha sido de 480 explotaciones $\times$ 478 variables.

En los cuadros VI.8, VI.9 y VI.10 puede encontrarse las preguntas cuyas respuestas (valores de las respectivas variables) han sido utilizadas para el cálculo individualizado de cada uno de los indicadores seleccionados para cada una de las explotaciones de la muestra.

CUADRO VI.8 Fuentes de información para el cálculo de los indicadores económicos de sostenibilidad

Dimensión	Principio	Indicador	Fuentes de información primaria (preguntas cuestionario)	Fuentes de información secundaria
DIMENSIÓN ECONÓMICA	Función económica privada. Viabilidad de las explotaciones de olivar	Rentabilidad privada del olivicultor (RENTOLIV)	Desde la P27 a la P57	Sánchez Jiménez (2002), Diputación Provincial de Jaén-Fundación CITOLIVA (2007), Gil y Blanco (2001), García et al. (2008), CAP (2009), MARM (2009b), AEMO (2010), información comercial de proveedores insumos de olivar y http://www.oliva.net/poolred/ .
		Variabilidad de la renta del olivicultor (VARRENT)	Desde la P27 a la P57	Sánchez Jiménez (2002), Diputación Provincial de Jaén-Fundación CITOLIVA (2007), Gil y Blanco (2001), García et al. (2008), CAP (2009), MARM (2009b), AEMO (2010), información comercial de proveedores insumos de olivar y http://www.oliva.net/poolred/ .
		Índice de adaptación (INDADAP)	P34, P39, P59 y P65	Pesos de las variables observables otorgados por el panel de expertos (véase Apartado IV.1.3.
		Valor de la producción (VALPROD)	P25	MARM (2009b) y http://www.oliva.net/poolred/ .
	Función económica pública. Seguridad alimentaria y generación de riqueza	Variabilidad de las ventas (VARVENTA)	P25	MARM (2009b) y http://www.oliva.net/poolred/ .
		Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB)	Desde la P27 a la P57	Sánchez Jiménez (2002), Diputación Provincial de Jaén-Fundación CITOLIVA (2007), Gil y Blanco (2001), García et al. (2008), CAP (2009), MARM (2009b), AEMO (2010), información comercial de proveedores insumos de olivar y http://www.oliva.net/poolred/ .
		Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (PORCSUBV)	P16, P25	MARM (2009b) y http://www.oliva.net/poolred/ .

CUADRO VI.9 Fuentes de información para el cálculo de los indicadores sociales de sostenibilidad

Dimensión	Principio	Indicador	Fuentes de información primaria (preguntas cuestionario)	Fuentes de información secundaria
DIMENSIÓN SOCIAL-CULTURAL	Función social. Contribución a la fijación de la población en el medio rural	Empleo total (MOTOT)	Desde la P27 a la P57	Sánchez Jiménez (2002), Diputación Provincial de Jaén-Fundación CITOLIVA (2007), Gil y Blanco (2001), García et al. (2008), CAP (2009), MARM (2009b), AEMO (2010) e información comercial de proveedores insumos de olivar.
		Productividad aparente del factor trabajo (PRODMO)	Desde la P27 a la P57	Sánchez Jiménez (2002), Diputación Provincial de Jaén-Fundación CITOLIVA (2007), Gil y Blanco (2001), García et al. (2008), CAP (2009), MARM (2009b), AEMO (2010), información comercial de proveedores insumos de olivar y http://www.oliva.net/poolred/ .
		Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON)	P67	
		Porcentaje de mano de obra familiar y fija (MOFAMIL)	P10, P11 y P12	
	Función cultural. Conservación del patrimonio	Pertenencia a DO (DENOMIN)	P21	
		Porcentaje de la producción calificada como aceite virgen extra (ACEVIRC)	P22 y P23	
		Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL)	P4, P5 y P6	
		Cobertura del suelo (COBERT)	P30, P31, P32	
		Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (PATRIMON)	P15	Pesos de las variables observables otorgados por el panel de expertos (véase Apartado IV.2.9).

Fuentes de información para el cálculo de los indicadores ambientales de sostenibilidad				
Dimensión	Principio	Indicador	Fuentes de información primaria (preguntas cuestionario)	Fuentes de información secundaria
DIMENSIÓN AMBIENTAL	Función de mantenimiento de la biodiversidad	Número de variedades de olivar (NUMVAR)	P13 y P14	Pesos de las variables observables otorgados por el panel de expertos (véase Apartado IV.3.2). Tomlin (2008) para los valores de las DL50 de las diferentes materias activas de los pesticidas utilizados en olivar.
		Índice de diversidad biológica (INDIVERS)	P31, P32, P38, P40, P43 y P56	
		Riesgo de pesticidas (RIESPEST)	P33, P51 y P52	
		Porcentaje de superficie de otros cultivos (incluye usos forestales) respecto al olivar (OTROSCUL)	P4, P5 y P6	
		Porcentaje de la explotación no cultivada (SUPNOCUL)	P4, P5 y P6	
	Función de mantenimiento de los recursos naturales (suelo y agua)	Cantidad de suelo erosionada (EROSION)	P34 (factor S en [IV.19]) P27, P28, P29, P30, P31, P32 y P34 (factor C en [IV.19])	Gómez Calero y Giráldez (2009) para la estimación de los factores R, K, L y C incluidos en la expresión [4.19] (ecuación RUSLE).
		Índice de aportación de materia orgánica en el suelo (WATORC)	P27, P31, P32 y P36	Pesos de las variables observables otorgados por el panel de expertos (véase Apartado IV.3.7).
		Balance de nitrógeno (BALNITRO)	P25, P35 y P36 (extracciones) P35, P36 P48 y P49 (aportaciones)	Domínguez Vivanco (1997) para coeficiente técnico de extracción derivada de la cosecha de aceitunas, y SODEAN (2002) para los coeficientes técnicos de las extracciones derivadas de la poda.
		Uso de herbicidas (HERBICID)	P33	Equivalencias entre las materias activas empleadas como herbicidas y el glifosato en función de su capacidad contaminante otorgadas por el panel de expertos sobre la base de la información suministrada por Liñán (2010) y Tomlin (2008) (véase Apartado IV.3.9).
		Uso del agua de riego (USOAGUA)	P46	
		Balance energético (BALENERG)	Desde la P27 a la P57	Pimentel (1980 y 1992), Green (1987), West y Marland (2002), Lal (2004), Guzmán Álvarez (2007) y Guzmán y Alonso (2008).

En cualquier caso, el cálculo de los indicadores ha requerido igualmente de *información secundaria* adicional. Este tipo de información puede dividirse, en función de su procedencia, en cuatro bloques:

- a) *Bibliografía técnica.* A partir de estas fuentes secundarias se han podido obtener coeficientes técnicos de validez universal como, por ejemplo, las cantidades unitarias de nitrógeno contenidas de los insumos empleados (fertilizantes) y los productos obtenidos (aceituna y restos de poda) necesarias para el cálculo del balance de nitrógeno (*BALNITRO*), la energía unitaria implícita en productos, insumos y labores de cultivo para la obtención del balance de energía (*BAENERG*), o los valores de la dosis letal (DL50) de las materias activas contenidas en los diferentes productos fitosanitarios utilizados al objeto de estimar el riesgo de pesticidas (*RIESPEST*).
- b) *Información con base estadística.* Dentro de este grupo de datos cabe destacar los referidos a los precios del aceite de oliva, derivados de POOLred (el Sistema de Información de Precios en Origen del Mercado de Aceite de Oliva, disponible en www.poolred.com), o el coste de la mano de obra, obtenido de los convenios colectivos provinciales de los obreros del campo. Como en el caso anterior, estos datos se han considerado uniformes para el conjunto de explotaciones de olivar en Andalucía.
- c) *Legislación en vigor.* Esta fuente de información ha proporcionado datos relativos a las cuantías unitarias de las subvenciones, tanto las del primer pilar de la PAC (pago único de explotación) como las del segundo pilar (programas agroambientales).
- d) *Otras fuentes técnicas de carácter local.* Dentro de este último grupo de datos cabe reseñar la información referida a los precios de los fertilizantes, productos fitosanitarios y carburantes empleados para la producción olivarera, que cabe asumir igualmente homogéneos para el conjunto de explotaciones andaluzas.

Los cuadros VI.8. VI.9 y VI.10 recogen igualmente el origen de las fuentes secundarias que se han empleado para el cálculo de los diferentes indicadores.

VI.3 | Determinación de los ‘valores límite’ de los indicadores de base

Como se comentó en el apartado V.3, el procedimiento de normalización de los indicadores de sostenibilidad calculados sobre la base de la información antes descrita ha sido la *normalización min-max* (véase expresiones [5.1] y

[V.2]). No obstante, para minimizar los sesgos derivados de la existencia de valores extremos ‘atípicos’ en la distribución de los indicadores de las diferentes submuestras de explotaciones de olivar consideradas, se ha optado por realizar esta normalización estableciendo los correspondientes valores mínimos ($X_{k\min}$) y máximo ($X_{k\max}$) a través de ‘valores límite’ (Jacobs et al., 2004).

Al objeto de fijar estos valores límite se ha contado con la opinión del panel de expertos. En este sentido debe destacarse que en el debate al efecto mantenido con dicho panel se puso de manifiesto cómo los ejercicios de evaluación de la sostenibilidad agraria deben tener como objetivo prioritario la *comparación* del desempeño de las unidades analizadas (explotaciones en nuestro caso), y determinar así en función de valoraciones relativas qué unidades son ‘más sostenibles’ y cuáles son ‘menos sostenibles’. Por el contrario, no parece oportuno que este tipo de trabajos estén encaminados a *establecer juicios* sobre la base de determinados valores absolutos, dispuestos para clasificar las unidades analizadas entre ‘sostenibles’ y ‘no sostenibles’, máxime habida cuenta del estado actual de conocimiento al respecto. Teniendo en cuenta esta orientación general, se consideró oportuno tomar valores límite únicamente al objeto de evitar los sesgos debido a la potencial presencia de *outliers* en las distribuciones de los indicadores, pero sin que la fijación de los mismos implicase la introducción de juicio de valor alguno sobre el carácter ‘sostenible’ o no de determinadas explotaciones.

Siguiendo esta estrategia, se llegó al consenso de que para todos los indicadores se debía considerar como *valor límite mínimo* el percentil del 5 por ciento (P_5) en la distribución de valores de cada indicador (X_k), para cada submuestra considerada, y como *valor límite máximo* el percentil del 95 por ciento (P_{95}) en estas mismas distribuciones. De esta manera se considera que los valores del indicador k de las explotaciones i (X_{ki}) que están por debajo del P_5 se normalizan tomando I_{ki} un valor igual a cero (uno si el indicador es del tipo ‘cuanto menor’), mientras que los valores X_{ki} que están por encima del P_{95} se normalizan tomando I_{ki} un valor igual a uno (cero si el indicador es del tipo ‘cuanto menor’). Para los valores de X_{ki} comprendidos entre P_5 y P_{95} , los valores normalizados I_{ki} se han obtenido empleando las expresiones [V.1] y [V.2] antes comentadas.

VI.4 | Encuesta a la población andaluza: la ponderación de los ‘objetivos’ y los ‘principios’ de la sostenibilidad

En el apartado V.5.1 se comentó que las ponderaciones de los ‘objetivos’ (importancia relativa de la sostenibilidad económica, social y ambiental) y de los ‘principios’ (funciones concretas a desempeñar por los sistemas de olivar) planteados en la jerarquía del marco SAFE deben determinarse a través

de una *encuesta de opinión pública* al conjunto de la sociedad andaluza. De esta manera se pretende operativizar el concepto de sostenibilidad agraria como *construcción social*, que refleje adecuadamente las preferencias de la ciudadanía de esta Comunidad Autónoma sobre los bienes y servicios públicos que el olivar regional debe suministrar.

Este ejercicio de recogida de información primaria comenzó con la elaboración de un cuestionario específico. Tal y como puede apreciarse en el Anexo 2, dentro de éste se han incluido las preguntas necesarias para que los entrevistados establezcan la valoración de las comparaciones por pares requeridas para la aplicación de la metodología AHP propuesta. Efectivamente, con este cuestionario se trata de recoger, para cada individuo entrevistado p , la información para poder construir las correspondientes matrices de Saaty ($A_p = a_{klp}$): una matriz de 3×3 para las ponderaciones del nodo de primer orden ('objetivos') y tres matrices de 2×2 para los nodos de segundo orden ('principios') de la jerarquía planteada para la investigación (véase esquema V.1). A partir de estas respuestas se han podido obtener las ponderaciones individuales de cada función desempeñada por los sistemas de olivar andaluces (w_{kp}).

Adicionalmente, dentro del cuestionario se han añadido otras seis cuestiones para la caracterización sociodemográfica y económica de los encuestados, con el propósito de poder analizar los factores determinantes de la heterogeneidad de la opinión pública a este respecto⁴.

Al objeto de lograr resultados representativos del conjunto de la sociedad andaluza, se ha extraído una muestra representativa de 513 individuos entre la población de la Comunidad Autónoma mayor de 18 años. La ficha técnica de la encuesta se muestra en el cuadro VI.11.

El cuadro VI.12 describe de forma sumaria la caracterización sociodemográfica y económica de la muestra de población finalmente considerada.

4 El análisis de la heterogeneidad de las preferencias personales en relación con la multifuncionalidad del olivar andaluz no se ha reportado en este documento, dado su carácter accesorio dentro del conjunto de la investigación aquí presentada.

CUADRO VI.11 **Ficha técnica de la encuesta a la población andaluza**

<i>Población objeto de estudio</i>	Personas residentes en Andalucía con edades iguales o superiores a 18 años (6.540.286 personas según el Padrón de habitantes de 2009 del Instituto de Estadística de Andalucía).
<i>Tamaño de la muestra</i>	513 entrevistas.
<i>Tipo de entrevista</i>	Presencial mediante cuestionario, realizada en lugares públicos
<i>Tipo de muestreo</i>	Polietápico, estratificado por conglomerados (afijación proporcional al tamaño del hábitat), con selección de las unidades primarias de muestreo (municipios) mediante un procedimiento aleatorio proporcional, y selección de las unidades últimas de muestreo (individuos) mediante rutas aleatorias y cuotas de sexo y edad.
<i>Error</i>	El nivel de error máximo esperado de los resultados de la encuesta, para las frecuencias de cada variable, es de $\pm 3,71$ por ciento, para un nivel de confianza del 95,5 por ciento, 2 sigmas $p=q=0,5$.
<i>Fechas de trabajo de campo</i>	Entre los meses de mayo y julio de 2010.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.12 **Caracterización sociodemográfica y económica de la muestra**

Variable	Categoría	Muestra (porcentajes)	Andalucía (porcentajes)
Edad (años)	18-35	33,3	34,6
	36-55	36,6	36,3
	>55	30,0	29,1
Sexo	Varón	49,9	49,5
	Mujer	50,1	50,5
Tamaño del municipio residencia (habitantes)	<10.000	23,4	20,3
	10.000-50.000	29,4	29,1
	>50.000	47,2	50,7
Nivel de estudios	Sin estudios	10,1	
	Primarios	28,5	
	Secundarios	40,5	
	Universidad	17,9	
	ns/nc	2,9	
Ingresos unidad familiar (euros/mes)	<1.000	15,0	
	1.000-2.000	34,1	
	2.001-3.000	21,1	
	3.001-4.000	5,8	
	>4.000	1,4	
	ns/nc	22,6	
Número de hijos	0	39,0	
	1	22,8	
	2	24,0	
	3 o más	14,2	

Fuente: Elaboración propia.

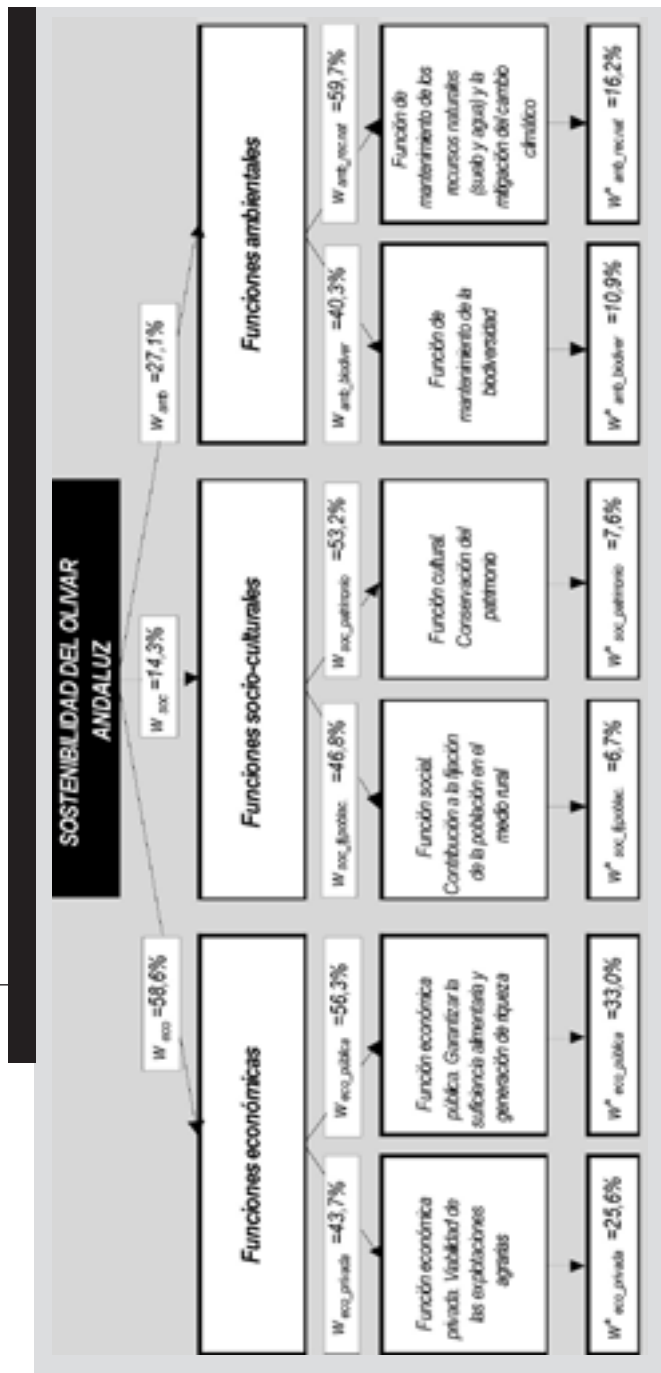
Dado el carácter subjetivo de las preferencias reflejadas en las matrices de Saaty individuales, el procedimiento de agregación seguido para obtener las preferencias del conjunto de la sociedad andaluza (w_k) ha sido el de agregación de ponderaciones individuales (w_{kp}) a través de la media geométrica (véase ecuación [V.10]). Los resultados agregados obtenidos son los que se reflejan en el esquema VI.1.

De los resultados anteriores se evidencia cómo el conjunto de la sociedad andaluza considera el olivar regional principalmente como una actividad productiva, en la medida que es la funcionalidad económica a la que se le otorga una mayor importancia relativa (w_{eco}), con el 58,6 por ciento del total⁵. Por orden de importancia decreciente le sigue a distancia la funcionalidad ambiental, con una ponderación (w_{amb}) del 27,1 por ciento y, por último, la funcionalidad socio-cultural, con un peso (w_{soc}) de tan sólo el 14,3 por ciento. En cualquier caso, con independencia de las diferencias antes reseñadas, resulta evidente cómo la opinión de la ciudadanía andaluza muestra una demanda en favor de un olivar andaluz verdaderamente multifuncional, capaz de proporcionar al conjunto de la sociedad toda una serie de bienes y servicios, tanto de carácter privado como público.

Los resultados del presente estudio en relación con la importancia relativa de las dimensiones básicas de la sostenibilidad (funciones genéricas a desarrollar por la agricultura) muestran una alta similitud con los obtenidos para el conjunto del sector agrario andaluz por Gómez-Limón et al. (2007) y el sector agrario español por la UAP (2010), circunstancia que permite en buena medida validar estos resultados.

Descendiendo a las funciones específicas consideradas para la cuantificación de la sostenibilidad del olivar, cabe reseñar que son igualmente las dos funciones económicas las más valoradas; primero la función económica pública (garantizar la suficiencia alimentaria y la generación de riqueza), con una ponderación normalizada ($w_{eco_publica}^*$) del 33,0 por ciento y, segundo, la función económica privada (garantizar la viabilidad explotaciones de olivar), con un peso ($w_{eco_privada}^*$) del 25,6 por ciento. En tercer y cuarto lugar resultan las funciones ambientales de preservar los recursos naturales y la mitigación del cambio climático ($w_{amb_rec.nat}^*=16,2$ por ciento) y el mantenimiento de la biodiversidad ($w_{amb_biodiver}^*=10,9$ por ciento). Las funciones socio-culturales han resultado ser las menos importantes, en la medida que la sociedad le ha asignado unos pesos a la funcionalidad cultural (conservación del patrimonio)

5 Esta preponderancia de la función económica debería ser objeto de un análisis más pormenorizado en futuras investigaciones. Efectivamente, es necesario tener en cuenta el contexto de crisis económica generalizada en que se ha desarrollado la encuesta, circunstancia que ha podido influir en los resultados con una sobreponderación coyuntural de esta funcionalidad.



Fuente: Elaboración propia.

y a la función social (contribución a la fijación de la población en el medio rural) de tan sólo el 7,6 por ciento ($w_{soc_patrimonio}^*$) y el 6,7 por ciento ($w_{soc_fij.poblac.}^*$), respectivamente.

VI.5 Encuesta al panel de expertos: la ponderación de los indicadores de base

Como ya se comentó en el apartado V.5.1, las ponderaciones del nivel más bajo de la jerarquía establecida en el esquema V.1, que cuantifican la importancia relativa de cada indicador para medir el desempeño de las diferentes funciones específicas consideradas, tienen un carácter eminentemente técnico. Efectivamente, las comparaciones por pares necesarias para su estimación deben estar basadas necesariamente en juicios informados de carácter objetivo, juicios que sólo pueden emitir personas con conocimientos específicos al respecto. Por este motivo, a diferencia de las ponderaciones de las distintas funciones o 'principios', para determinar los correspondientes pesos se ha optado por contar con el apoyo de un *panel de expertos* en temas relacionados con la sostenibilidad del olivar. Este panel ha sido el mismo que ha colaborado en la investigación participando en la selección del plan de indicadores de sostenibilidad (ver apartado III.3).

En las reuniones que se han mantenido con el panel, una vez seleccionados los indicadores para cuantificar el desempeño de cada función específica del olivar andaluz, a cada experto se le pasó un cuestionario para recoger los juicios (valoración de las comparaciones por pares) necesarios para la aplicación de la metodología AHP propuesta. De esta manera para cada experto se han podido obtener las correspondientes matrices de Saaty individuales ($A_p = a_{k/p}$): una matriz de 3×3 (nodo de la función económica privada), dos matrices de 4×4 (nodos de las funciones económica pública y social), dos matrices de 5×5 (nodos de las funciones cultural y mantenimiento de la biodiversidad) y una última de 6×6 (nodo de la función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático).

Siguiendo el criterio de Forman y Peniwati (1998), dado el carácter técnico y objetivo de la información así recogida para este ejercicio, la síntesis a nivel del panel se ha realizado siguiendo una agregación de juicios individuales a través de la media geométrica (véase ecuación [V.11]). Así, se han obtenido las correspondientes matrices agregadas de Saaty ($A = a_{kl}$), a partir de las cuales se han derivado las ponderaciones de consenso (w_k), tal y como se muestra en los cuadros siguientes. Dada la claridad de los resultados alcanzados, dejamos que el lector saque sus propias conclusiones al respecto.

CUADRO VI.13

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función económica privada

Indicador	A	B	C			Porcentaje
A Rentabilidad privada (RENTOLIV)	1,00	1,98	1,57	λ max. =	3,038	$w_{RENTOLIV} = 64,9$
B Variabilidad de la renta (VARRENT)	0,51	1,00	0,83	CI =	0,019	$w_{VARRENT} = 14,1$
C Índice de adaptación (INDADAP)	0,64	1,21	1,00	RI =	0,525	$w_{INDADAP} = 21,1$
				CR =	4%	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.14

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función económica pública

Indicador	A	B	C	D			Porcentaje
A Valor de la producción (VALPROD)	1,00	4,48	1,88	2,00	λ max. =	4,060	$w_{VALPROD} = 43,9$
B Variabilidad de las ventas (VARVENTA)	0,22	1,00	0,28	0,80	CI =	0,020	$w_{VARVENTA} = 10,3$
C Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB)	0,53	3,52	1,00	1,75	RI =	0,882	$w_{CONAVAB} = 29,1$
D Porcentaje de la renta procedente de las subvenciones (PORCSUBV)	0,50	1,25	0,57	1,00	CR =	2%	$w_{PORCSUBV} = 16,7$

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.15

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función de fijación de la población en el medio rural

Indicador	A	B	C	D			Porcentaje
A Empleo total (MOTOT)	1,00	4,64	3,46	3,11	λ max. =	5,228	$w_{MOTOT} = 52,4$
B Productividad del factor trabajo (PRODMO)	0,22	1,00	2,96	1,71	CI =	0,057	$w_{PRODMO} = 21,1$
C Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON)	0,29	0,34	1,00	0,70	RI =	1,115	$w_{ABANDON} = 11,2$
D Porcentaje de la mano de obra familiar (MOFAMIL)	0,32	0,59	1,44	1,00	CR =	5%	$w_{MOFAMIL} = 15,3$

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.16

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función cultural

Indicador		A	B	C	D	E		Porcentaje
A	Pertenencia a denominación de calidad (DENOMIN)	1,00	0,39	0,73	0,82	0,42	λ max. = 5,142	$w_{DENOMIN} = 11,8$
B	Porcentaje Aceite de oliva virgen extra (ACEVIRG)	2,55	1,00	3,15	1,48	0,78	CI = 0,036	$w_{ACEVIRG} = 29,1$
C	Porcentaje superficie de otros cultivos/uso (OTROSCUL)	1,36	0,32	1,00	0,91	0,81	RI = 1,115	$w_{OTROSCUL} = 14,8$
D	Cobertura del suelo (COBERT)	1,21	0,68	1,10	1,00	0,43	CR = 3%	$w_{COBERT} = 15,5$
E	Índice del patrimonio olivarero (PATRIMON)	2,36	1,29	1,24	2,30	1,00		$w_{PATRIMON} = 28,7$

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.17

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función de mantenimiento de la biodiversidad

Indicador		A	B	C	D	E		Porcentaje
A	Número de variedades de olivar (NUMVAR)	1,00	0,32	0,47	0,53	0,49	λ max. = 5,102	$w_{NUMVAR} = 9,4$
B	Índice de diversidad biológica (INDIVERS)	3,11	1,00	1,51	3,11	1,27	CI = 0,025	$w_{INDIVERS} = 32,3$
C	Riesgo de pesticidas (RIESPEST)	2,11	0,66	1,00	2,43	1,78	RI = 1,115	$w_{RIESPEST} = 25,8$
D	Porcentaje superficie de otros cultivos/uso (OTROSCUL)	1,89	0,32	0,41	1,00	0,43	CR = 2%	$w_{OTROSCUL} = 11,5$
E	Porcentaje de la explotación no cultivada (SUPNOCUL)	2,05	0,79	0,56	2,33	1,00		$w_{SUPNOCUL} = 20,9$

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VI.18

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de los indicadores seleccionados para la cuantificación del desempeño de la función de mantenimiento de los recursos naturales (suelo y agua) y la mitigación del cambio climático

Indicador	A	B	C	D	E	F		Porcentaje
A Cantidad de suelo erosionada (EROSION)	1,00	3,41	5,61	4,74	3,65	2,35	$\lambda_{max} = 7,363$	$w_{EROSION} = 40,5$
B Índice de materia orgánica en el suelo (MATORG)	0,29	1,00	2,83	1,29	1,20	2,16	$CI = 0,061$	$w_{MATORG} = 16,7$
C Balance de nitrógeno (BALNITRO)	0,18	0,35	1,00	0,78	1,28	0,80	$RI = 1,341$	$w_{BALNITRO} = 9,3$
D Uso de herbicidas (HERBICID)	0,21	0,78	1,28	1,00	0,64	0,93	$CR = 5\%$	$w_{HERBICID} = 9,8$
E Uso del agua de riego (USOAGUA)	0,27	0,83	1,86	1,57	1,00	1,05		$w_{USOAGUA} = 12,9$
F Balance energético (BALENERG)	0,43	0,46	1,26	1,08	0,95	1,00		$w_{BALENERG} = 10,9$

Fuente: Elaboración propia.

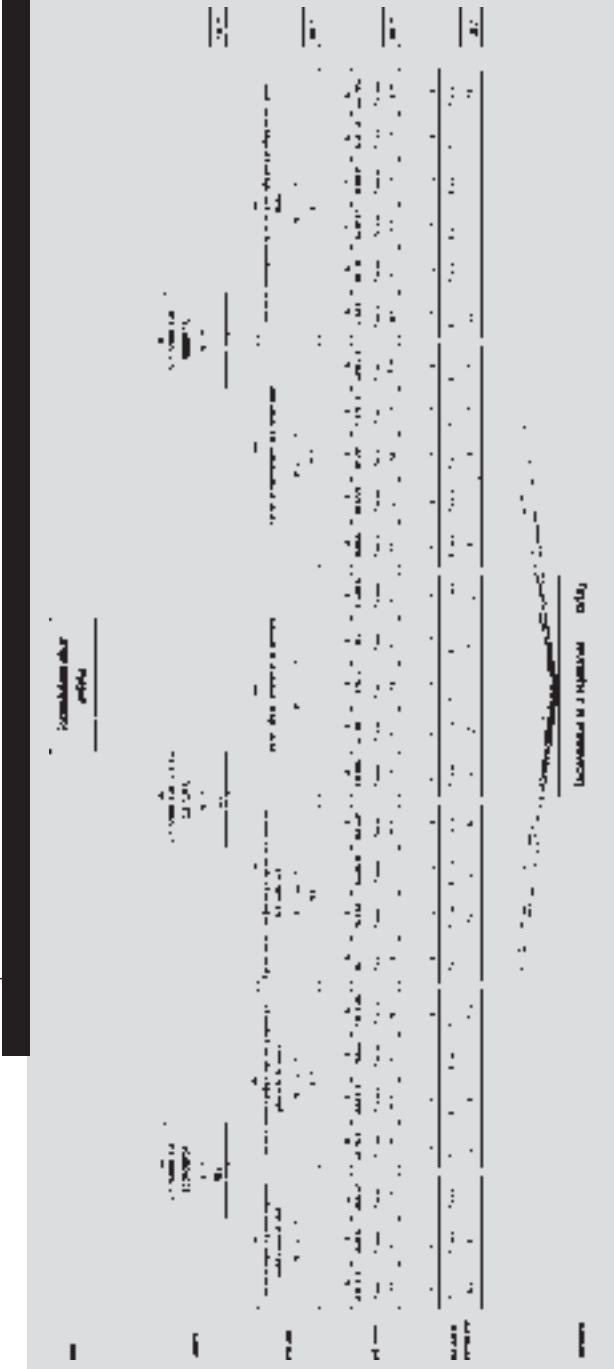
VI.6 Las ponderaciones de los indicadores de base

Obtenidas como se ha comentado en los dos apartados anteriores todas las ponderaciones de la jerarquía empleada en esta investigación, pueden calcularse finalmente los pesos normalizados de cada indicador de sostenibilidad (w'_k), siguiendo para ello el procedimiento ya explicado en el apartado V.5.1. Los resultados así obtenidos son los que aparecen reflejados en la quinta fila del esquema VI.2.

Como ya se indicó en el apartado de metodología antes citado, estos pesos normalizados representan la importancia relativa de cada indicador en la valoración global de la sostenibilidad de la explotación de olivar, por lo que serán los que finalmente se emplearán en los cálculos para la cuantificación de los indicadores de sintéticos de sostenibilidad.

ESQUEMA VI.2

Pesos normalizados de los indicadores de sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia.



Resultados

Capítulo VII



VII. RESULTADOS

VII.1 Los indicadores de sostenibilidad: descriptivo básico

Siguiendo la metodología ya expuesta en los Capítulos 4 y 5, y a partir de los datos explicitados en el Capítulo 6, se han obtenido los valores de los indicadores de base para cada una de las 480 explotaciones muestreadas. En este apartado se presentan estos primeros resultados, haciendo una descripción sintética de los valores de los diferentes indicadores para los tres tipos de sistema de olivar objeto de estudio.

VII.1.1 Indicadores de la función económica privada

Los principales estadísticos descriptivos de los indicadores de la función económica privada pueden observarse en el cuadro VII.1. Dicha información refleja la forma en que se distribuyen las explotaciones de los diferentes agrosistemas de olivar en función de los valores calculados para cada uno de estos indicadores.

El primer estadístico reportado es la *media aritmética*, como medida de tendencia central de cada submuestra. Los dos siguientes estadísticos son la *desviación típica* y el *coeficiente de variación*, como medidas de dispersión de las mismas. El rango de variación de cada uno de los indicadores en cada sistema de olivar queda delimitado por los valores *máximo* y *mínimo*, igualmente reflejados en el cuadro. Asimismo se han recogido para cada caso los valores de los *percentiles 5 por ciento* y *95 por ciento* que, como se señaló en el apartado VI.3, se han tomado como ‘valores límite’ al objeto de normalizar los distintos indicadores de cara a su agregación en indicadores sintéticos. También se han dispuesto los valores de los estadísticos de *asimetría* y *curtosis* (medida del apuntamiento de la distribución). Finalmente, se ha incluido el estadístico y la significación (*p*-valor) de la *prueba Kolmogórov-Smirnov* (K-S), que testa la hipótesis nula de que la distribución de los indicadores se ajusta a una distribución normal¹.

1 Valores de *p* inferiores a 0,05 (señalados en negrita en los cuadros) indican que existen diferencias significativas entre la distribución empírica del indicador y la correspondiente normal, por lo que debe rechazarse la hipótesis de normalidad de la distribución para la correspondiente submuestra.

Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función de economía privada												
INDICADOR	Sistema de olivar			Media	Desv. tp.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis
RENTOLIV	Tradicional de Sierra			1.255	959	0,764	-925	-163	3.125	5.178	0,871	1,626
	Tradicional de Campiña			1.889	1.282	0,679	-345	298	4.086	6.353	0,951	0,673
	Regadío Semi-Intensivo			2.336	1.111	0,476	-1.529	694	4.099	4.886	-0,546	1,495
	Estad. contraste Kruskal-Wallis			67,0		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)				RSI > TC > TS
VARRENT	Tradicional de Sierra			0,196	0,020	0,102	0,000	0,186	0,228	0,263	-4,536	54,146
	Tradicional de Campiña			0,192	0,008	0,039	0,183	0,184	0,201	0,241	4,063	23,722
	Regadío Semi-Intensivo			0,187	0,030	0,159	0,000	0,183	0,213	0,254	-4,834	31,816
	Estad. contraste Kruskal-Wallis			54,3		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)				TS > TC > RSI
INDADAP	Tradicional de Sierra			0,200	0,115	0,578	0,000	0,000	0,407	0,600	0,522	0,744
	Tradicional de Campiña			0,430	0,144	0,334	0,124	0,223	0,669	0,806	0,374	-0,313
	Regadío Semi-Intensivo			0,587	0,107	0,183	0,336	0,398	0,741	0,835	-0,122	-0,642
	Estad. contraste Kruskal-Wallis			261,8		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)				RSI > TC > TS

Fuente: Elaboración propia.

Para cada indicador se han realizado igualmente pruebas de *Kruskal-Wallis*² al objeto de testar la hipótesis nula de igualdad de medias entre los diferentes sistemas de olivar³. De forma adicional se han implementado pruebas *U de Mann-Whitney*⁴ para comparar dos a dos las medias de las diferentes submuestras, con el propósito de establecer una ordenación estadísticamente significativa de las medias de los indicadores analizados para cada uno de los sistemas de olivar considerados.

De todos estos estadísticos descriptivos, quizá los más relevantes sean los derivados de las pruebas de *Kruskal-Wallis* y de *Mann-Whitney*. En este sentido cabe señalar que las explotaciones del sistema de olivar de regadío semi-intensivo (RSI) resultan ser las que mejor desempeñan la función económica privada (las más sostenibles desde esta perspectiva), en la medida que son las que presentan los valores significativamente más elevados del indicador de rentabilidad privada del agricultor (*RENTOLIV*), con un valor medio de 2.336 €/ha·año, una menor variabilidad interanual de la renta (*VARRENT*), con una media de 0,187, y un mayor índice de adaptación (*INDADAP*), con un promedio de 0,587. Por el contrario, es el sistema de olivar tradicional de sierra (TS) el que exhibe un peor comportamiento para esta función, con los valores medios significativamente peores: 1.255 €/ha·año para el indicador *RENTOLIV*, 0,196 para *VARRENT* y 0,200 para *INDADAP*. Las explotaciones de olivar tradicional de campiña (TC) ocupan una posición intermedia entre los dos sistemas anteriores, con valores medios de estos tres indicadores de 1.889 €/ha·año, 0,192 y 0,430, respectivamente.

Al objeto de interpretar correctamente estos resultados conviene hacer una serie de comentarios explicativos. Los primeros están relacionados con los valores del indicador *RENTOLIV*, al objeto de poder comparar la rentabilidad de la olivicultura en relación con la de otras actividades agrarias. En este sentido, si se tiene en cuenta que la renta agraria andaluza en el año 2010 ascendió a 8.455 M€ (CAP, 2010) y que la superficie ocupada por el conjunto de explotaciones agrarias alcanzó 4.580.672 ha (INE, 2008), cabría estimar la rentabilidad privada media de la agricultura andaluza en 1.845 €/ha·año. Esta cifra de referencia está en sintonía con la rentabilidad media del conjunto de la muestra considerada en este estudio (1.782 €/ha·año). Esta comparación apunta que, a pesar que la olivicultura andaluza se desarrolla en zonas con

- 2 La utilización de esta prueba no paramétrica, en lugar del análisis de la varianza (ANOVA), está justificada por la existencia de distribuciones no-normales y/o varianzas no homogéneas.
- 3 Valores de *p* inferiores a 0,05 (señalados en negrita en los cuadros) indican que existen diferencias significativas entre las subpoblaciones analizadas (conjunto de explotaciones de cada sistema de olivar), por lo que debe rechazarse la hipótesis de igualdad de medias.
- 4 La utilización de esta prueba no paramétrica, en lugar de la prueba *t* de comparación de medias, está justificada igualmente por la existencia de distribuciones no-normales y/o varianzas no homogéneas.

mayores condicionantes agronómicos (menor fertilidad del suelo, clima más adverso, etc.) que la media de la agricultura de la región, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas en cuanto a su rentabilidad. Así, como se ha puesto de manifiesto ya en numerosos estudios anteriores (p.e., en García et al., 2008), puede afirmarse que la mayor intensidad productiva del olivar, tanto en términos de capital (plantaciones, maquinaria, etc.) como de mano de obra, permite corregir los déficit naturales de las zonas donde está implantado, permitiendo el desarrollo de una actividad económica con una funcionalidad económica privada similar a la que se desarrolla en zonas agrarias más favorecidas (territorios de valle, zonas regables, etc.).

Analizando por sistemas de olivar, cabe reseñar rentabilidades significativamente diferentes a la media del agro andaluz para los casos RSI y TS. Así, las explotaciones olivareras de riego semi-intensivo presentan un valor medio de *RENTOLIV* superior a la media antes comentada, mientras que aquéllas que son tradicionales de sierra muestran una media significativamente inferior. En cualquier caso, debe señalarse que la expansión de la superficie de olivar experimentada a lo largo de las dos últimas décadas en todos los sistemas analizados verifica que la rentabilidad del olivar ha venido siendo superior a la del resto de actividades agrarias alternativas en sus respectivos territorios. Esto quiere decir que en las zonas donde el olivar está implantado (incluso en las zonas de sierra), este cultivo ha sido y aún es hoy el uso más rentable desde una perspectiva privada. Efectivamente, las decisiones de cultivo, como puede ser la realización de una plantación leñosa, son tomadas en función de las rentabilidades relativas de las alternativas reales de uso del territorio en cuestión. Este hecho confirma que, con independencia de lo afirmado anteriormente en la comparativa con el sector agrario de la Comunidad Autónoma, el olivar es la opción más rentable para los agricultores en todos y cada uno de los tres agrosistemas analizados.

Asimismo debe recordarse que los datos del indicador *RENTOLIV*, al objeto de tener una medida de carácter estructural, representan la rentabilidad media por hectárea de las últimas ocho campañas (ver apartado IV.1.1). En esta línea debe subrayarse que la rentabilidad de las explotaciones de olivar depende en gran medida de dos variables exógenas a la gestión de los olivicultores, como son el precio del aceite y la cuantía de las ayudas de la PAC (Lanzas y Moral, 2008). Efectivamente, si se calculase el indicador *RENTOLIV* teniendo en cuenta únicamente los precios de venta de año 2010 (1,85 €/kg aceite virgen y 1,70 €/kg aceite lampante), muy por debajo de la media de la década (2,30 €/kg aceite virgen y 2,00 €/kg aceite lampante), la rentabilidad calculada descendería notablemente, en torno al 24 por ciento (la media global pasaría a ser de 1.318 €/ha·año)⁵. Si, además, se

5 En este caso, la media de *RENTOLIV* sería de 1.799 €/ha·año para el sistema RSI, de 1.458 €/ha·año para el sistema TC y de 943 €/ha·año para el TS.

eliminase los ingresos por subvenciones, la rentabilidad caería hasta en un 74 por ciento (la media del conjunto de la muestra pasaría a ser de 371 €/ha·año)⁶. Estos datos ponen de manifiesto cómo la sostenibilidad económica de las explotaciones de olivar está en buena medida condicionada por la evolución de los mercados y las futuras reformas de la PAC.

Para terminar este epígrafe cabe comentar igualmente que, incluso constatando que no existen diferencias significativas en la edad ni en la formación entre los olivicultores de los diferentes sistemas analizados (véase apartado VI.1.3), cabe deducir que las diferencias antes descritas en el índice de adaptación (INDADAP) se deben principalmente a la pendiente del terreno (indicador de la potencialidad de mecanización) y a la posibilidad de disponer de agua para regar (véase apartado IV.1.3). Así, hay que ser conscientes de que los valores de este indicador están afectados básicamente por elementos estructurales de las explotaciones, sobre los cuales la capacidad de actuación, tanto desde la esfera privada como pública, es mínima.

VII.1.2 Indicadores de la función económica pública

Los resultados descriptivos de los indicadores de la función de economía pública de los diferentes sistemas de olivar se recogen en el cuadro VII.2, siguiendo la estructura ya explicada en el epígrafe anterior.

En relación con esta función debe indicarse que, como en el caso de la función económica privada, las explotaciones del sistema RSI son las que presentan un mejor desempeño (son las más sostenibles desde esta perspectiva). Efectivamente, son estas explotaciones las que tienen un valor medio superior para el indicador del valor de la producción (*VALPROD*), alcanzando los 2.526 €/ha·año de media, una menor variabilidad de las ventas (*VARVENTA*), con un promedio del indicador de 0,183, una mayor contribución al valor añadido bruto (*CONAVAB*), con una media de 2.095 €/ha·año, y un menor porcentaje de ingresos procedentes de las subvenciones (*PORCSUBV*), con un valor medio del 32,6 por ciento. En este caso también son las explotaciones del sistema TS las que evidencian un peor comportamiento desde esta perspectiva (son las menos sostenibles), con valores medios de 1.440 €/ha·año para el indicador *VALPROD*, 0,186 para *VARVENTA*, 1.243 €/ha·año para *CONAVAB* y el 34,9 por ciento para *PORCSUBV*. Las explotaciones del sistema TC ocupan asimismo una posición intermedia.

6 En este caso la media de *RENTOLIV* sería de 541 €/ha·año para el sistema RSI, de 479 €/ha·año para el sistema TC y de 194 €/ha·año para el TS. En este caso hipotético, los porcentajes de explotaciones en pérdidas (*RENTOLIV* negativo) ascenderían al 16 por ciento, 28 por ciento y 36 por ciento, respectivamente.

CUADRO VII.2 Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función de economía pública

INDICADOR	Sistema de olivar	Media	Desv. tp.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
VALPROD	Tradicional Sierra	1.440	722	0.502	0	350	2.845	4.299	0,767	1,218	1,016	0,253
	Tradicional Campiña	1.992	873	0.438	414	863	3.454	5.109	0,950	0,739	1,841	0,002
	Regadío semi-intensivo	2.526	721	0.285	0	1.391	3.670	4.287	-0,657	1,960	0,842	0,478
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	110,2 Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney) RSI > TC > TS										
VARVENTA	Tradicional de Sierra	0,186	0,016	0,087	0,000	0,180	0,192	0,249	-7,884	100,770	4,805	0,000
	Tradicional de Campiña	0,186	0,007	0,035	0,180	0,180	0,193	0,231	4,932	32,012	2,524	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,183	0,029	0,159	0,000	0,180	0,209	0,249	-4,822	31,818	4,392	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	9,3 Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney) TS = TC > RSI										
CONAVAB	Tradicional de Sierra	1.243	665	0.535	-133	279	2.509	3.837	0,776	1,140	0,953	0,324
	Tradicional de Campiña	1.712	849	0.496	95	633	3.174	4.680	0,977	0,831	1,440	0,032
	Regadío Semi-Intensivo	2.095	738	0.352	-409	979	3.233	3.937	-0,467	1,523	0,659	0,778
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	82,3 Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney) RSI > TC > TS										
PORCSUBV	Tradicional de Sierra	0,349	0,061	0,176	0,000	0,324	0,481	0,674	1,241	12,035	5,001	0,000
	Tradicional de Campiña	0,330	0,005	0,015	0,324	0,324	0,340	0,354	2,425	8,290	2,567	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,326	0,047	0,146	0,000	0,324	0,348	0,357	-6,695	44,854	0,659	0,778
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	9,5 Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney) TS > TC = RSI										

Fuente: Elaboración propia.

Conviene comparar igualmente los anteriores resultados respecto al conjunto de la agricultura andaluza. Para ello debe anotarse que los datos de las macromagnitudes agrarias de Andalucía para el año 2010 (CAP, 2010) señalan una producción agraria total por importe de 10.027 M€. De este dato cabe deducir un valor medio regional del indicador *VALPROD* de 2.228 €/ha·año. Teniendo en cuenta estos cálculos, cabe afirmar que los valores medios de este indicador para las explotaciones andaluzas de olivar (1.882 €/ha·año) son significativamente menores que la media del sector agrario de la región. No obstante, si analizamos este indicador de forma diferencial para cada uno de los sistemas de olivar considerados, cabe anotar que esta circunstancia sólo prevalece para el sistema TS. Por el contrario, no existen diferencias significativas entre la media regional de *VALPROD* y la del sistema TC, mientras que en caso de las explotaciones RSI se evidencia un valor medio de este indicador significativamente mayor que para el conjunto del sector agrario andaluz.

Igualmente, empleando el dato del VAB del sector regional procedente de las macromagnitudes agrarias del año 2010 (7.530 M€), puede estimarse la media andaluza del indicador *CONAVAB*, obteniéndose un valor de 1.644 €/ha·año. Esta cifra está en línea con el desempeño medio del sector del olivar (1.601 €/ha·año), sin que puedan señalarse diferencias significativas entre ambas. No obstante, cabe destacar también la existencia de diferencias entre sistemas de olivar, siguiendo el mismo patrón de comportamiento que el apuntado antes para el indicador del valor de producción.

A pesar de las diferencias existentes entre sistemas de olivar, debe indicarse que, como también se apuntó para la función de economía privada, el cultivo del olivar es la alternativa que optimiza el desempeño de los indicadores de la función de economía pública en cada territorio. Efectivamente, si en lugar de una comparativa con el conjunto del sector regional se realizase una comparación respecto a los posibles usos alternativos del territorio, todo apunta a que la mayor intensidad productiva del olivar hace posible que con este cultivo se alcancen los mayores niveles posibles de ventas y de aportación de VAB en todos y cada uno de los agrosistemas analizados. Ello implica pues, que un potencial abandono del cultivo derivaría necesariamente en una pérdida de riqueza para el conjunto de la sociedad.

Sobre estos resultados debe señalarse también que los indicadores *VALPROD* y *CONAVAB* son igualmente sensibles al precio del aceite de oliva. Así, como se indicó en el apartado anterior, en el caso de considerarse únicamente los precios actuales (año 2010) del aceite en vez de los que han estado vigentes a lo largo del periodo analizado, los valores medios de ambos indicadores caerían significativamente. No ocurriría lo mismo, sin embargo, con las subvenciones de la PAC, pues los valores de ambos indicadores son independientes de su cuantía.

Finalizando la comparativa del desempeño de las explotaciones de olivar y las del conjunto del sector agrario andaluz, debe comentarse que las primeras están más subvencionadas que las segundas. Efectivamente, mientras que las subvenciones de la PAC suponen en torno al 33,6 por ciento de los ingresos del cultivo del olivar, las macromagnitudes agrarias autonómicas (CAP, 2010) permiten estimar un valor medio del indicador *PORCSUBV* para el conjunto del agro andaluz del 16,0 por ciento (1.637 M€ de subvenciones totales respecto a los 10.027 M€ de ventas). Así pues, desde esta perspectiva de economía pública debe resaltarse cómo el buen comportamiento del sector del olivar cuantificado a través de los indicadores anteriores contrasta con la mayor dependencia de las ayudas públicas de sus explotaciones.

VII.1.3 Indicadores de la función social

Los resultados descriptivos de los indicadores de la función social se reflejan en el cuadro VII.3. Para dicha función puede observarse cierta homogeneidad entre los diferentes sistemas de olivar, en la medida que sólo para dos de los cuatro indicadores considerados se aprecian diferencias significativas entre los mismos. Efectivamente, para todos los sistemas de olivar analizados (TS, TC y RSI), el promedio del indicador del riesgo de abandono (*ABANDON*) se sitúa en torno a 0,88, y el del porcentaje de mano de obra familiar y fija (*MOFAMIL*) se acerca al 72 por ciento, sin que puedan establecerse diferencias entre las medias de las distintas submuestras.

Por el contrario, sí se aprecian diferencias significativas en el indicador de empleo total generado (*MOTOT*). En este caso, el sistema RSI vuelve a aparecer como aquél que tiene un mejor desempeño, con una capacidad de generación de empleo de 0,027 UTA/ha· año. En el otro extremo se encuentran las explotaciones TS, con un valor medio de este indicador de 0,024 UTA/ha· año. El sistema TC ocupa de nuevo una posición intermedia con una media de 0,026 UTA/ha· año.

En cualquier caso, estos datos deben relativizarse teniendo en cuenta los usos alternativos del territorio en cada uno de los sistemas considerados. Efectivamente, si se compara el empleo generado por el olivar de sierra con otros usos posibles de los terrenos en los que está localizado (p.e., para pastos, actividades forestales y/o cinegéticas, etc.), cabe afirmar que el incremento de demanda de mano de obra derivado de la presencia del olivar es muy superior en estas zonas más marginales que en otras zonas más favorecidas para la producción agraria (campañas y valles).

CUADRO VII.3 Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función social

INDICADOR	Sistema de olivar	Media	Desv. tp.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
MOTOT	Tradicional de Sierra	0,024	0,006	0,229	0,013	0,017	0,033	0,044	0,460	-0,432	1,352	0,052
	Tradicional de Campiña	0,026	0,006	0,211	0,014	0,019	0,037	0,039	0,682	-0,258	1,727	0,005
	Regadio Semi-Intensivo	0,027	0,005	0,202	0,014	0,020	0,037	0,038	0,303	-0,544	1,425	0,034
	Estad. contraste Kruskal-Wallis		21,9	p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						RSI = TC > TS
PRODMO	Tradicional de Sierra	52,506	42,235	0,804	-27,655	-8,132	132,895	253,964	1,476	4,335	1,248	0,089
	Tradicional de Campiña	76,543	55,255	0,722	-22,888	11,332	185,022	237,424	0,867	0,086	1,536	0,018
	Regadio Semi-Intensivo	91,262	49,191	0,539	-52,732	24,280	171,131	282,213	0,314	2,001	0,618	0,840
	Estad. contraste Kruskal-Wallis		49,9	p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						RSI > TC > TS
ABANDON	Tradicional de Sierra	0,886	0,225	0,254	0,000	0,500	1,000	1,000	-1,961	3,099	5,937	0,000
	Tradicional de Campiña	0,893	0,209	0,234	0,000	0,500	1,000	1,000	-2,194	4,851	4,987	0,000
	Regadio Semi-Intensivo	0,856	0,240	0,280	0,000	0,500	1,000	1,000	-1,656	2,204	4,006	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis		1,85	p-valor	0,396	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS = TC = RSI
MOFAMIL	Tradicional de Sierra	0,706	0,317	0,448	0,000	0,121	1,000	1,000	-0,626	-0,965	3,287	0,000
	Tradicional de Campiña	0,716	0,287	0,401	0,018	0,174	1,000	1,000	-0,636	-0,850	1,866	0,002
	Regadio Semi-Intensivo	0,734	0,298	0,406	0,004	0,080	1,000	1,000	-0,821	-0,506	2,175	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis		0,58	p-valor	0,747	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS = TC = RSI

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de productividad aparente de la mano de obra (*PRODMO*), indicativo de la capacidad de remuneración del factor trabajo, muestra igualmente diferencias significativas entre sistemas de olivar. En este caso vuelve a aparecer la ordenación repetidamente descrita hasta el momento, que muestra al sistema RSI como el que presenta un mejor desempeño, con un valor medio de este indicador de 91.262 €/UTA. Por orden decreciente, le siguen el sistema TC y, posteriormente, el TS, con medias de *PRODMO* de 76.543 y 52.506 €/UTA, respectivamente.

Para los indicadores de esta función social es más complicado hacer una comparación con el conjunto de sector agrario regional. Esta mayor dificultad se debe a las diferencias existentes en la forma de contabilizar la mano de obra en las fuentes de información disponibles. Así, mientras que para el presente estudio se ha cuantificado la mano de obra considerando las 'horas de trabajo' realmente necesarias para el desarrollo del cultivo (labores, tratamientos, recolección, etc.), para la configuración de las estadísticas oficiales del sector el uso de este factor productivo se contabiliza a través de 'empleos'; es decir, el número de personas dadas de alta en la seguridad social. Las diferencias entre ambas medidas residen en la dispar consideración del subempleo. Efectivamente, la existencia de una persona activa en el sector, por ejemplo un titular de explotación de olivar, no implica necesariamente que ésta trabaje en su explotación 1.540 horas al año de forma efectiva, tiempo de trabajo equivalente a una UTA, pues es habitual que su gestión no requiera de tanta dedicación. Así, para la estadística oficial el trabajo de esta persona se contabilizaría como 1,00 UTA, mientras que para nuestra investigación sólo figuraría su dedicación horaria a la actividad (por ejemplo, 0,60 UTA, si sólo le dedica a su explotación el 60 por ciento de su jornada laboral). Por los motivos apuntados, el indicador *MOTOT* calculado con datos regionales de empleo en el sector agrario (212.700 activos), estaría sesgado al alza desde esta perspectiva. De hecho, el valor medio resultante de 0,046 UTA/ha·año no implica realmente que para cultivar 100 hectáreas en Andalucía sea necesario de media 4,6 personas a tiempo completo⁷.

En todo caso, con independencia de los datos anteriores, debe remarcarse, como señalan los estudios de la propia administración autonómica (CAP, 2003 y 2008), que el olivar es un cultivo muy intensivo en el uso del factor trabajo, empleando mucha más mano de obra que la media de cultivos en Andalucía. Esta circunstancia avala su apelativo de cultivo 'social'.

De estos mismos resultados de la función social debe destacarse igualmente los elevados valores medios del indicador *ABANDON* para todos los

7 De la misma manera el indicador regional de *PROMOD* calculado con estos datos de empleo, 39.749 €/UTA para el conjunto de la Comunidad Autónoma, debe interpretarse que está en realidad sesgado a la baja.

sistemas analizados, con un promedio de 0,88 en una escala de 0-1. Esta cifra indica que, en opinión de los propios olivicultores, la continuidad productiva de sus explotaciones no está garantizada en el 88 por ciento de los casos. Esta visión tan pesimista de los productores puede explicarse por la conjunción de la actual crisis de precios del aceite con la percepción incierta y negativa que éstos tienen sobre el futuro y sus posibilidades de supervivencia económica (IESA, 2009).

Por último, cabe destacar el elevado porcentaje de mano de obra familiar y fija (indicador *MOFAMIL*), superior al 70 por ciento en todos los sistemas de olivar. Estos datos confirman evidencias anteriores (CAP, 2003 y 2008) que indican la importancia de este sector para la fijación de población en el territorio, en la medida que permite una actividad laboral continuada a lo largo de todo el año.

VII.1.4 Indicadores de la función cultural

Los estadísticos descriptivos de los indicadores de la función cultural aparecen recogidos en el cuadro VII.4. Sobre los mismos a continuación se comentan los aspectos más relevantes.

En primer lugar, debe señalarse que en este cuadro no se reflejan los datos del indicador referente a la pertenencia denominación de origen de aceite de oliva (*DENOMIN*), pues se trata de una variable binómica (sí/no) para la cual no se pueden calcular los estadísticos propios de las variables métricas. En este sentido cabe comentar que tan sólo el 24 por ciento de las explotaciones muestreadas han declarado estar localizadas dentro del ámbito de una DOP de aceite de oliva, sin que existan diferencias significativas entre sistemas de olivar. Este porcentaje evidencia el gran desconocimiento por parte de los olivicultores de este sistema de garantía de la calidad, pues la mayoría de los municipios de las comarcas analizadas pertenecen oficialmente a una DOP⁸. En cualquier caso, cabe interpretar este indicador como una medida de la capacidad de las explotaciones de olivar analizadas para producir aceites tradicionales de calidad diferencial, en la medida que sólo aquéllas que conocen la existencia y funcionamiento de estas marcas de garantía pueden contribuir a valorizar de forma efectiva su producción a través de esta vía.

El otro indicador que cuantifica esta misma función de suministrar productos tradicionales y de calidad es el porcentaje de la producción empleada para la obtención de aceite de oliva virgen extra (*ACEVIRG*). Los resultados obtenidos para este indicador deben ser analizados igualmente con

8 El ámbito territorial de la comarca de la *La Sierra* coincide con el de la DOP Montoto-Adamuz, el de la *Campaña Alta* con las DOP Baena y Lucena y el de la *Penibética* con la DOP Priego de Córdoba.

cautela, en la medida que muchos de los olivicultores entrevistados, ante el desconocimiento sobre el destino real de su producción, han considerado que toda la aceituna recogida del árbol (no la del suelo) es potencialmente utilizable para la extracción de esta categoría comercial de aceite. Ello ha motivado que, según las respuestas de estos productores, hasta el 78,8 por ciento de la producción de las explotaciones analizadas pueda destinarse a la producción de aceite virgen extra. Esta cifra está claramente sesgada al alza, pues la producción de este tipo de virgen extra apenas supera el 20 por ciento de la producción total de aceite de oliva. Sí es cierto, no obstante que otro 55 por ciento de la producción total de aceituna se emplea para la producción de aceite virgen que no puede calificarse como 'extra', aceite que posteriormente es comercializado mezclándolo con aceite de oliva refinado (Mercasa, 2010). Así, los resultados obtenidos por el indicador *ACEVIRG* bien pueden interpretarse como el porcentaje de la producción de aceitunas que puede destinarse a la producción de aceite de oliva virgen, sea 'extra' o no.

Con independencia de lo señalado anteriormente, debe indicarse la existencia de diferencias significativas en el indicador *ACEVIRG* entre sistemas de olivar. Así, cabe afirmar que los sistemas TS y TC presentan unos porcentajes medios de producción potencial para aceite de oliva virgen (83,1 por ciento y 82,1 por ciento, respectivamente) estadísticamente superiores al del sistema RSI (74,5 por ciento).

Tal y como evidencian los resultados del indicador del porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos (*OTROSCUL*), las explotaciones de olivar están casi exclusivamente dedicadas a dicho cultivo, siendo la superficie dedicada a otros cultivos normalmente de carácter marginal (3,5 por ciento de media en todos los casos). Estos datos reflejan el resultado actual fruto de la tendencia expansiva del olivar de las últimas décadas, que ha hecho disminuir la heterogeneidad o mosaicos de cultivos en las explotaciones en pro de la especialización productiva y el monocultivo, especialmente allí donde las alternativas de cultivo son más escasas (en las zonas más marginales). Dicha evolución, si bien comprensible desde el punto de vista técnico y de los mercados, supone un deterioro de la función cultural de estas explotaciones, en la medida que contribuyen a la monotonía del paisaje, con la consecuente pérdida de su calidad visual. Cabe comentar en cualquier caso que, dentro de esta situación de monocultivo generalizado, se aprecian diferencias significativas entre sistemas de olivar. En este sentido, la situación más desfavorable se da en las explotaciones TS, con una media de *OTROSCUL* (2,1 por ciento) significativamente inferior a la de los sistemas TC y RSI (4,6 por ciento y 4,8 por ciento, respectivamente).

CUADRO VII.4 Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función cultural

INDICADOR	Sistema de olivar	Media	Desv. típ.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
ACEVIRG	Tradicional de Sierra	0,831	0,172	0,207	0,000	0,500	0,990	1,000	-2,141	6,290	2,858	0,000
	Tradicional de Campiña	0,823	0,152	0,184	0,100	0,500	0,990	1,000	-2,247	7,160	2,482	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,745	0,210	0,282	0,000	0,250	0,950	1,000	-1,794	3,534	2,127	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	20,4		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS = TC > RSI
OTROSCUL	Tradicional de Sierra	0,021	0,099	4,825	0,000	0,000	0,091	0,778	5,995	38,643	6,767	0,000
	Tradicional de Campiña	0,046	0,127	2,750	0,000	0,000	0,405	0,600	2,992	8,174	5,496	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,048	0,133	2,789	0,000	0,000	0,396	0,767	3,317	11,699	4,760	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	7,7		p-valor	0,021	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TC = RSI > TS
COBERT	Tradicional de Sierra	0,831	0,295	0,354	0,000	0,247	1,000	1,000	-1,306	-0,003	6,076	0,000
	Tradicional de Campiña	0,406	0,308	0,758	0,000	0,000	1,000	1,000	0,865	-0,164	2,227	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,533	0,343	0,643	0,000	0,000	1,000	1,000	0,267	-1,311	2,056	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	107,6		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS > RSI > TC
PATRIMON	Tradicional de Sierra	0,170	0,141	0,829	0,000	0,000	0,386	0,550	0,948	-0,263	5,154	0,000
	Tradicional de Campiña	0,106	0,099	0,929	0,000	0,000	0,386	0,557	2,047	5,365	4,733	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,099	0,060	0,604	0,000	0,000	0,108	0,386	1,878	10,522	4,076	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	24,4		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS > TC = RSI

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de cobertura del suelo (*COBERT*) presenta una media de 0,62 para el conjunto de la muestra, si bien existen diferencias significativas entre sistemas de olivar. El sistema con mayor cobertura es el TS (0,83), seguido del RSI (0,53) y TC (0,41). Estos datos deben ser entendidos a la luz de las recientes tendencias de la generalización progresiva de las técnicas de conservación del suelo que promueve el uso de cubiertas vegetales. Las evidencias de que estas cubiertas reducen las tasas de erosión, mejoran la estructura del suelo (incremento de materia orgánica) y reducen los costes de producción, explican el proceso de adopción señalado en todos los sistemas de olivar, de manera especial en el tradicional de sierra, donde los problemas de erosión son mayores y donde su uso es una exigencia incluida dentro de la condicionalidad de las ayudas de la PAC.

Finalmente deben comentarse los resultados del índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (*PATRIMON*). Los valores medios de este índice son bajos en todos los sistemas de olivar analizados (0,13 de media en una escala 0-1). Como se comentó en el apartado IV.2.9, este índice se ha construido en función de la presencia de diversos elementos patrimoniales (olivos centenarios, haciendas y molinos y setos), así como la posibilidad de poner en valor dicho patrimonio a través de actividades de agro-turismo. En este sentido cabe comentar que la mayor parte de la puntuación de este índice ha sido asignada por la presencia de olivos centenarios, elementos presentes en el 80 por ciento de las explotaciones muestreadas. Por el contrario, la existencia de molinos o haciendas y setos es mucho más infrecuente (13,9 por ciento y 2,1 por ciento de las explotaciones, respectivamente). Más escasa aun es la relación de las explotaciones con actividades turísticas, pues tan sólo el 0,2 por ciento de las mismas están involucradas en este tipo de actividades. En cualquier caso, como se aprecia en el cuadro VII.4, existen diferencias estadísticamente significativas entre sistemas. Así, cabe destacar como para este indicador son las explotaciones TS las que presentan un mejor desempeño, con un valor medio del indicador *PATRIMON* de 0,17, cifra significativamente superior a las medias de los sistemas TC (0,11) y RSI (0,10).

VII.1.5 Indicadores de la función de mantenimiento de la biodiversidad

El cuadro VII.5 recoge los resultados de los indicadores de la función de mantenimiento de la biodiversidad. Para todos ellos cabe apreciar diferencias significativas en las medias de los diferentes sistemas de olivar, tal y como se comenta seguidamente.

En relación con el número de variedades de olivar (*NUMVAR*) se evidencia que las explotaciones de los sistemas TS y TC cuentan con un número de variedades de olivar (medias de 2,31 y 2,12, respectivamente) superior a las

CUADRO VII.5 Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función de mantenimiento de la biodiversidad

INDICADOR	Sistema de olivar	Media	Desv. tip.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
NUMVAR	Tradicional de Sierra	2,311	1,044	0,452	1,000	1,000	4,000	5,000	0,559	-0,409	3,398	0,000
	Tradicional de Campiña	2,120	1,142	0,538	0,000	1,000	4,000	5,000	0,846	-0,064	3,042	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	1,747	0,812	0,465	1,000	1,000	3,000	4,000	0,963	0,490	2,643	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	19,3		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS = TC > RSI
INDIVERS	Tradicional de Sierra	0,626	0,124	0,198	0,000	0,636	0,782	0,892	-4,257	20,108	6,647	0,000
	Tradicional de Campiña	0,495	0,275	0,557	0,000	0,000	0,746	0,782	-1,232	-0,401	5,341	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,590	0,179	0,303	0,000	0,110	0,696	0,806	-2,388	4,979	3,547	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	22,9		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS > RSI > TC
RIESPEST	Tradicional de Sierra	3,070	2,788	0,908	0	0	7,900	23,333	3,381	18,973	2,453	0,000
	Tradicional de Campiña	5,278	4,484	0,850	0	1,405	13,637	36,643	3,308	18,087	1,842	0,002
	Regadío Semi-Intensivo	3,666	2,314	0,631	32	1,143	6,659	18,731	2,996	17,494	1,056	0,215
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	40,3		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TC > RSI > TS
OTROSCUL	Tradicional de Sierra	0,021	0,099	4,825	0,000	0,000	0,091	0,778	5,995	38,643	6,767	0,000
	Tradicional de Campiña	0,046	0,127	2,750	0,000	0,000	0,405	0,600	2,992	8,174	5,496	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,048	0,133	2,789	0,000	0,000	0,396	0,767	3,317	11,699	4,760	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	7,7		p-valor	0,021	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TC = RSI > TS
SUPNOCUL	Tradicional de Sierra	0,107	0,201	1,880	0,000	0,000	0,650	0,909	2,189	3,989	3,957	0,000
	Tradicional de Campiña	0,018	0,099	5,644	0,000	0,000	0,045	0,962	7,821	67,769	5,363	0,000
	Regadío Semi-Intensivo	0,005	0,021	4,290	0,000	0,000	0,044	0,154	5,234	29,604	5,088	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	62,6		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)						TS > TC = RSI

Fuente: Elaboración propia.

del sistema RSI (1,75 de media). Ello evidencia la mayor diversidad agraria de las plantaciones más tradicionales, y cómo la ‘modernización’ de las explotaciones derivadas de la puesta en riego hace que éstas tiendan a uniformizar su material vegetal, haciendo que las plantaciones sean cada vez más monovarietales.

También se muestran diferencias significativas entre sistemas de olivar para el índice de diversidad biológica (*INDIVERS*), construido *ad hoc* para esta investigación (ver apartado IV.3.2). En este caso la media de todas las explotaciones ha resultado ser de 0,57 en una escala de 0 a 1. No obstante, se aprecia como el mejor desempeño para este indicador corre a cargo de las explotaciones TS, con un valor medio del mismo de 0,63. Estos resultados evidencian que es en este sistema de olivar donde se realizan las prácticas agronómicas más beneficiosas para el mantenimiento de la flora y la fauna silvestre. A continuación les siguen las explotaciones del sistema RSI, con un promedio de *INDIVERS* de 0,59, y por último las del sistema TC, con una media de 0,50.

Para entender y analizar convenientemente estos resultados debe comentarse que este índice refleja, principalmente, la presencia de cubiertas vegetales en las calles de las plantaciones de olivar. El resto de prácticas consideradas en la construcción del índice, además de contribuir con un peso relativamente menor para su cálculo, han resultado tener una mínima implantación real: menos del 4 por ciento de las explotaciones apilan los restos de poda, menos del 3 por ciento dejan aceitunas en los árboles tras la recolección y menos del 0,2 por ciento siegan a diente las malas hierbas. Por este motivo es fácil de comprender cómo los valores mayores de *INDIVERS* se corresponden con al sistema TS, donde la presencia de cubiertas es mayoritaria (presentes en el 97 por ciento de sus explotaciones).

Respecto al indicador de riesgo de pesticidas (*RIESPEST*), que mide la capacidad biocida potencial del conjunto de agroquímicos empleados en la producción de olivar, cabe señalar igualmente a las explotaciones pertenecientes al sistema TS como las más sostenibles, con un valor medio del mismo de 3.070 kg rata/ha·año. En segundo lugar aparece el sistema RSI, donde la capacidad biocida potencial promedio es de 3.666 kg rata/ha·año. En último lugar aparece el sistema TC (el más insostenible desde esta perspectiva), con un valor medio de *RIESPEST* de 5.278 kg rata/ha·año. Estos datos se explican por el uso relativamente intensivo de pesticidas en que basan su producción las explotaciones tradicionales de campaña, en especialmente de los más tóxicos para los ecosistemas.

En el apartado anterior ya se comentaron las diferencias entre sistema del indicador *OTROSCUL*. Las mismas explicaciones valen igualmente para este epígrafe, si bien en este caso dicho indicador debe entenderse como un *proxy* de la contribución de diversidad agraria (presencia de cultivos diferentes al olivo) al conjunto de la biodiversidad.

Para terminar este apartado deben comentarse los resultados del indicador referente a la superficie dedicada a otros usos no agrarios (*SUPNOCUL*). Para el conjunto de la muestra la media de este indicador ha resultado ser del 5,3 por ciento, escaso porcentaje que pone de manifiesto la expansión del cultivo en las últimas décadas, que ha hecho que éste ocupe la práctica totalidad de la superficie disponible en las explotaciones olivareras. Así, en la práctica, tan sólo los suelos manifiestamente incultivables (afloramientos rocosos, zonas inundables de ribera, etc.) se han librado de ser roturadas y puestas en cultivo. Por estos motivos, dada la dispar proporción de suelos incultivables en las explotaciones, los valores promedio de este indicador presentan diferencias significativas entre sistemas de olivar. Así, el sistema TS es el que presenta un mayor valor promedio (10,7 por ciento), seguido a distancia por el TC (1,8 por ciento) y el RSI (0,5 por ciento).

VII.1.6 Indicadores de la función de conservación de recursos naturales

En el cuadro VII.6 pueden observarse los estadísticos descriptivos de los indicadores correspondientes a la última de las funciones analizadas: la de conservación de los recursos naturales. Al igual que en los casos anteriores, en este cuadro puede observarse el comportamiento dispar de los diferentes sistemas de olivar, evidenciándose medias significativamente diferentes en los seis indicadores analizados.

La primera de estas diferencias estadísticamente significativa se aprecia para el indicador de erosión (*EROSION*). En este caso se aprecia cómo las explotaciones de olivar TS son, como cabía esperar por su mayor pendiente (principal factor causante de la erosión), las que presentan mayores valores de este indicador, con un valor medio del mismo (31,9 t/ha·año). Este valor medio ha resultado más de tres veces superior al de las explotaciones RSI y TC (9,0 t/ha·año y 8,9 t/ha·año, respectivamente).

A pesar que el problema de la erosión en el olivar sigue siendo grave a la luz de los datos obtenidos, debe señalarse que el uso creciente de técnicas conservadoras del suelo ya comentado ha permitido que en los últimos años las tasas de erosión se hayan reducido sensiblemente. Efectivamente, cabe constatar cómo la propia Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (CAP, 2008) indicaba a principios de la década que las tasas erosivas medias entonces existentes eran superiores a 30 t/ha·año. Sin embargo, según los datos obtenidos de la encuesta realizada para este trabajo, cabe afirmar que en la actualidad ésta se ha reducido hasta 19 t/ha·año, media del indicador *EROSION* para el conjunto de la muestra. La aplicación, primero, de programas agroambientales para minimizar la erosión y, posteriormente, la inclusión de medidas específicas (prohibición de hacer labores y el mantenimiento obligatorio de cubiertas vegetales

CUADRO VII.6 Descriptivo de los indicadores de sostenibilidad relativos a la función de conservación de recursos naturales

INDICADOR	Sistema de olivar	Media	Desv. tp.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
EROSION	Tradicional de Sierra	31,92	17,95	0,562	7,95	11,37	73,58	100,81	1,658	3,112	2,108	0,000
	Tradicional de Campiña	8,86	6,85	0,773	0,61	0,87	19,64	32,26	0,956	0,824	1,317	0,062
	Regadio Semi-Intensivo	9,01	6,10	0,676	1,24	1,53	19,63	24,07	0,523	-0,926	1,355	0,051
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	237,5		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	TS > TC = RSI					
MATORG	Tradicional de Sierra	0,699	0,214	0,306	0,077	0,493	1,000	1,000	0,388	-0,828	5,232	0,000
	Tradicional de Campiña	0,644	0,293	0,454	0,000	0,000	1,000	1,000	-0,400	-0,446	2,501	0,000
	Regadio Semi-Intensivo	0,711	0,278	0,392	0,000	0,077	1,000	1,000	-0,628	-0,092	2,381	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	13,5		p-valor	0,001	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	TS = RSI > TC					
BALNITRO	Tradicional de Sierra	8,19	30,18	3,687	-54,34	-37,50	62,63	90,33	0,395	-0,246	0,914	0,373
	Tradicional de Campiña	-0,73	48,82	-67,111	-114,89	-76,60	96,50	156,50	0,595	0,860	0,806	0,534
	Regadio Semi-Intensivo	-7,27	51,93	-7,141	-114,68	-80,83	86,40	228,50	1,174	3,803	0,770	0,593
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	13,5		p-valor	0,001	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	TS > TC = RSI					
HERBICID	Tradicional de Sierra	816	674	0,827	0	0	2,114	3,890	1,581	3,812	1,881	0,002
	Tradicional de Campiña	580	526	0,908	0	0	1,504	3,600	2,120	8,078	2,211	0,000
	Regadio Semi-Intensivo	839	670	0,798	0	0	2,377	3,373	1,367	2,087	1,564	0,015
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	16,4		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	TS = RSI > TC					
USOAGUA	Tradicional de Sierra	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Tradicional de Campiña	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Regadio Semi-Intensivo	686	313	0,456	100	207	1,275	2,000	1,322	3,848	2,490	0,000
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	193,0		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	RSI > TS = TC					
BALENERG	Tradicional de Sierra	7,121	3,182	0,447	-186	1,854	12,972	19,799	0,356	0,838	0,851	0,791
	Tradicional de Campiña	8,600	4,265	0,496	-3,302	2,321	15,158	24,250	0,524	0,920	0,735	0,652
	Regadio Semi-Intensivo	9,990	4,387	0,439	-332	1,847	16,527	22,104	-0,106	-0,067	0,581	0,889
	Estad. contraste Kruskal-Wallis	33,4		p-valor	0,000	Comparación de medias dos a dos (Mann-Whitney)	RSI > TC > TS					

Fuente: Elaboración propia.

en parcelas con más de un 10 por ciento de pendiente) dentro de la condicionalidad, parecen haber permitido corregir sustancialmente este problema. En cualquier caso, éste dista mucho de estar resuelto, quedando un campo significativo de mejora para incrementar la sostenibilidad ambiental del olivar.

El índice de aportación de materia orgánica al suelo (*MATORG*), diseñado de forma específica para este trabajo (véase apartado IV.3.7), presenta una media para el conjunto de la muestra de 0,68 en una escala de 0 a 1. Este elevado promedio es el resultado de la aplicación cada vez más generalizada de las técnicas de conservación del suelo, como el laboreo mínimo, el mantenimiento de cubiertas vegetales y el picado de los restos de poda, las cuales están permitiendo mejorar paulatinamente el nivel de materia orgánica en los terrenos de olivar. Así, cabe afirmar que el 82 por ciento de las explotaciones de olivar entrevistadas, con independencia del sistema al que pertenecen, no realizan más de una labor para el manejo del suelo, el 88 por ciento de las mismas utilizan cubiertas vegetales en las calles durante el invierno y el 46 por ciento de ellas aplican los restos de poda al suelo (picado). En cualquier caso, cabe señalar la existencia de diferencias significativas entre sistema, destacando las explotaciones de los sistemas RSI y TS con valores promedios (0,71 y 0,70, respectivamente), superiores estadísticamente a la media del sistema TC (0,64).

Varios son los factores que pueden explicar esta rápida adopción de técnicas que mejoran el contenido de materia orgánica al suelo. En cualquier caso, si bien es destacable la información procedente de las numerosas investigaciones realizadas sobre las ventajas agronómicas de estas prácticas, no es menos cierto que el factor realmente detonante para su implementación práctica generalizada ha sido la actual crisis de precios, que está obligando a los agricultores a extensificar la producción como medio para minimizar las pérdidas de rentabilidad. Así, es de destacar como todas estas nuevas técnicas de producción, además de mejoras agronómicas, proporcionan un ahorro en los costes de energía (mínimo laboreo) y de mano de obra (picado de los restos de poda), circunstancia que explica su rápida adopción.

Los resultados del indicador del balance de nitrógeno (*BALNITRO*) también evidencian diferencias significativas entre sistemas de olivar. En este caso, en contra de lo que cabría prever inicialmente, se aprecia que los valores más elevados se corresponden con las explotaciones del sistema TS, con un balance medio positivo de 8,2 kg N/ha·año. Así pues, en este caso las aportaciones superan a las extracciones de este elemento químico, generándose emisiones potencialmente contaminantes a los ecosistemas circundantes. Las explotaciones de los sistemas TC y RSI, sin embargo, presentan balances medios significativamente menores, siendo incluso negativos (-0,7 y -7,3 kg N/ha·año, respectivamente). Estos resultados

pueden considerarse ‘inesperados’, pero tienen su explicación. Para comprenderlos debe tenerse en cuenta que, según los datos de la encuesta, las aplicaciones medias de fertilizantes nitrogenados en todos los sistemas de olivar se sitúan en torno a los 60 kg N/ha· año, sin que existan diferencias significativas entre ellos. Así, teniendo en cuenta que las extracciones son crecientes en función de la productividad, resulta que son las plantaciones más productivas, las del sistema RSI, las que tienen un balance de nitrógeno menor, mientras que las que tienen rendimientos más bajos, las del sistema TS, presentan un valor medio del indicador *BALNITRO* más desfavorable. Estos datos suponen un cambio de tendencia con respecto a las dosis de fertilización empleadas hace apenas unos años, donde se aportaban cantidades de nitrógeno mucho mayores, especialmente en los olivares más productivos, al objeto de maximizar la producción. La circunstancia anteriormente apuntada de la crisis de precios probablemente esté detrás de este cambio, en la medida que ha obligado a las explotaciones de olivar a minimizar la compra de insumos, en especial los más encarecidos por la crisis, como es el caso de los fertilizantes.

El siguiente indicador analizado es del uso de herbicidas residuales (*HERBICID*). Para dicho indicador las explotaciones que evidencian un mejor comportamiento (menor potencial contaminante de las masas de agua) son las del sistema TC, allí donde en términos relativos más se utiliza el laboreo para el control de malas hierbas y, por tanto, los herbicidas son menos empleados.

El indicador del uso de agua de riego, lógicamente, sólo se ha calculado para las explotaciones del sistema RSI. Los datos resultantes señalan que la dosis media de riego en el año 2010 fue de 686 m³/ha, cifra significativamente inferior a los 1.500 m³/ha· año que como norma general se le asigna como dotación de riego por parte de la administración hidráulica. Este bajo promedio del indicador *USOAGUA* cabe explicarlo por dos causas, una de tipo coyuntural y otra probablemente estructural. La primera es la elevada pluviometría del año 2010, superior a los 1.000 mm en la mayoría de las comarcas analizadas, lo cual motivó la existencia de unas necesidades de riego sensiblemente menores durante este año. La segunda de estas razones tiene que ver de nuevo con la crisis de precios que viene viviendo el sector del olivar en los últimos años, y la necesidad de minorar los costes como estrategia de supervivencia empresarial. Así, a la favorable climatología del año 2010 hay que sumarle la exigencia de reducir los costes energéticos para la impulsión del agua de riego como causante del menor riego del cultivo.

Finalmente deben comentarse los resultados del indicador de balance energético (*BALENERG*). En este caso el resultado medio de toda la muestra presenta un balance de 8.296 kcal/ha· año, dato que evidencia el impacto positivo del conjunto del olivar como elemento mitigador de las emisiones de CO₂ y de lucha contra el cambio climático. Sin embargo, existen diferencias

significativas entre tipos de olivar a este respecto. Así, las explotaciones que presentan un mejor desempeño son las de sistema RSI, con un balance energético medio de 9.990 kcal/ha·año, cantidad estadísticamente superior a las 8.600 y 7.121 kcal/ha·año que tiene de media los sistemas TC y TS, respectivamente. Este resultado cabe explicarlo por la mayor productividad (capacidad fotosintética) del olivar de regadío, que permite recuperar con creces los mayores consumos energéticos (especialmente los de la energía necesaria para regar) que requiere este tipo de producción.

VII.1.7 Consideraciones finales sobre la comparativa entre sistemas de olivar

No debe finalizarse la presentación de estos primeros resultados sin aclarar debidamente que la comparativa anteriormente realizada entre sistemas de olivar sólo tiene como finalidad la realización de un análisis introductorio sobre la sostenibilidad del sector. En este sentido debe quedar de manifiesto que dicho análisis comparativo entre sistemas agrarios tiene un interés básicamente teórico, con una utilidad práctica limitada.

Como ya se comentó en el apartado II.1.2, un análisis práctico de la sostenibilidad agraria debe tener en cuenta las circunstancias ecológicas en que se desarrolla la producción. Efectivamente, un ejercicio de comparación sobre la sostenibilidad de dos (o más) sistemas agrarios del que se deriven afirmaciones del tipo ‘el sistema A es más sostenible que B’, no tiene mayor utilidad práctica, pues es muy probable que este desempeño diferencial entre ambos agrosistemas esté condicionado por la dispar dotación de recursos naturales con las que éstos cuentan. De hecho, probablemente sea imposible proponer una gestión alternativa para el sistema ‘menos sostenible’ (B) que permita igualar o superar el desempeño del ‘más sostenible’ (A). Para ilustrar esta idea piénsese, por ejemplo, en un agrosistema que cuente con suelos de mala calidad, condiciones climáticas inadecuadas para la producción agraria y/o ausencia de recursos hídricos para regar. Resulta evidente que con estas condiciones de partida es imposible que tal sistema pueda obtener producciones (sostenibilidad económica) semejantes a las que obtiene un sistema agrario con condiciones edafo-climática óptimas, y ello con independencia de la gestión agraria que puedan realizar los productores que operan en tales sistemas. Igual ocurre si se consideran otros atributos cuantificadores del desempeño de las funciones sociales (p.e., generación de empleo) o ambientales (p.e., erosión, balance energético, etc.).

Por el motivo arriba apuntado, el objetivo de los análisis de sostenibilidad agraria no debe ser la comparación de diferentes agrosistemas, sino que deben centrarse en estudiar en qué medida un determinado sistema agrario puede mejorar su sostenibilidad teniendo en cuenta sus potencialidades para satisfacer las diferentes demandas sociales. Teniendo en cuenta este

planteamiento, en este trabajo se han considerado diferentes sistemas de olivar, no para realizar una comparación entre ellos, sino para definir conjuntos de explotaciones olivareras que cuentan con una base de recursos naturales (clima, suelo, etc.) similar, cuyo desempeño multifuncional sí pueda ser realmente comparable. En este sentido cada explotación agraria puede considerarse una forma particular de hacer agricultura partiendo de la misma base de recursos que el resto de explotaciones del sistema al que pertenecen. Así, el objetivo último de los análisis de sostenibilidad agraria debe ser analizar qué forma de hacer agricultura (qué tipo de explotaciones, qué tipo de olivicultores y qué tipo de prácticas agrarias...) desempeña de mejor manera las funciones que la sociedad espera de ella (...son más sostenibles). De este análisis se podrá derivar pues cuáles son las estructuras productivas y las técnicas de producción más adecuadas para mejorar el desempeño global (sostenibilidad) de estas unidades en la que se basa la producción agraria.

Por los motivos apuntados, a partir de este momento el análisis de los resultados se va a realizar de forma independiente para cada sistema de olivar, al objeto de obtener conclusiones que permitan establecer estrategias de mejora de la sostenibilidad de las explotaciones del sistema analizado habida cuenta de las limitaciones propias del mismo.

VII.2 Relación de los indicadores de base con las variables estructurales de la explotación y las sociodemográficas de sus titulares

Considerando ya por separado los diferentes sistemas de olivar, el análisis ha continuado indagando las relaciones existentes entre los 27 indicadores de sostenibilidad calculados y las variables estructurales de las correspondientes explotaciones y las sociodemográficas de sus titulares, variables ya definidas en el apartado VI.1.4 (descripción de los distintos sistemas de olivar). Para las variables características de las explotaciones/titulares de tipo métrico, este análisis se ha realizado empleado el *coeficiente de correlación rho de Spearman*⁹. Por su parte, cuando estas variables son categóricas, dicho estudio se ha efectuado comparando las medias de los respectivos indicadores para cada categoría, bien a través de la *prueba U de Mann-Whitney* (para dos categorías), bien por medio de la *prueba de Kruskal-Wallis* (para más de dos categorías)¹⁰. Dado el volumen de información así generada, los resultados obtenidos se han dispuesto en el Anexo 3 al final del documento.

9 La utilización de esta prueba no paramétrica, en lugar del *coeficiente de correlación de Pearson*, está justificada por la distribución no-normal de los indicadores de sostenibilidad.

10 La utilización de estas pruebas no paramétricas, en lugar de la *prueba t* o el *análisis de la varianza* (ANOVA), está justificada igualmente por la distribución no-normal de los indicadores de sostenibilidad.

Al objeto de poder resumir los resultados obtenidos de este análisis, se comentan en primer lugar las principales relaciones estadísticamente significativas que se han evidenciado para los tres sistemas:

1. *Función económica de rentabilidad privada.* Se observa cómo un incremento en la productividad de la tierra mejora el desempeño de esta función, en la medida que mientras más elevados son rendimientos medios de las explotaciones de olivar, mayor es la rentabilidad del olivicultor (*RENTOLIV*) y menor es la variabilidad interanual de las ventas (*VARVENTA*). Esta misma función también mejora a medida que los olivicultores son más jóvenes, están más formados (nivel general de estudios y de formación profesional agraria) y pertenecen a alguna OPA, pues estas características incrementan la valoración del indicador *INDADAP*.
2. *Función económica de rentabilidad pública.* Al igual que la anterior, el desempeño de esta segunda función se ve mejorada a medida que se incrementan los rendimientos medios de la explotación. Como es lógico, este efecto se debe a que un aumento en la productividad se traduce en una mejora de los indicadores *VALPROD* y *CONAVAB*.
3. *Función social (contribución al desarrollo rural).* Esta función mejora a medida que las explotaciones son más pequeñas, ya que son precisamente este tipo de explotaciones las que mayor cantidad de mano de obra generan por hectárea (*MOTOT*) y mayor porcentaje de mano de obra familiar y fija emplean (*MOFAMIL*). Igualmente el desempeño de esta función mejora a medida que se incrementan los rendimientos productivos, pues esta variable está correlacionada positivamente con la productividad de la mano de obra (*PRODMO*). También esta función depende de las características del titular de la explotación. Así, su contribución al desarrollo rural puede mejorar cuanto mayor es el porcentaje de su tiempo dedicado a la agricultura y a medida que se incrementa la probabilidad de relevo generacional, ya que ambas circunstancias se asocian con valores elevados del indicador *MOFAMIL*.
4. *Función cultural (conservación del patrimonio).* Sólo se ha encontrado una variable característica de la explotación/titular que condicione el desempeño de esta función en los tres sistemas analizados. Se trata del tamaño, que aparece en todos los casos correlacionada positivamente con el indicador *PATRIMON*, evidenciando que a medida que se incrementa la dimensión de la explotación, ésta contiene mayor número de elementos patrimoniales valorados positivamente por la sociedad.
5. *Función de mantenimiento de la biodiversidad.* Esta función también se ve mejorada a medida que se incrementa el tamaño de la explotación,

pues tal circunstancia incrementa el número de variedades de olivar cultivadas (*NUMVAR*) y la superficie dedicada a otros usos no agrarios (*SUPNOCUL*). En este sentido se observa asimismo una correlación positiva entre el rendimiento medio y el indicador *RIESPEST*, por lo que a medida que se incrementa la productividad, la sostenibilidad ambiental se ve disminuida. Esta misma función está igualmente asociada al sistema de producción. Así, se evidencia que las explotaciones acogidas a producción ecológica o integrada presentan un mejor desempeño de ésta, en la medida que presentan mejores valores para los indicadores *NUMVAR* y *RIESPEST*.

6. *Función de conservación de los recursos naturales.* A este respecto cabe destacar cómo el tamaño de la explotación está correlacionado positivamente con los indicadores *EROSION* y *MATORG* y negativamente con *BALENERG*. Esto implica que la erosión y la materia orgánica aumentan a medida que se incrementa la superficie de cultivo, mientras que el balance de energía empeora. Esta aparente paradoja puede explicarse por las diferencias en las tecnologías de producción en función de la dimensión física de las explotaciones. Así, se evidencia que a medida que aumenta el tamaño de éstas se incrementa el uso de las técnicas de laboreo para el control de malas hierbas (mayor erosión y peor balance energético) y el tratamiento de los restos de poda a través de su picado e incorporación a suelo (mayor materia orgánica). Asimismo cabe reseñar la influencia de los rendimientos en el desempeño de esta función, pues a medida que estos se incrementan mejoran igualmente los balances de nitrógeno y de energía (indicadores *BALNITRO* y *BALENERG*), favoreciendo con ello la conservación de los recursos naturales.

Además de las relaciones generales comentadas arriba, cabe significar que se han detectado otras muchas asociaciones para algunos sistemas de olivar concretos. Dada su gran variedad y el carácter específico de estos resultados, dejamos al lector interesado revise los directamente los cuadros del Anexo 3 y saque por sí mismo las conclusiones oportunas. No obstante, en este contexto sí merece ser más explícito respecto a las relaciones significativas encontradas en el sistema de *olivar tradicional de sierra*¹¹ entre el sistema de producción implementado y la mayoría de indicadores de sostenibilidad. En líneas generales puede afirmarse que la opción de la producción convencional mejora el desempeño de las funciones económica (*RENTOLIV*, *VARRENT*, *VARVENTA* y *PORCSUBV*) y social (*MOTOT* y *MOFAMIL*). No

11 Como ya se comentó, es justamente en este sistema de olivar donde se concentra la mayoría las explotaciones acogidas a la producción integrada y la producción ecológica (41 de las 46 explotaciones no convencionales consideradas en el conjunto de la muestra). Por este motivo sólo para el caso del olivar TS este tipo de comparativas resultan ser significativas.

obstante, las producciones integrada y ecológica son mejor valoradas en cuanto a las funciones de conservación del patrimonio y ambientales. Así se aprecia cómo las explotaciones acogidas a estas formas alternativas de producción presentan valores más sostenibles para los indicadores *ACEVIRG*, *COBERT* y *PATRIMON* (función patrimonial), al igual que para *NUMVAR*, *SUPNOCUL*, *RIESPEST*, *MATORG* y *HERBICID* (conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales). Desde esta última perspectiva tan sólo para el indicador *BALENERG* se observa un mejor desempeño para la producción convencional.

Sin duda este análisis basado en las correlaciones entre indicadores y variables características de la explotación/titular resulta de interés para ampliar el conocimiento acerca de la (in)sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía, tal y como se acaba de evidenciar. No obstante, debe tenerse en cuenta que la existencia de una correlación significativa no refleja necesariamente una relación causa-efecto directa. Por ejemplo, los resultados obtenidos reflejan que para todos los sistemas el indicador *MOFAMIL* está correlacionado negativamente con la variable estructural ‘número de parcelas’. En este caso cabe asumir que tal relación es de carácter indirecto. De hecho, una correcta interpretación de la misma sería como sigue: a medida que aumenta el tamaño de la explotación (variable altamente correlacionada con el número de parcelas), se incrementa la necesidad de contratar mano de obra eventual y, por tanto, se reduce el valor del indicador *MOFAMIL*. Así pues, la existencia de correlaciones elevadas entre determinadas variables características de la explotación y su titular dificulta la correcta detección de este tipo de relaciones causa-efecto con este tipo de análisis¹².

Además del problema arriba reseñado, debe indicarse la complejidad de los resultados obtenidos como otro inconveniente relevante del análisis de las correlaciones. Efectivamente, como se ha puesto de manifiesto en los numerosos cuadros de Anexo 3, este tipo de análisis genera una gran cantidad de información que, si bien es de gran interés para los expertos (académicos, investigadores, etc.), resulta difícilmente útil para orientar el diseño e implementación de las políticas públicas dirigidas a mejora la sostenibilidad de la agricultura. Por este motivo, como se apuntó en el apartado V.1, conviene simplificar el análisis empleando indicadores sintéticos de sostenibilidad. Así, como se evidencia a continuación, el estudio de los *ISSA* calculados va a permitir derivar de manera más sencilla y directa numerosos resultados que van a permitir orientar las decisiones políticas encaminadas a una mejor gobernanza del sector.

12 En el análisis de los resultados realizado anteriormente se han omitido expresamente todas las ‘relaciones indirectas’ detectadas, al igual que aquellas correlaciones que han resultado ser significativas por motivos meramente espurios.

VII.3 | Indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria

VII.3.1 *Análisis descriptivo de los indicadores sintéticos*

Siguiendo los métodos descritos en el Capítulo 5, se han obtenido los diferentes $ISSA$ para cada una de las explotaciones oliveras de la muestra. Los estadísticos descriptivos básicos de estos índices, agrupados por sistema de olivar, pueden observarse en el cuadro VII.7.

En este sentido cabe resaltar en primer lugar que las distribuciones del índice con agregación multiplicativa ($ISSA_m$) resultan ser uniformes, con valores cero para todas las explotaciones muestreadas en todos los sistemas analizados. Esta circunstancia es el resultado de dos factores: a) el criterio de normalización *min-max* calculado sobre la base de ‘valores límite’, el cual provoca que, para cada indicador, el 5 por ciento de las explotaciones tomen valores normalizados cero, y b) el elevado número de indicadores de sostenibilidad empleados en el análisis: 27 en total. La conjunción de ambos factores hace que todas las explotaciones analizadas cuenten con algún indicador de base que toma valores normalizados iguales a cero, lo cual anula el valor calculado para el $ISSA_m$. Por este motivo, aunque no se pone en cuestión la utilidad potencial de la agregación multiplicativa para la construcción de indicadores sintéticos, cabe concluir afirmando que ésta resulta inadecuada para el presente caso de estudio, en la medida que no permite establecer ningún elemento discriminante para la comparación de la sostenibilidad relativa de las explotaciones oliveras analizadas. Así pues, en lo que sigue se va a prescindir de los resultados obtenidos para el mismo.

Por los mismos motivos apuntados anteriormente, el indicador sintético construido con la técnica de agregación multicriterio para un valor de λ igual a 0 ($ISSA_{mcdm(0,00)}$, ver expresión [V.6]) también toma valores cero para una inmensa mayoría de explotaciones. Sólo en cinco casos (una explotación TS, una explotación TC y tres explotaciones RSI) toman valores no nulos. Por tanto, dado que como en el caso anterior este índice no permite comparar la sostenibilidad relativa de las explotaciones analizadas, también los resultados obtenidos para éste se obviarán en análisis sucesivos.

En cuanto a los resultados descriptivos propiamente dichos, tan sólo cabe resaltar dos circunstancias. En primer lugar debe fijarse la atención en el valor que toman los diferentes índices analizados, resumidos a través de las respectivas medias. Como puede observarse en cada uno de los sistemas analizados, los valores medios de los $ISSA$ calculados van disminuyendo a medida que se reduce el valor de λ . Esto es así por la propia definición del criterio de agregación, que va limitando la posibilidad de compensación entre indicadores a medida que el valor del parámetro decrece, hasta llegar, como se ha comentado anteriormente, a anularse para $\lambda=0$. En segundo

Descriptivo de los indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria												
INDICE	Media	Desv. típ.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor	
Sistema de olivar: Tradicional de sierra												
ISSAa=ISSAmcdm(1,00)	0,459	0,129	0,282	0,193	0,245	0,673	0,771	0,154	-0,621	0,645	0,800	
ISSAmcdm(0,75)	0,345	0,097	0,282	0,145	0,184	0,505	0,578	0,156	-0,623	0,642	0,804	
ISSAmcdm(0,50)	0,230	0,065	0,282	0,097	0,122	0,336	0,385	0,155	-0,623	0,653	0,787	
ISSAmcdm(0,25)	0,115	0,032	0,282	0,048	0,061	0,171	0,193	0,163	-0,619	0,653	0,788	
ISSAmcdm(0,00)	0,000	0,001	13,304	0,000	0,000	0,000	0,010	13,304	177,000	6,975	0,000	
ISSAm	0,000	0,000	---	0,000	0,000	0,000	0,000	---	---	---	---	
Sistema de olivar: Tradicional de campaña												
ISSAa=ISSAmcdm(1,00)	0,462	0,134	0,290	0,179	0,262	0,710	0,775	0,387	-0,527	1,058	0,213	
ISSAmcdm(0,75)	0,347	0,101	0,290	0,134	0,196	0,532	0,581	0,384	-0,527	1,061	0,210	
ISSAmcdm(0,50)	0,231	0,067	0,290	0,090	0,131	0,355	0,387	0,384	-0,530	1,063	0,209	
ISSAmcdm(0,25)	0,116	0,034	0,290	0,045	0,065	0,177	0,194	0,379	-0,530	1,065	0,207	
ISSAmcdm(0,00)	0,000	0,001	11,533	0,000	0,000	0,000	0,010	11,533	133,000	6,078	0,000	
ISSAm	0,000	0,000	---	0,000	0,000	0,000	0,000	---	---	---	---	
Sistema de olivar: Regadío semi-intensivo												
ISSAa=ISSAmcdm(1,00)	0,527	0,132	0,251	0,259	0,304	0,749	0,811	-0,016	-0,701	0,705	0,702	
ISSAmcdm(0,75)	0,397	0,099	0,250	0,194	0,228	0,562	0,608	-0,041	-0,709	0,733	0,655	
ISSAmcdm(0,50)	0,267	0,070	0,261	0,129	0,152	0,378	0,494	0,221	0,048	0,599	0,866	
ISSAmcdm(0,25)	0,137	0,050	0,364	0,065	0,076	0,195	0,474	3,337	20,680	1,474	0,026	
ISSAmcdm(0,00)	0,007	0,052	7,148	0,000	0,000	0,000	0,454	7,616	59,874	5,227	0,000	
ISSAm	0,000	0,000	---	0,000	0,000	0,000	0,000	---	---	---	---	

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

lugar, debe destacarse que la *prueba Kolmogórov-Smirnov* (K-S) permite mantener la hipótesis nula de que las distribuciones de los *ISSA* a analizar (prescindiendo de $ISSA_m$ y $ISSA_{mcdm(0,00)}$) se ajustan a distribuciones normales (*p*-valores superiores a 0,05). Por tanto, para posteriores análisis se podrán emplear las pruebas paramétricas que se consideren oportunas.

VII.3.2 **Análisis comparativo de los diferentes indicadores sintéticos**

Calculados así los diferentes *ISSA*, la primera cuestión a plantearse es si todos ellos son realmente indicadores de una misma realidad compleja como es la sostenibilidad de las explotaciones de olivar. Con el propósito de estudiar esta cuestión se ha analizado la correlación existente entre los diferentes índices. Dado que se trata de variables distribuidas normalmente, se ha calculado para ello el *coeficiente de correlación de Pearson*. Los resultados obtenidos, desglosados por sistema de olivar, se presentan en el cuadro VII.8.

CUADRO VII.8		Coeficientes de correlación de Pearson entre ISSA			
	ISSA _a = ISSA _{mcdm(1,00)}	ISSA _{mcdm(0,75)}	ISSA _{mcdm(0,50)}	ISSA _{mcdm(0,25)}	
Sistema de olivar: Tradicional de sierra					
ISSA _a = ISSA _{mcdm(1,00)}	1,0000				
ISSA _{mcdm(0,75)}	0,9999(**)	1,0000			
ISSA _{mcdm(0,50)}	0,9999(**)	0,9999(**)	1,0000		
ISSA _{mcdm(0,25)}	0,9999(**)	0,9999(**)	0,9999(**)	1,0000	
Sistema de olivar: Tradicional de campiña					
ISSA _a = ISSA _{mcdm(1,00)}	1,000000				
ISSA _{mcdm(0,75)}	0,9999(**)	1,0000			
ISSA _{mcdm(0,50)}	0,9999(**)	0,9999(**)	1,0000		
ISSA _{mcdm(0,25)}	0,9999(**)	0,9999(**)	0,9999(**)	1,0000	
Sistema de olivar: Regadío semi-intensivo					
ISSA _a = ISSA _{mcdm(1,00)}	1,0000				
ISSA _{mcdm(0,75)}	0,9913(**)	1,0000			
ISSA _{mcdm(0,50)}	0,9272(**)	0,9680(**)	1,0000		
ISSA _{mcdm(0,25)}	0,6189(**)	0,7169(**)	0,8684(**)	1,0000	
	(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05.				
	Fuente: Elaboración propia.				

Los resultados obtenidos verifican la existencia de correlaciones positivas y significativas en todos los casos, por encima de 0,99 en la mayoría de ellos. Esta circunstancia refuerza la idea de que todos los *ISSA* cuantifican el mismo atributo de las explotaciones oliveras, como su sostenibilidad global.

No obstante, cabe comentar cómo el grado de correlación disminuye a medida que se analizan *ISSA* que permiten un grado de compensación diferente. Esta circunstancia es especialmente evidente en el sistema RSI, donde si se compara sucesivamente el *ISSA* que permite una compensación total ($ISSA_a$, equivalente al $ISSA_{mcdm(1,00)}$) con *ISSA* que posibilitan compensaciones cada vez menores ($ISSA_{mcdm(0,75)}$, $ISSA_{mcdm(0,50)}$ y $ISSA_{mcdm(0,25)}$), se obtienen coeficientes de correlación claramente decrecientes: 0,991, 0,927 y 0,619, respectivamente. Así, si bien es cierto que todos los indicadores sintéticos cuantifican la sostenibilidad de la explotación, se comprueba cómo la consideración o no de compensación entre indicadores introduce nuevos matices en la cuantificación de este concepto multidimensional, todos ellos válidos y complementarios para su evaluación empírica.

Además de los valores absolutos de los *ISSA*, resulta igualmente de interés analizar la ordenación de explotaciones que se puede realizar a partir de estos índices. Con este propósito a cada uno de estos índices se le ha asociado una nueva variable ordinal, donde a cada explotación se le asigna el número de orden correspondiente: 1 para la más sostenible (mayor valor del *ISSA*) y n para la menos sostenible (menor valor del *ISSA*). En este sentido la pregunta a responder es si existen diferencias significativas en la ordenación de las explotaciones entre las diferentes formas de agregación empleadas para construir estos índices. Para contrastar la hipótesis de que existen diferencias entre las ordenaciones realizadas sobre la base a los diferentes *ISSA* se ha aplicado la *prueba W de Kendall*. Los resultados de los tests realizados para los distintos sistemas de olivar permiten rechazar dicha hipótesis¹³, confirmando que todos los *ISSA* permiten realizar una ordenación similar de las explotaciones en función de su sostenibilidad global.

VII.3.3 Indicadores sintéticos dimensionales

Los indicadores sintéticos de sostenibilidad agraria calculados, como se ha podido comprobar, condensan la información de los 27 indicadores de base seleccionados en un único valor. Si bien, como se comenta en el siguiente apartado, esta cuantificación de la sostenibilidad global resulta de gran utilidad para orientar la toma de decisiones política, tal nivel de agregación no desvela la duda de si verdaderamente existe conflicto en el desempeño de las diferentes funciones y dimensiones implícitas dentro de dicho concepto.

Para abordar este análisis se han calculado los denominados *indicadores sintéticos dimensionales (ISD)*, obtenidos de forma semejante a los *ISSA*, pero conteniendo exclusivamente la información de los indicadores de una

13 Los valores del estadístico W obtenidos para los casos de los sistemas TS, TC y RSI han sido de 0,002, 0,007 y 0,002, respectivamente. Dichos valores del estadístico se corresponden con p -valores de 0,823, 0,400 y 0,924.

CUADRO VII.9 Descriptivo de los indicadores sintéticos dimensionales: sostenibilidad económica, social y ambiental

ÍNDICE	Media	Desv. tp.	Coef. var.	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95	Máximo	Asimetría	Curtosis	K-S	p-valor
Sistema de olivar: Tradicional de sierra											
ISD_eco _s	0,448	0,204	0,456	0,014	0,121	0,828	0,901	0,167	-0,582	0,628	0,825
ISD_soc _s	0,472	0,103	0,218	0,155	0,297	0,636	0,698	-0,326	0,044	0,552	0,921
ISD_amb _s	0,479	0,094	0,196	0,187	0,325	0,622	0,713	-0,358	0,314	0,699	0,712
Sistema de olivar: Tradicional de campiña											
ISD_eco _s	0,431	0,222	0,515	0,060	0,115	0,836	0,952	0,459	-0,713	0,942	0,337
ISD_soc _s	0,389	0,096	0,248	0,142	0,243	0,561	0,655	0,127	0,051	0,638	0,811
ISD_amb _s	0,568	0,122	0,215	0,233	0,356	0,742	0,819	-0,437	-0,326	1,074	0,199
Sistema de olivar: Regadío semi-intensivo											
ISD_eco _s	0,522	0,207	0,396	0,096	0,155	0,844	0,939	-0,099	-0,839	0,728	0,665
ISD_soc _s	0,514	0,122	0,237	0,204	0,277	0,728	0,772	-0,239	-0,075	0,665	0,768
ISD_amb _s	0,543	0,118	0,217	0,165	0,352	0,687	0,792	-0,608	0,428	1,051	0,219

Fuente: Elaboración propia.

determinada dimensión de la sostenibilidad. De manera más concreta, estos se han calculado aplicando la forma de agregación aditiva (véase expresión [V.14]) al objeto de integrar los indicadores de las dimensiones económica, social y ambiental, resultando en los índices denominados ISD_{eco_a} , ISD_{soc_a} y ISD_{amb_a} , respectivamente. Un análisis descriptivo de los indicadores sintéticos así calculados puede observarse en el cuadro VII.9.

Con el propósito de analizar la existencia o no de conflicto en el desempeño de las diferentes dimensiones de la sostenibilidad, para cada sistema de olivar considerado se han analizado los diferentes ISD dos a dos a través de los correspondientes *coeficientes de correlación de Pearson*. Los resultados de tal análisis son los que se muestran en el cuadro VII.10.

CUADRO VII.10		Coeficientes de correlación de Pearson entre indicadores económicos, socio-culturales y ambientales		
	ISD_económicoa	ISD_sociala	ISD_ambientala	
Sistema de olivar: Tradicional de sierra				
ISD_eco _a	1,000			
ISD_soc _a	0,197(***)	1,000		
ISD_amb _a	0,124(*)	0,187(**)	1,000	
Sistema de olivar: Tradicional de campiña				
ISD_eco _a	1,000			
ISD_soc _a		1,000		
ISD_amb _a		0,171(**)	1,000	
Sistema de olivar: Regadío semi-intensivo				
ISD_eco _a	1,000			
ISD_soc _a		1,000		
ISD_amb _a			1,000	
(***) Correlación significativa al nivel 0,01; (**) correlación significativa al nivel 0,05; (*) correlación significativa al nivel 0,1. No se reportan las correlaciones no significativas. Fuente: Elaboración propia.				

La principal conclusión que se obtiene de las correlaciones entre los diferentes ISD es la inexistencia de correlaciones negativas significativas en ninguno de los sistemas de olivar analizados. Esto quiere decir que la mejora en el desempeño en una de las tres dimensiones no implica necesariamente empeorar el desempeño de otra (existencia de *trade-off* entre dimensiones). Por este motivo no cabe hablar de conflicto entre las dimensiones de la sostenibilidad, tal y como plantea en el paradigma de la Economía más

tradicional, para el cual el desempeño ambiental es siempre costoso (en conflicto con la dimensión económica y social) y requiere de la aplicación de políticas regulatorias que exijan determinados comportamientos a favor del medio ambiente. Por el contrario, cabe reseñar la existencia de correlaciones positivas significativas, en especial en el sistema de olivar TS, donde se evidencia que la mejora del desempeño de cualquier dimensión conlleva la mejora del resto de dimensiones¹⁴. De igual manera, en el caso del olivar TC cabe indicar que una mejora de la dimensión ambiental lleva aparejado una mejora de dimensión social, y viceversa. En el caso del olivar RSI no se ha detectado correlación significativa alguna.

De esta manera los resultados relativos al olivar de sierra ponen de manifiesto que las explotaciones de este sistema que utilicen las técnicas de producción y las prácticas culturales más adecuadas puede conseguir, simultáneamente, por ejemplo, un ahorro de sus costes de producción (mejora de las funciones económicas privada y pública), una reducción del riesgo de abandono de la producción (mejora de la función social) y una disminución de los impactos ambientales negativos generados, tales como la erosión o el riesgo de pesticidas (mejora de sus funciones de mantenimiento de la biodiversidad y de los recursos naturales). En el caso del olivar de campiña esta complementariedad se daría sólo entre los indicadores de carácter social y ambiental.

Esta complementariedad en el desempeño de las diferentes funciones de la sostenibilidad no es exclusiva del sector olivar, sino que se ha evidenciado recientemente en otros sectores agrarios, tal y como revelan los trabajos de Mouron et al. (2006), Piot-Lepetit y Le Moing (2007), Solís et al. (2009) y Hoang y Rao (2010). De acuerdo con estas evidencias, los esfuerzos para reducir los impactos ambientales y mejorar la rentabilidad económica y social de las explotaciones agrarias van de la mano, porque ambos aspectos requieren de un uso eficiente de los insumos productivos, de la innovación y de estrategias para incrementar el valor del producto para el consumidor (Porter y van der Linde, 1995; Ekins, 2005).

VII.4 | **Determinantes de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía**

Los ISSA obtenidos también son de interés al objeto de analizar otras cuestiones prácticas en relación a los sistemas de olivar analizados. En este sentido, una cuestión a plantearse es en qué medida la sostenibilidad de las explotaciones de olivar puede explicarse sobre la base de variables

14 Lo contrario también es cierto; es decir, si empeora el desempeño de una dimensión, en paralelo se empeora el desempeño del resto de dimensiones.

fácilmente observables, bien de tipo ‘estructural’, relacionadas con características permanentes de las explotaciones y de sus titulares, o bien de tipo ‘coyuntural’, referidas a las técnicas de producción implementadas por los olivicultores. La determinación de estas variables y su interpretación, como se evidencia a continuación, es una información verdaderamente útil para los decisores políticos y la administración pública encargada de la gestión del sector del olivar, en la medida que permite establecer los modelos de explotación, de olivicultor y de técnicas de producción más (menos) sostenibles.

El método elegido para analizar la relación entre la sostenibilidad de las explotaciones de olivar y las variables observables antes comentadas ha sido la *regresión lineal multivariante*. En este sentido se han realizado, para cada sistema de olivar, diferentes regresiones, en las que las variables dependientes han sido los correspondientes *ISSA*¹⁵, mientras que como variables independientes se han incluido, en primer lugar, las variables estructurales de las explotaciones y personales de sus titulares (variables ‘estructurales’) y, posteriormente, las variables relacionadas con las técnicas de producción (variables ‘coyunturales’). En cada una de estas regresiones se ha aplicado el procedimiento ‘paso a paso hacia atrás’ al objeto de obtener modelos donde aparezcan únicamente las variables independientes que realmente resultan significativas. Los criterios de entrada y salida considerados para estas regresiones han sido *p*-valores de 0,05 y 0,10, respectivamente.

VII.4.1 Determinantes estructurales de la sostenibilidad del olivar

Como se ha comentado, el primer conjunto de regresiones realizadas tiene como propósito analizar la relación entre la sostenibilidad de las explotaciones de olivar y sus variables ‘estructurales’. En dichos modelos las variables dependientes han sido los correspondientes *ISSA*, mientras que como variables independientes se han incluido las *características permanentes de la explotación* (dimensión física, forma jurídica de la empresa, edad de la plantación, densidad de plantación, pertenencia a DOP de aceite de oliva, sistema de producción y pendiente media del terreno) y las *variables personales de sus titulares* (edad, porcentaje de tiempo dedicado a agricultura, pertenencia a cooperativas agrarias, pertenencia a OPA, nivel de estudios en general y tipo de formación específicamente agraria).

Los resultados de las diferentes regresiones pueden observarse en el cuadro VII.11 (sistema TS), cuadro VII.12 (sistema TC) y cuadro VII.13 (sistema RSI).

15 Debe indicarse que para estos análisis de regresión se ha prescindido de los índices *ISSA_m* y *ISSA_{mcdm(0,00)}* por los motivos ya señalados de falta de variabilidad.

CUADRO VII.11

Resultados de la regresión entre indicadores
sintéticos y variables estructurales de la explotación y
socio-demográficas del olivicultor: El sistema de olivar TS

Variables	ISSAa= ISSAmcdm(1,00)	ISSAmcdm(0,75)	ISSAmcdm(0,50)	ISSAmcdm(0,25)
Explotación / Plantación				
Constante	0,6296(***)	0,4721(***)	0,3145(***)	0,1574(***)
Superficie de olivar	-0,0011(***)	-0,0008(***)	-0,0006(***)	-0,0003(**)
Forma jurídica: Empresa individual				
Edad de la plantación				
Densidad de plantación				
Acogida a DOP				
Sistema de producción: Convencional				
Pendiente media	-0,0033(***)	-0,0025(***)	-0,0016(***)	-0,0008(***)
Olivicultor				
Edad	-0,0024(***)	-0,0018(***)	-0,0012(***)	-0,0006(***)
Porcentaje tiempo dedicado a la agricultura	0,0007(**)	0,0005(**)	0,0004(**)	0,0002(**)
Pertenece a cooperativa				
Pertenece a OPA				
Formación general: Estudios primarios Estudios secundarios o universitarios	0,0407(*)	0,0306(*)	0,0203(*)	0,0102(*)
Formación agraria: Cursos extensión, FP o universidad				
N	177	177	177	177
Coefficiente de determinación R²	0,18	0,18	0,18	0,18

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Forma jurídica: Comunidad de bienes, Sociedad cooperativa o Sociedad mercantil; Sistema de producción: Sistema integrado o ecológico; Nivel de estudios: Certificado de escolaridad; Formación agraria: Formación familiar.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VII.12

Resultados de la regresión entre indicadores sintéticos y variables estructurales de la explotación y socio-demográficas del olivicultor: El sistema de olivar TC

Variables	$ISSA_{i,j} =$ $ISSA_{mcdm(1,00)}$	$ISSA_{mcdm(0,75)}$	$ISSA_{mcdm(0,50)}$	$ISSA_{mcdm(0,25)}$
Explotación / Plantación				
Constante	0,6149(***)	0,4609(***)	0,3072(***)	0,1534(***)
Superficie de olivar				
Forma jurídica: Empresa individual				
Edad de la plantación				
Densidad de plantación				
Acogida a DOP				
Sistema de producción: Convencional				
Pendiente media	-0,0138(***)	-0,0104(***)	-0,0069(***)	-0,0035(***)
Olivicultor				
Edad	-0,0024(**)	-0,0018(**)	-0,0012(**)	-0,0006(**)
Porcentaje tiempo dedicado a la agricultura				
Pertenece a cooperativa				
Pertenece a OPA				
Formación general: Estudios primarios Estudios secundarios o universitarios	0,0422(*)	0,0317(*)	0,0213(*)	0,0108(*)
Formación agraria: Cursos extensión, FP o universidad				
N	133	133	133	133
Coefficiente de determinación R ²	0,16	0,16	0,16	0,16

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Forma jurídica: Comunidad de bienes, Sociedad cooperativa o Sociedad mercantil; Sistema de producción: Sistema integrado o ecológico; Nivel de estudios: Certificado de escolaridad; Formación agraria: Formación familiar.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VII.13

Resultados de la regresión entre indicadores sintéticos y variables estructurales de la explotación y socio-demográficas del olivicultor: El sistema de olivar RSI

Variables	$ISSA_i =$ $ISSA_{mcdm(1,00)}$	$ISSA_{mcdm(0,75)}$	$ISSA_{mcdm(0,50)}$	$ISSA_{mcdm(0,25)}$
Explotación / Plantación				
Constante	0,7287(***)	0,5883(***)	0,3959(***)	0,1457(***)
Superficie de olivar	-0,0010(**)	-0,0007(**)	-0,0005(*)	-0,0003(*)
Forma jurídica: Empresa individual				
Edad de la plantación				
Densidad de plantación				
Acogida a DOP				
Sistema de producción: Convencional				
Pendiente media				
Olivicultor				
Edad				
Porcentaje tiempo dedicado a la agricultura	0,0008(***)	0,0006(**)	0,0003(**)	
Pertenece a cooperativa				
Pertenece a OPA				0,0193(*)
Formación general: Estudios primarios			0,0289(**)	0,0183(*)
Estudios secundarios o universitarios	0,0650(**)	0,0484(**)		
Formación agraria: Cursos extensión, FP o universidad				
N	99	99	99	99
Coefficiente de determinación R ²	0,19	0,16	0,16	0,10

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Forma jurídica: Comunidad de bienes, Sociedad cooperativa o Sociedad mercantil; Sistema de producción: Sistema integrado o ecológico; Nivel de estudios: Certificado de escolaridad; Formación agraria: Formación familiar.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos, lo primero que conviene comentar es que si bien todos los modelos son significativos (p -valores del estadístico F menores a 0,001), su poder explicativo es limitado, ya que en que en ningún caso son capaces de explicar más del 20 por ciento de variabilidad de los diferentes ISSA. Así, puede observarse cómo el coeficiente de determinación R^2 oscila entre el 19 por ciento y el 10 por ciento. En cualquier caso, los coeficientes que han resultado significativos en las diferentes regresiones son de gran interés, en la medida que permiten conocer cuáles de los factores estructurales de las explotaciones y sociodemográficos de los titulares condicionan su sostenibilidad, tal y como se resumen a continuación.

A luz de estos resultados cabe afirmar que *la sostenibilidad de las explotaciones olivar se incrementa a medida que ...*

- *... disminuye la superficie de olivar* (coeficientes negativos significativos para todos los ISSA en los sistemas de olivar TS y RSI). Los resultados obtenidos en esta investigación sobre este punto son contrapuestos a las evidencias existentes en otros sistemas agrarios (Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010). Efectivamente, estudios anteriores han evidenciado como en producciones agrarias distintas del olivar las explotaciones de mayor tamaño son más sostenibles. Esta relación ha sido explicada porque a medida que la dimensión de estas explotaciones crece, éstas adquieren economías de escala que les permiten un mejor desempeño económico, a la vez que les posibilita obtener ventajas desde una perspectiva medioambiental, ya que están mejor adaptadas para la implementación de las tecnologías más eco-compatibles y pueden desarrollar una producción más extensiva (Helfand y Edward, 2004; Álvarez y Arias, 2004; Karagiannis y Sarris, 2005). En caso del olivar, empero, la relación entre sostenibilidad y dimensión física de la explotación es inversa. La explicación a tal circunstancia hay que buscarla tanto en la desigual importancia de los factores tierra, capital y trabajo en los procesos productivos, como en las tecnologías de cultivo actualmente existentes. Así, en primer lugar debe señalarse que el olivar se caracteriza por un uso mucho más intensivo de los factores 'capital' (acumulado en la plantación) y 'trabajo', lo que motiva que el factor 'tierra' tenga una importancia relativamente menor que en los sistemas herbáceos extensivos analizados en la literatura. En segundo lugar debe destacarse igualmente que las tecnologías de producción en el olivar se han desarrollado de tal manera que se ha minimizado la existencia de economías de escala. Efectivamente, al contrario que en los cultivos herbáceos, la tecnología bioquímica y mecánica (vibradores de rama, riego por goteo, etc.) desarrollada hasta la fecha ha hecho que los costes unitarios de producción sean prácticamente los mismos en una explotación pequeña que en una grande. Así, a igualdad de costes unitarios, la mayor sostenibilidad

de las explotaciones de menor dimensión cabe explicarse por el mayor cuidado que los titulares pueden poder en la gestión y control de proceso productivo.

- ... *disminuye la pendiente del terreno* (coeficientes negativos significativos para todos los ISSA en los sistemas de olivar TS y TC). Esta relación resulta evidente, pues a medida que se incrementa la pendiente del terreno, éste se vuelve menos adecuado para la producción agraria. Tal circunstancia se traduce en un deterioro del desempeño económico (disminución de los rendimientos, incremento de los costes, disminución de la capacidad de adaptación), social (mayor propensión a abandonar la actividad por su carácter marginal) y medioambiental (mayor erosión) de la explotación.
- ... *disminuye la edad del olivicultor* (coeficientes negativos significativos para todos los ISSA en el olivar TS y TC). Esta relación se explica teniendo cuenta que los titulares más jóvenes presentan una mejor capacidad de adaptación a los cambios (mayor sostenibilidad económica), una menor probabilidad de abandono de la actividad (mayor sostenibilidad social) y tienen una mayor sensibilización por los problemas ecológicos relacionados con la agricultura, lo que hace incorporen más rápidamente las nuevas tecnologías eco-compatibles, como el uso de cubiertas vegetales, el picado de los restos de poda, el uso racional de pesticidas, etc. (mayor sostenibilidad en relación al mantenimiento de la biodiversidad y de los recursos naturales. Estos resultados son coincidentes con los de otros trabajos realizados en distintos sistemas agrarios europeos (Vanslebrouck et al., 2002; Atance et al., 2006; Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010).
- ... *aumenta el porcentaje de tiempo que el titular dedica a la actividad agraria* (coeficientes positivos significativos en todas las regresiones de los sistemas de olivar TS y RSI). Esta variable es un indicador del nivel de profesionalidad y especialización de los olivicultores. Así, a medida que aumenta su dedicación a la actividad agraria cabe entender que se incrementa igualmente la sostenibilidad económica y ambiental, dado que se mejora la eficiencia en el uso de los factores productivos (Kumbhakar et al., 1989).
- ... *si tienen terminados al menos los estudios primarios* (significación para todos los índices en todos los sistemas de olivar). Los resultados muestran que los productores que poseen al menos el título de graduado escolar son significativamente más sostenibles que aquellos que no han completado esta etapa formativa básica. Esta variable relacionada con el nivel educativo cabe interpretarla en términos de capacidad de aprendizaje. Así, puede asumirse que aquellos olivicultores que tengan una mejor capacidad para aprender

(mayor nivel de estudios) pueden gestionar mejor sus explotaciones, haciéndolas más rentables y eco-compatibles (Jamison y Lau, 1982; Phillips, 1994).

Para terminar cabe comentar igualmente algunos factores estructurales que no han salido significativos en las regresiones realizadas, a pesar de existir hipótesis plausibles en cuanto a su relación con la sostenibilidad. Así cabe señalar cómo el *sistema de producción* (convencional vs. integrado o ecológico) no ha resultado ser determinante de la sostenibilidad del olivar TS. En este sentido cabe afirmar que las mejoras derivadas de la producción integrada y ecológica en el desempeño de las funciones de mantenimiento de la biodiversidad, los recursos naturales y del patrimonio, se ven compensadas por un peor comportamiento de las explotaciones desde una perspectiva económica, tal y como ya se comentó en el apartado I.2. Tal circunstancia motiva que el desarrollo de un tipo u otro de producción no determine diferencias significativas en los *ISSA* calculados.

Tampoco ha resultado ser un factor determinante la *pertenencia de una DOP* de aceite de oliva. Ese hecho parece apuntar que hasta la fecha este sistema de protección no ha tenido el suficiente desarrollo como para suponer una mejora significativa en la rentabilidad de las explotaciones de olivar acogidas a las mismas, fruto de una mejor comercialización del aceite de oliva y un incremento de los márgenes por el establecimiento de estas marcas de garantía (Sanz Cañada, 2009).

La asociación de los titulares de explotaciones de olivar a *cooperativas y organizaciones profesionales agrarias* también se esperaba favoreciese la sostenibilidad de las mismas. Efectivamente, la labor de estas instituciones en la provisión de insumos y la comercialización de las cosechas de los olivicultores debería resultar en una mejora de la sostenibilidad económica (mejora de la rentabilidad), a la vez que la asesoría que éstas prestan a través de sus servicios técnicos debería incrementar la sostenibilidad ambiental (optimización del uso de recursos productivos), tal y como se ha puesto de manifiesto en estudios anteriores (Valentinov, 2007; Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010). No obstante, los resultados obtenidos en esta investigación no permiten hacer este tipo de afirmaciones para el caso del olivar andaluz.

Finalmente tampoco ha resultado significativa la *formación específicamente agraria* como sí se ha evidenciado en otras investigaciones (p.e., Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010). Efectivamente, hubiese sido de esperar que aquellos olivicultores que hayan realizado cursos de extensión agraria, tengan un título de FP agraria o sean titulados universitarios relacionados con la actividad agraria, fuesen significativamente más sostenibles. Sin embargo, con los datos obtenidos no puede concluirse nada en este sentido.

VII.4.2 Determinantes de la sostenibilidad relacionados con el proceso productivo

Como se comentó al comienzo de este apartado, se ha analizado igualmente la relación existente entre la sostenibilidad de las explotaciones de olivar andaluzas (valores de los *ISSA*) y determinadas variables relacionadas con las técnicas de producción implementadas en las mismas (variables '*coyunturales*'). De esta manera se trata de conocer qué prácticas concretas contribuyen de manera significativa a mejorar la sostenibilidad de dichas explotaciones. Para ello el procedimiento elegido ha sido también la regresión lineal multivariante aplicada 'paso a paso hacia atrás', con las mismas especificaciones reseñadas al principio del epígrafe. De manera más concreta, en estos modelos de regresión se ha utilizado como variables dependientes los correspondientes *ISSA*, mientras que como variables independientes se han incluido las principales variables relacionadas con el proceso productivo recogidas en el cuestionario (véase apartado VI.1.1):

- a) *Manejo del suelo*: número de pases de labor al año y número de labores preparatorias para la recolección.
- b) *Control de malas hierbas*: porcentaje de cobertura del suelo con vegetación, sistema de siega de la cubierta vegetal (laboreo, siega mecánica o siega química) y gasto anual en herbicidas (€/ha·año).
- c) *Poda*: frecuencia (periodo entre podas sucesivas medida en años) y tratamiento de los restos de poda (quemado y picado o aportación al suelo)
- d) *Riego* (sólo en el sistema RSI): el método empleado para programar los riegos y el empleo o no de fertirrigación.
- e) *Fertilización*: método empleado para planificar el abonado anual (según la 'tradición', análisis foliar, análisis de suelo o reposición de extracciones) y gasto en nitrógeno aportado a través de la fertilización (€/ha· año).
- f) *Tratamientos contra plagas y enfermedades*: sistema de planificación de tratamientos contra enfermedades y plagas (calendario fijo de tratamientos o planificación según incidencia anual de la plaga) y gasto en insecticidas y fungicidas (€/ha· año).
- g) *Recolección*: sistema de derribo de la aceituna (vareo manual, vibrador de rama o vibrador de tronco).

Los resultados de las diferentes regresiones realizadas con estas variables pueden observarse en el cuadro VII.14 (sistema TS), cuadro VII.15 (sistema TC) y cuadro VII.16 (sistema RSI).

CUADRO VII.14

Resultados de la regresión entre indicadores sintéticos y variables relacionadas con el proceso productivo: El sistema de olivar TS

Variables	ISSAa= ISSAmcdm(1,00)	ISSAmcdm (0,75)	ISSAmcdm (0,50)	ISSAmcdm (0,25)
Constante	0,3284(***)	0,2463(***)	0,1642(***)	0,0707(***)
Número de pases de labor				
Número de labores preparatorias recolección	0,0223(***)	0,0167(***)	0,0111(***)	0,0054(***)
Porcentaje de cobertura del suelo con vegetación				
Sistema de siega de la cubierta vegetal				
Siega mecánica	0,0824(***)	0,0618(***)	0,0413(***)	0,0203(***)
Siega química				
Gasto en herbicidas (€/ha-año)				
Periodo entre podas (años)				
Tratamiento de los restos de poda				
Picado restos de poda	0,0411(**)	0,0309(**)	0,0206(**)	0,0101(**)
Planificación fertilización cultivo				
Según la 'tradición'				
Gasto N aportado en fertilización (€/ha-año)				
Planificación tratamientos enfermedades plagas:				
Calendario fijo de tratamientos				
Gasto en insecticidas y fungicidas (€/ha-año)				
Sistema de derribo de la aceituna:				
Vibrador de rama				
Vibrador de tronco	0,0841(**)	0,0633(**)	0,0425(**)	0,0306(***)
N	177	177	177	177
Coefficiente de determinación R²	0,41	0,41	0,41	0,41

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Sistema de siega cubierta vegetal: Laboreo; Tratamiento de los restos de poda: Quema; Planificación fertilización cultivo: Método técnico (análisis foliar, análisis de suelo y/o reposición de extracciones); Planificación tratamientos enfermedades/ plagas: Planificación según incidencia anual de la plaga; Sistema de derribo de la aceituna: Vareo manual.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VII.15

Resultados de la regresión entre indicadores
sintéticos y variables relacionadas con el
proceso productivo: El sistema de olivar TC

Variables	ISSAa= ISSAmcdm(1,00)	ISSAmcdm (0,75)	ISSAmcdm (0,50)	ISSAmcdm (0,25)
Constante	0,4113(***)	0,3085(***)	0,2056(***)	0,1028(***)
Número de pases de labor				
Número de labores preparatorias recolección				
Porcentaje de cobertura del suelo con vegetación				
Sistema de siega de la cubierta vegetal				
Siega mecánica	0,0891(***)	0,0668(***)	0,0445(***)	0,0222(***)
Siega química				
Gasto en herbicidas (€/ha-año)				
Periodo entre podas (años)				
Tratamiento de los restos de poda				
Picado restos de poda				
Planificación fertilización cultivo				
Según la ‘tradición’				
Gasto N aportado en fertilización (€/ha-año)				
Planificación tratamientos enfermedades/plagas:				
Calendario fijo de tratamientos				
Gasto en insecticidas y fungicidas (€/ha-año)	0,0006(**)	0,0004(**)	0,0003(**)	0,0001(**)
Sistema de derribo de la aceituna:				
Vibrador de rama				
Vibrador de tronco				
N	133	133	133	133
Coefficiente de determinación R ²	0,14	0,14	0,14	0,14

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Sistema de siega cubierta vegetal: Laboreo; Tratamiento de los restos de poda: Quema; Planificación fertilización cultivo: Método técnico (análisis foliar, análisis de suelo y/o reposición de extracciones); Planificación tratamientos enfermedades/plagas: Planificación según incidencia anual de la plaga; Sistema de derribo de la aceituna: Vareo manual.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO VII.16

Resultados de la regresión entre indicadores sintéticos y variables relacionadas con el proceso productivo: El sistema de olivar RSI

Variables	ISSAa=ISSAmcdm(1,00)	ISSAmcdm(0,75)	ISSAmcdm(0,50)	ISSAmcdm(0,25)
Constante	0,4914(***)	0,3669(***)	0,2425(***)	0,2425(***)
Número de pases de labor				
Número de labores preparatorias recolección				
Porcentaje de cobertura del suelo con vegetación	0,1150(***)	0,0934(***)	0,0718(***)	0,0718(***)
Sistema de siega de la cubierta vegetal				
Siega mecánica				
Siega química				
Gasto en herbicidas (€/ha-año)				
Periodo entre podas (años)				
Tratamiento de los restos de poda				
Picado restos de poda				
Programación de riegos				
Calendario fijo de riegos				
Fertirrigación (1=Sí; 0=No)				
Planificación fertilización cultivo				
Según la 'tradición'	-0,0463(*)	-0,0353(*)	-0,0246(*)	-0,0246(*)
Gasto N aportado en fertilización (€/ha-año)				
Planificación tratamientos enfermedades/plagas:				
Calendario fijo de tratamientos				
Gasto en insecticidas y fungicidas (€/ha-año)				
Sistema de derribo de la aceituna:				
Vibrador de rama				
Vibrador de tronco				
N	99	99	99	99
Coefficiente de determinación R ²	0,13	0,15	0,17	0,15

(***) significativo al nivel 0,01; (**) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.

Categorías omitidas. Sistema de siega cubierta vegetal: Laboreo; Tratamiento de los restos de poda: Quema; Programación de riegos: Método técnico en función de las necesidades del cultivo; Planificación fertilización cultivo: Método técnico (análisis foliar, análisis de suelo y/o reposición de extracciones); Planificación tratamientos enfermedades/plagas: Planificación según incidencia anual de la plaga; Sistema de derribo de la aceituna: Vareo manual.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso anterior, todos los modelos han resultado ser globalmente significativos (p -valores del estadístico F menores a 0,001). Sin embargo, en este caso el porcentaje de variabilidad de los indicadores sintéticos explicado por éstos es mayor que cuando se emplearon las variables estructurales como regresores, presentando ahora coeficientes de determinación que oscilan entre el 13 por ciento y el 41 por ciento. En cualquier caso, los resultados más interesantes para analizar son los signos de los coeficientes que han resultado significativos, pues éstos determinan qué operaciones deberían potenciarse para mejorar la sostenibilidad de las explotaciones. En este sentido, la primera circunstancia sobre la que hay que llamar la atención es la variabilidad de resultados en función del sistema de olivar considerado, lo que exigen hacer un análisis por separado de cada uno de ellos.

Respecto al **sistema de olivar tradicional de sierra** los resultados evidencian cómo *la sostenibilidad de sus explotaciones se ve favorecida por...*

- ... *la realización de labores preparatorias para la recolección.* Este sentido cabe interpretar que, dadas las dificultades de las recolección en zonas de elevada pendiente, las labores de preparación del terreno, a pesar del coste que tienen, son capaces de mejorar el desempeño económico (facilita el rendimiento de las operaciones de cosecha; acorta tiempos de preparación de faldones y recogida del fruto), social (incremento de las necesidades de mano de obra familiar, incrementando su ocupación fuera del período de recolección) y cultural (mayor calidad potencial de la cosecha al aumentar la proporción de aceituna recogida del árbol) de las explotaciones.
- ... *el empleo de cubierta vegetales segadas mecánicamente.* La utilización de cubiertas vegetales ya son la norma dentro este sistema de olivar. No obstante, este resultado evidencia que la siega mecánica favorece la sostenibilidad en relación al laboreo o la siega química (uso de herbicidas), en la medida que su implementación no supone un diferencial de coste y, sin embargo, ocasiona un mejor desempeño medioambiental, pues minimiza la erosión y la liberación de productos tóxicos al medioambiente, mejorando con ello la biodiversidad asociada al olivar.
- ... *el tratamiento de los restos de poda mediante su picado e incorporación al suelo.* Al igual que en el caso anterior, la gestión de los restos de poda mediante su picado no presenta apenas diferencias de costes con respecto a la alternativa más tradicional, la quema. Sin embargo, desde una perspectiva medioambiental esta primera opción es mucho más sostenible, ya que mejora la calidad del suelo (incrementa la cantidad de materia orgánica y su

resistencia frente a la erosión) y del aire (evita la emisión de CO₂ a la atmósfera y permite a la explotación tener un mejor balance de energía)¹⁶.

- ... el derribo de la aceituna mediante vibrador de tronco. Este resultado hay que analizarlo con cautela. Efectivamente, hay que tener en cuenta que el uso de vibradores de troncos no es factible técnicamente en aquellos olivares con pendientes más acusadas. Por este motivo, su uso está ligado a olivares con pendientes ‘moderadas’, que se corresponden con las plantaciones más productivas (mejor edafología) y que exigen menores costes de producción (mejor topografía), siendo por estos motivos más sostenibles que las de mayor pendiente, donde el uso de vibradores de ramas es la única opción de mecanización. Así pues la significación de esta variable se debe realmente a su correlación con las variables estructurales de la pendiente (apartado I.4.1) y de la productividad (apartado I.4.3). Por este motivo, no puede concluirse que, *ceteris paribus* (a igualdad de pendiente y productividad), el derribo del fruto con un vibrador de tronco sea más sostenible que con uno de rama.

Las regresiones correspondientes al **olivar tradicional de campiña** presentan un número más reducido de variables significativas. Así debe señalarse que *la sostenibilidad de estas explotaciones mejora cuando...*

- ... se incrementa el uso de cubiertas vegetales. A diferencia del sistema TS, en los olivares de campiña el uso de cubierta no está tan generalizado (la condicionalidad de la PAC no lo exige para estos olivares). Sin embargo, estos resultados ponen de manifiesto la conveniencia de su implantación. Efectivamente, este resultado se explica en la medida que la implantación de cubiertas apenas afecta al desempeño económico (no existen diferencias de rentabilidad significativas entre aquéllas que las implantan y las que no), mientras que sí supone una mejora de la sostenibilidad ambiental (mejora de la biodiversidad, protección frente a la erosión, etc.).
- ... se planifica la fertilización del cultivo siguiendo algún método técnico, como por ejemplo mediante el análisis foliar, el análisis de suelo o simplemente la reposición de extracciones del cultivo por las cosechas. Efectivamente, el abonado según la costumbre o las recomendaciones de los comerciales de las empresas de abono tiende hacia un consumo excesivo de estos agroquímicos, lo que conlleva una pérdida de rentabilidad (el incremento de costes

16 En cualquier caso, la implementación de esta práctica debería estar supeditada a la ausencia de árboles afectados por la verticilosis, pues en este caso el picado de la poda supondría un medio de propagación de la enfermedad.

es superior al incremento de las ventas, especialmente cuando el mercado del aceite está deprimido) y un balance de nitrógeno elevado.

Finalmente se comentan los resultados de correspondientes al **olivar de regadío semi-intensivo**. Al igual que en caso anterior, únicamente dos variables han resultado significativas. En línea con estos se puede afirmar que *la sostenibilidad de las explotaciones del sistema RSI mejora si...*

- ... se realiza la poda de la cubierta vegetal de forma mecánica. La explicación de esta significación es la misma a la apuntada en el sistema TS; la siega mecánica es más sostenible que sus alternativas (laboreo o siega química) porque ésta mejora el desempeño de la función de mantenimiento de la biodiversidad (menor erosión y uso de herbicidas) y no implica diferencias de rentabilidad (costes de este manejo de la cubierta similar a las otras dos alternativas tecnológicas).
- ... se incrementa el gasto en pesticidas para el control de plagas y enfermedades. Este resultado también conviene analizarlo con cuidado, pues un mayor gasto en pesticidas no implica necesariamente el uso de dosis mayores de los mismos, ni la liberación de una mayor capacidad biocida al medio. Efectivamente, revisando los datos primarios de la encuesta se ha podido confirmar cómo las explotaciones con mayores gastos en estos agroquímicos (las más sostenibles) suelen emplear materias activas más modernas, selectivas y efectivas, que tienen un menor poder contaminante por el uso de dosis más reducidas (menor valor del indicador RIESPEST), pero que suelen ser algo más caros que los tradicionales. Por ejemplo, para el tratamiento contra el repilo estas explotaciones emplean difenoconazol o tebuconazol, en vez de oxiclóruo de cobre. Así se explica cómo las explotaciones con mayores gastos en estos pesticidas tienen un mejor desempeño medioambiental, sin que presenten diferencias significativas de rentabilidad con respecto a las que tienen menores gastos (el gasto ligeramente superior en estos productos se compensa con una producción igualmente superior).

VII.4.3 La productividad como determinante de la sostenibilidad del olivar

En el apartado I.2 ya se evidenció cómo el rendimiento medio de la explotación está muy relacionado con la mayoría de las funciones ejercidas por las explotaciones de olivar. Así se ha comprobado la existencia de una correlación positiva de esta variable con el desempeño de las funciones económica (privada y pública), social (contribución al desarrollo rural) y de

conservación de los recursos naturales, si bien también se ha demostrado una correlación negativa con la función de mantenimiento de la biodiversidad asociada al cultivo del olivo. En cualquier caso, la productividad de la tierra no se ha introducido como determinante de la sostenibilidad en los modelos de regresión anteriores, ya que ésta es una característica ‘mixta’ de las explotaciones, en la medida que es el fruto de la combinación tanto de factores estructurales (p.e., la pendiente, climatología, etc.) como de variables relacionadas con la gestión del proceso productivo (operaciones de cultivo). Esta circunstancia, unida a su gran poder explicativo (ver resultados a continuación), ha motivado la realización de un análisis específico, realizado igualmente a través de la técnica de regresión.

Para dicho análisis se han regresado los diferentes indicadores sintéticos de sostenibilidad analizados con la productividad media de las explotaciones y su valor al cuadrado. Los resultados alcanzados de esta manera pueden observarse en el cuadro VII.17.

CUADRO VII.17	Resultados de la regresión entre indicadores sintéticos y la productividad			
	ISSA _a = ISSA _{mod(1,00)}	ISSA _{mod(0,75)}	ISSA _{mod(0,50)}	ISSA _{mod(0,25)}
Sistema de olivar TS				
Constante	1,607×10 ⁻¹ (***)	1,206×10 ⁻¹ (***)	8,059×10 ⁻² (***)	4,031×10 ⁻² (***)
Prod. media (kg aceitunas/ha)	1,086×10 ⁻⁴ (***)	8,146×10 ⁻⁵ (***)	5,415×10 ⁻⁵ (***)	2,702×10 ⁻⁵ (***)
Prod. media ² (kg aceitunas ² /ha ²)	-4,892×10 ⁻⁹ (***)	-3,661×10 ⁻⁹ (***)	-2,419×10 ⁻⁹ (***)	-1,195×10 ⁻⁹ (***)
N	177	177	177	177
Coficiente de determinación R ²	0,83	0,83	0,83	0,83
Sistema de olivar TC				
Constante	7,624×10 ⁻² (***)	5,706×10 ⁻² (***)	3,812×10 ⁻² (***)	1,865×10 ⁻² (***)
Prod. media (kg aceitunas/ha)	1,053×10 ⁻⁴ (***)	7,905×10 ⁻⁵ (***)	5,266×10 ⁻⁵ (***)	2,651×10 ⁻⁵ (***)
Prod. media ² (kg aceitunas ² /ha ²)	-4,047×10 ⁻⁹ (***)	-3,045×10 ⁻⁹ (***)	-2,025×10 ⁻⁹ (***)	-1,029×10 ⁻⁹ (***)
N	133	133	133	133
Coficiente de determinación R ²	0,85	0,85	0,85	0,85
Sistema de olivar RSI				
Constante	7,164×10 ⁻² (***)	5,947×10 ⁻² (***)	4,691×10 ⁻² (***)	3,447×10 ⁻² (***)
Prod. media (kg aceitunas/ha)	7,407×10 ⁻⁵ (***)	5,492×10 ⁻⁵ (***)	3,582×10 ⁻⁵ (***)	1,672×10 ⁻⁵ (***)
N	99	99	99	99
Coficiente de determinación R ²	0,73	0,72	0,62	0,26
	(**) significativo al nivel 0,01; (*) significativo al nivel 0,05; (*) significativo al nivel 0,10.			
	Fuente: Elaboración propia.			

De los anteriores resultados lo primero que cabe destacar es la elevada capacidad explicativa de los modelos resultantes, con coeficientes de determinación R^2 que en la mayoría de los casos supera el 80 por ciento (en todos excepto en las regresiones del sistema RSI, donde dicho coeficiente varía entre el 73 por ciento y el 26 por ciento). Ello evidencia la importancia clave de la productividad para comprender la sostenibilidad global de las explotaciones de olivar.

En este sentido debe comentarse que para todos los sistemas de olivar analizados se comprueba que la sostenibilidad de las explotaciones se incrementa con su productividad (coeficiente positivo y significativo de la variable '*Prod. media*'). Esta evidencia confirma que los efectos positivos de ésta sobre las funciones económica, social y de conservación de los recursos naturales sobrepasan con creces los efectos negativos de la productividad sobre la biodiversidad.

En cualquier caso, debe comentarse igualmente que la productividad del olivar mejora la sostenibilidad a tasas decrecientes (coeficiente negativo y significativo de la variable '*Prod. media*²' en los sistemas TS y TC). En definitiva, estos resultados son una traducción de la *Ley de las productividades marginales decrecientes* en términos de sostenibilidad. En un lenguaje más sencillo, lo que estos resultados muestran es que las explotaciones con rendimientos actuales bajos o moderados tienen un amplio margen de mejora de su sostenibilidad incrementando sus producciones, pero que este potencial de mejora se reduce paulatinamente a medida que los rendimientos son más elevados.

De esta manera cabe concluir afirmando que la sostenibilidad de las explotaciones de olivar pasa por una gestión de las mismas que trate de optimizar los rendimientos de cultivo, con productividades elevadas, si bien por debajo de máximo técnico de producción.

VII.5 | Tipología de explotaciones de olivar

Con el objeto de poder analizar la heterogeneidad de la sostenibilidad proporcionada por las diferentes explotaciones de olivar en los diferentes sistemas analizados, ha parecido igualmente oportuno realizar una tipología de las mismas. Con este propósito se han empleado el análisis de grupos, también conocido como análisis de conglomerados (o *cluster* en su terminología anglosajona), al objeto de clasificar las diferentes explotaciones en grupos homogéneos. Para ello se han considerado los valores de los indicadores sintéticos dimensionales (económico $-ISD_{eco_a}$ -, social $-ISD_{soc_a}$ - y ambiental $-ISD_{amb_a}$) como variables clasificadoras.

Desde un punto de vista metodológico, los procedimientos de agregación de conglomerados de *k*-medias y jerárquicos son los habitualmente utilizados para la obtención de los grupos, a pesar de los problemas que éstos presentan en relación con la selección inicial de los núcleos centrales (centroides) y el número de grupos, respectivamente (Bacher, 2000; Everitt et al., 2001). Teniendo en cuenta que el número de casos que manejamos (177, 133 y 99 casos, para los sistemas TS, TC y RSI, respectivamente) es muy inferior al tamaño umbral de grandes muestras (por encima de 1.000 casos), y que las variables clasificatorias (*ISD*) son continuas, se ha seguido la recomendación de la mayoría de los autores y se ha optado por el procedimiento de agregación jerárquico, el cual permite “controlar” la evolución de las sucesivas particiones del conjunto de casos. De manera más concreta, debe comentarse que se ha empleado el método de vinculación inter-grupos y la distancia euclídea al cuadrado.

Si bien existen algoritmos específicos que ayudan a decidir el número óptimo de grupos a seleccionar (Jung et al., 2003), como hemos indicado, es habitual realizar el análisis con diferentes número de grupos y, posteriormente, en función de la distribución de los casos y de los valores medios que alcanzan las variables relevantes para el estudio en cada grupo decidir qué número de grupos es el más adecuado. Éste ha sido el enfoque adoptado en la generación de la tipología de explotaciones olivareras.

Aplicando la metodología anteriormente descrita se han obtenido tres grupos homogéneos dentro del sistema TS y dos grupos para los sistemas TC y RSI. El cuadro VII.18 muestra los valores medios por grupo de los indicadores sintéticos dimensionales y de sostenibilidad agraria. Obviamente, casi todos los grupos muestran diferencias estadísticamente significativas (*p*-valor inferior a 0,05) en sus valores medios de indicadores sintéticos dimensionales ya que, precisamente, son éstas las variables clasificatorias que definen dichos grupos.

La caracterización de dichos grupos se ha realizado igualmente a partir de la información de las variables estructurales de las explotaciones, las socio-demográficas de sus titulares y los indicadores básicos de sostenibilidad que han resultado significativamente diferentes entre clusters. Los resultados de tal caracterización pueden observarse en los cuadros del Anexo 4.

A continuación pasamos a describir los aspectos más relevantes de las tipologías obtenidas. A través de los mismos se trata de reformar la idea ya puesta de manifiesto en el apartado anterior de la heterogeneidad de la sostenibilidad dentro de cada uno de los tres sistemas de olivar analizados, describiendo las explotaciones ‘tipo’ representativas de los mismos.

CUADRO VII.18		Valores medios de los indicadores sintéticos dimensionales y de sostenibilidad agraria aditivo para cada tipo de explotación				
Sistema olivar	Clusters	Núm	ISD_eco _s	ISD_soc _s	ISD_amb _s	ISSAa
Tradicional de sierra	TS1. Sostenibles	43	0,72	0,52	0,51	0,63
	TS2. Con problemas	100	0,42	0,47	0,46	0,44
	TS3. Insostenibles	34	0,18	0,41	0,50	0,30
	Total	177	0,45	0,47	0,48	0,46
	Estad. F		299,2	12,1	5,0	259,3
	p-valor		0,000	0,000	0,008	0,000
	Diferencias		TS1>TS2>TS3	TS1>TS2>TS3	TS1=TS3>TS2	TS1>TS2>TS3
Tradicional de campiña	TC1. Sostenibles	37	0,73	0,43	0,56	0,64
	TC2. Con problemas	96	0,32	0,37	0,57	0,39
	Total	133	0,43	0,39	0,57	0,46
	Estad. t		-16,9	-3,4	0,3	-16,7
	p-valor		0,000	0,001	0,740	0,000
Regadío semi-intensivo	RSI1. Sostenibles	34	0,75	0,54	0,54	0,66
	RSI2. Con problemas	65	0,4	0,5	0,55	0,46
	Total	99	0,52	0,51	0,54	0,53
	Estad. t		-15,3	-1,3	0,4	-12
	p-valor		0,000	0,213	0,725	0,000
Fuente: Elaboración propia.						

VII.5.1 Tipología de las explotaciones del sistema TS

■ **Cluster TS1. Explotaciones tradicionales de sierra sostenibles.** Con una de cada cuatro explotaciones del sistema TS, este grupo resulta ser el más sostenible, con un valor del indicador sintético de sostenibilidad agraria (ISSAa) de 0,63, frente a una media de 0,46 para el total de explotaciones tradicionales de sierra. Este conglomerado presenta unos rendimientos medios de 5.563 kg de aceituna/ha, resultado de su localización en zonas de pendientes normalmente por debajo del 20 por ciento y edafología favorable. Tal circunstancia les permite tener el mejor desempeño en cada una de las diferentes dimensiones de la sostenibilidad: económica (el ISD_eco se sitúa en 0,72, frente a una media del sistema de 0,45), social (ISD_soc de 0,52, frente a 0,47) y ambiental (ISD_amb de 0,51, frente a 0,48). Este grupo se caracteriza igualmente por presentar un mayor grado de profesionalidad (46 por ciento del tiempo dedicado a la actividad agraria frente al 42 por

ciento de la media de los titulares del sistema TS), una mayor presencia de la producción convencional (91 por ciento de las explotaciones frente al 77 por ciento) y una mayor proporción de pertenencia a OPA (42 por ciento frente al 28 por ciento). Como nota negativa, cabe señalar que esta mayor productividad se asocia igualmente a un valor del indicador *RIESPEST* por encima de la media del sistema (4.192 kg rata/ha·año, frente a 3.070), si bien este peor desempeño ambiental se ve compensado en cierta medida por un mejor comportamiento en relación con los indicadores *EROSION* (27,7 t/ha· año frente a 31,9) y *BALENERG* (10.540 kcal/ha· año frente a 7.121).

■ **Cluster TS2. Explotaciones de sierra con problemas de sostenibilidad.**

Representan algo más de la mitad de las explotaciones de olivar TS. Con un rendimiento medio de 3.137 kg de aceituna/ha, presentan unos valores intermedios en los tres indicadores dimensionales (0,42, 0,47 y 0,46 para las dimensiones económica, social y ambiental, respectivamente) y un valor igualmente intermedio del *ISSAa* (0,44). Es el grupo con mayor porcentaje de explotaciones acogidas a DOP (32 por ciento). Para el resto de variables estructurales, socioeconómicas y de indicadores básicos, este grupo se aproxima a los valores medios obtenidos para el conjunto de las explotaciones del sistema TS.

■ **Cluster TS3. Explotaciones de alta pendiente insostenibles socioeconómicamente.**

Es el grupo más pequeño del sistema TS (19 por ciento del total). Dada su carácter marginal desde una perspectiva productiva (explotaciones normalmente con pendientes superiores al 20 por ciento y suelos poco fértiles), presentan rendimientos medios de 1.401 kg de aceituna/ha, hecho que motiva que sea el grupo con peor comportamiento para los índices dimensionales de sostenibilidad económica (0,18) y social (0,41), ambos significativamente por debajo de la media de las explotaciones de sierra. Ambas circunstancias explican un valor del *ISSAa* de tan sólo 0,30, frente a la media de 0,46 de este sistema de olivar. Si nos fijamos en los indicadores básicos, los bajos rendimientos conllevan un valor muy por debajo de la media para los indicadores *RENTOLIV* (114 euros/ha· año frente a una media del sistema TS de 1.255) y *CONAVAB* (441 euros/ha· año frente a 2.120). No obstante, en el caso de los indicadores básicos de tipo ambiental, este grupo presenta valores más equilibrados, como en el caso de *RIESPEST* (1.356 kg rata/ha· año frente a 3.070 media del sistema TS), *SUPNOCUL* (19,4 por ciento frente a 10,7 por ciento) y *HERBICID* (485 g equivalentes de glifosato/ha· año frente a 816), lo cual hace que el indicador dimensional ambiental (*ISD_amb*) sea ligeramente mejor que el del conjunto de las explotaciones de sierra (0,50 frente a 0,48). Finalmente cabe destacar que es este conglomerado donde se concentra el mayor peso de la producción integrada y ecológica (35 por ciento frente al 23 por ciento de media de las explotaciones TS).

VII.5.2 Tipología de las explotaciones del sistema TC

■ **Cluster TC1. Explotaciones de campiña de secano sostenibles.** Este grupo representa a más de una cuarta parte de las explotaciones de campiña de secano, que se caracterizan por su elevada productividad, con rendimientos medios de 7.332 kg de aceituna/ha. Tal circunstancia justifica que el *IDS_eco* sea significativamente más elevado (0,73) que la media de las explotaciones que pertenecen a este sistema de olivar (0,43). Tienen asimismo el mejor comportamiento en los índices dimensionales de carácter social (0,43 frente a 0,39) y ambiental (0,56 frente a 0,57). Consecuentemente, el nivel de sostenibilidad agraria de este grupo es muy superior al del conjunto de explotaciones de campiña (0,64 frente a 0,46). En el debe de esta explotación tipo sólo cabe señalar su mayor capacidad biocida (media del indicador *RIESPEST* igual a 7.869 kg rata/ha· año, frente a 5.278), si bien a nivel ambiental este peor desempeño es corregido por otros indicadores como el de balance energético (*BALENERG*) o de nitrógeno (*BALNITRO*), donde este conglomerado se comporta mucho mejor que la media. Estas características de elevada sostenibilidad se corresponden con explotaciones de tamaño pequeño y mediano (14,1 ha frente a las 19,6 ha de la media de la muestra) y olivicultores con mayor formación agraria (49 por ciento de los titulares tienen estudios reglados en este ámbito, frente a 44 por ciento del conjunto de la muestra).

■ **Cluster TC2. Explotaciones de campiña de secano con problemas de sostenibilidad.** Casi tres de cada cuatro explotaciones tradicionales de campiña son poco sostenibles, con un valor del índice *ISSAa* de 0,39 (frente a una media de 0,46 del conjunto de explotaciones de campiña de secano). Especialmente negativo es el grado de sostenibilidad económica (0,32 frente a 0,43), motivado principalmente por su menor productividad (3.628 kg de aceituna/ha, frente a 4.659 del conjunto de la muestra). Así se explica un pobre desempeño económico y social (valores medios del *ISD_eco* e *ISD_soc* significativamente por debajo de la media general del sistema TC), mientras que cabe percibir un comportamiento ambiental en línea con el cluster anterior. Son olivareros con un menor nivel de formación general (53 por ciento con formación primaria o secundaria frente al 79 por ciento del conjunto de explotaciones). En consonancia con lo anterior, cabe reflejar cómo estas explotaciones de campiña presentan un peor comportamiento en los indicadores de tipo económico *RENTOLIV* (1.238 euros/ha· año frente a 1.889 de la media del sistema) y social (*CONAVAB* igual a 1.281 euros/ha· año frente a 1.712), y mixto en los de tipo ambiental: positivo en el caso de *RIESPEST* (4.280 kg rata/ha· año frente a 5.278) y negativo en el caso de *BALENERG* (6.783 kcal/ha· año frente a 8.600).

VII.5.3 Tipología de las explotaciones del sistema RSI

- **Cluster RSI1. Explotaciones de regadío semi-intensivo sostenibles.** Algo más de un tercio de los productores de regadío semi-intensivo cabe distinguirlos como ‘sostenibles’, dado su buen comportamiento en la triple perspectiva económica, social y ambiental. Así se justifica que su valor promedio del índice de sostenibilidad agraria sea significativamente superior a la media del sistema RSI (0,66 frente a 0,46 de media general del sistema). Este buen comportamiento se basa en altos rendimientos medios (7.682 kg de aceituna/ha·año), lo cual mejora notablemente el desempeño de la dimensión económica (*RENTOLIV* igual a 3.441 euros/ha·año), pero sin ejercer una presión ambiental significativamente superior al resto de explotaciones, tal y como queda reflejado en algunos indicadores básicos. Cabe también destacar en este grupo que la mayoría de sus olivicultores cuenta con formación específica agraria (un 59 por ciento) y un mayor nivel de formación general (un 44 por ciento con formación secundaria o universitaria).
- **Cluster RSI2. Explotaciones de regadío semi-intensivo con problemas de sostenibilidad.** Dos de cada tres explotaciones de regadío semi-intensivo pueden clasificarse como poco eficientes en materia de sostenibilidad. Aún alcanzando unos rendimientos medios de 5.343 kg de aceituna/ha, es el índice dimensional económico de este grupo el que presenta una mayor diferencia con respecto al total de explotaciones de regadío semi-intensivo (0,40 frente a 0,52). No obstante, los indicadores dimensionales de tipo social y ambiental presentan valores similares al total de explotaciones de regadío. Estas diferencias en los indicadores de la dimensión económica, hacen que el valor promedio del *ISSAa* sea inferior en estas explotaciones (0,46 frente a una media de 0,53). En relación a las variables estructurales y sociodemográficas, cabe comentar que en este grupo existe un mayor peso de olivicultores con formación familiar en lugar de formación específica agraria (un 63 por ciento de ellos, cuando la media en todas las explotaciones de regadío se sitúa en el 56 por ciento). En relación con los indicadores básicos, los indicadores *RENTOLIV* y *CONAVAB* alcanzan valores muy inferiores a los obtenidos por las explotaciones mas sostenibles de este sistema (1.759 euros/ha·año frente a 3.578 y 1.713 euros/ha·año frente a 2.833, respectivamente) debido a los mayores rendimientos y menores costes de producción de estas últimas.

De las tipologías realizadas resulta evidente cómo dentro de los diferentes sistemas de olivar analizados existen perfiles de explotaciones bien diferenciados, que muy probablemente requieran de políticas específicas para mejorar su sostenibilidad.

A photograph of a dirt road lined with olive trees and green crops under a cloudy sky. The road is made of reddish-brown soil and small stones, leading into the distance. On the left, there are several olive trees with green foliage. On the right, there is a field of green crops, possibly alfalfa, with some yellow flowers. The sky is overcast with grey clouds.

Conclusiones

Capítulo VIII

VIII. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan del trabajo realizado pueden dividirse en metodológicas y empíricas.

VIII.1 Conclusiones de carácter metodológico

Dentro de las conclusiones de carácter metodológico, conviene destacar en primer lugar la utilidad práctica de la metodología propuesta para la cuantificación del grado de sostenibilidad de las explotaciones agrarias, en la medida que se basa en las siguientes características deseables:

1. Una *visión integral de la sostenibilidad*, que contempla adecuadamente su triple dimensión: económica, social y ambiental.
2. Un *enfoque 'global' que requiere de una especificación 'local'*. Efectivamente, el enfoque metodológico seguido puede aplicarse a cualquier sistema agrario que se desee analizar, si bien su aplicación empírica requiere de una adaptación específica a las condiciones particulares de los mismos, seleccionando adecuadamente los indicadores que mejor reflejen su desempeño multifuncional.
3. Su *carácter sistémico*, en la medida que considera el 'sistema agrario' como ámbito de análisis más adecuado, pero toma como unidad operativa para su implementación a las 'explotaciones agrarias', subsistemas que componen los sistemas agrarios analizados. Esta consideración permite tener en cuenta, por un lado, las especificidades territoriales y biológicas de la actividad agraria (sistemas agrarios como marco del análisis), y por otro, las posibilidades de gestión pública de la agricultura a través de las unidades básicas de gestión que componen el sector (análisis de las explotaciones agrarias).
4. Una *cuidada selección de indicadores de sostenibilidad*, realizada sobre la base de criterios de *fiabilidad* (directamente relacionados con las presiones e impactos más relevantes de la actividad agraria) y *aplicabilidad* (permite su cálculo operativo a partir de información primaria directamente obtenida de los productores).
5. La *agregación de los múltiples indicadores de sostenibilidad en índices o indicadores sintéticos*, a través de los cuales se facilita la comprensión de un concepto complejo como es el de la sostenibilidad agraria, permitiendo a la vez que dicho concepto sea operativo para el análisis y la orientación de las políticas públicas.

6. Un *análisis conjunto de diferentes índices de sostenibilidad* obtenidos mediante distintas técnicas (combinaciones de diferentes métodos de agregación de los indicadores de base), lo cual permite alcanzar resultados más robustos con relación al desempeño sostenible de las explotaciones de olivar analizadas.

Teniendo en cuenta todas estas características, cabe comentar que la evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar a través de la metodología propuesta puede considerarse una herramienta potencialmente útil para los decisores públicos encargados de diseñar y aplicar la política agraria. Efectivamente, los resultados de los indicadores sintéticos así obtenidos pueden utilizarse como elementos de información clave al objeto de apoyar la toma de decisiones públicas encaminadas a la mejora de la 'gobernanza' del sector. Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de esta metodología a los principales sistemas de olivar de Andalucía dan buena prueba de ello.

VIII.2 Conclusiones empíricas: directrices para una nueva política para el olivar andaluz

A continuación se señalan las principales conclusiones que pueden derivarse de este trabajo en relación con las políticas que cabría aplicar para mejorar la sostenibilidad del olivar andaluz.

VIII.2.1 Las particularidades de los sistemas de olivar andaluces requieren una gestión pública igualmente específica

El análisis comparativo de los indicadores de sostenibilidad para las submuestras de cada uno de los sistemas de olivar considerados evidencia un dispar desempeño multifuncional de la actividad agraria dentro de los mismos. Efectivamente, el olivar de regadío semi-intensivo se ha manifestado como el sistema de olivar más sostenible desde una perspectiva económica y social. Su mejor dotación de recursos edáficos e hídricos resulta en una productividad media superior a los 6.000 kg/ha· año, circunstancia que permite a los olivicultores alcanzar una rentabilidad más alta (2.336 €/ha·año), al mismo tiempo que una mayor generación de valor añadido por parte de la agricultura (2.095 €/ha· año), lo cual se traduce en un mejor desempeño de las funciones económicas privada y pública. Además, dada su mayor intensidad productiva, este sistema de olivar también se caracteriza por generar una mayor cantidad de empleo (0,027 UTA/ha· año) y una mayor capacidad de remunerar la mano de obra empleada (productividad media del trabajo de más de 91.000 €/UTA), circunstancia que hace de este sistema el más sostenible desde una perspectiva social. En relación con estas funciones, el sistema

peor valorado es el olivar tradicional de sierra, al que cabría caracterizar como ‘marginal’ desde una perspectiva económica (rentabilidad privada de tan sólo 1.225 €/ha· año). Por su parte, el sistema de olivar tradicional de campiña se sitúa en una posición intermedia entre ambos.

En todo caso, cabe destacar que el cultivo del olivar es, en términos relativos, la actividad más rentable económicamente y con mejor desempeño social, al menos si se compara con otros usos alternativos (agrarios o forestales) del territorio en todos y cada uno de los sistemas analizados. De hecho, como se ha comentado en este trabajo, cualquier circunstancia que promueva el abandono del cultivo generaría unos efectos socioeconómicos negativos de importancia en el territorio: pérdida de renta de los agricultores, disminución de la riqueza del conjunto de la población e incremento de la tasa de desempleo. Esta circunstancia es especialmente relevante en las zonas de olivar de sierra, donde las escasas alternativas de actividad económica son mucho menos rentables y ocupan una cantidad muy inferior de mano de obra. Así, en estas zonas, a pesar de la ‘marginalidad’ económica de la producción, la importancia social del cultivo del olivo es mucho mayor que en las de campiña, siendo por tanto un elemento clave para el mantenimiento de la actividad económica y de la población en muchas zonas deprimidas del interior de Andalucía.

En esta misma línea cabe comentar que el olivar de sierra presenta un mayor nivel de sostenibilidad cultural, en la medida que responde mejor a las demandas sociales a favor de alimentos de calidad (mayor proporción de aceite de oliva virgen), de paisajes agrarios tradicionales (menor incidencia del monocultivo) y del mantenimiento de patrimonio cultural asociado al cultivo del olivo (molinos antiguos, haciendas, etc.). Asimismo, este sistema agrario se caracteriza por su alto valor natural, determinado por un mayor nivel de biodiversidad: mejor desempeño de los indicadores relacionados con las variedades de olivo, toxicidad liberada al medio o creación de mosaicos de terrenos cultivados y no cultivados. Para todas las funciones anteriores, el sistema de olivar peor valorado es el de regadío semi-intensivo. El olivar tradicional de campiña se sitúa de nuevo en una posición intermedia entre ambos extremos.

Por último, cabe comentar que el desempeño de la función de conservación de los recursos naturales, en contra de la que cabría esperar, ha presentado resultados mixtos. Efectivamente, si bien es cierto que el olivar de regadío semi-intensivo genera un fuerte impacto por su consumo de agua en unas cuencas altamente deficitarias como la del Guadalquivir, este mismo sistema es el que mejor mantiene el suelo (menor tasa de erosión) y mejor cumple su función de sumidero de carbono (mejor balance de energía). Todo lo contrario le ocurre al olivar de sierra, que a pesar de no generar presiones cuantitativas sobre los recursos hídricos, presenta elevadas tasas de erosión y un balance energético mucho menor.

De todos los resultados anteriores cabe sacar dos conclusiones importantes. La primera es que el olivar andaluz no puede tratarse desde las administraciones responsables como un sector homogéneo con problemáticas similares. Muy al contrario, el mismo cultivo se desarrolla en zonas edafo-climáticas muy diferentes, que dan lugar a tipos de olivicultura distintas, que tienen una capacidad igualmente diferente de satisfacer las variadas demandas sociales. La segunda conclusión, derivada de la anterior, es que la dispar problemática de sostenibilidad del olivar andaluz requiere de una política agraria que se instrumente diferencialmente en cada territorio. Así, el gran reto de la política agraria es la definición de unos objetivos globales, entre los que debería priorizarse la sostenibilidad de la actividad desde la perspectiva multidimensional considerada en este trabajo, pero implementándose localmente al objeto de poder conseguir tales objetivos de la manera más eficiente posible. En los siguientes epígrafes se realizan algunas sugerencias en este sentido.

En líneas generales, cabría afirmar que el mayor reto a afrontar por el *olivar de sierra* es su escasa sostenibilidad económica. Por tanto, parecería oportuno, en primer lugar, poder distinguir entre aquellas explotaciones potencialmente viables de las manifiestamente insostenibles (aquéllas con pendientes superiores al 25 por ciento y rendimientos inferiores a los 1.000 kg/ha, que se agrupan en el cluster TS3 descrito en el apartado VII.5). Para las primeras, que suponen hasta el 80 por ciento de las explotaciones de este sistema de olivar, cabría proponer la aplicación de instrumentos eficaces de mantenimiento de rentas, pero siempre sobre la base de compromisos por parte de los olivicultores por la provisión de bienes públicos de carácter ambiental (implementación de prácticas favorecedoras de la biodiversidad y minimizadoras de la erosión) y socio-cultural (generación de empleo estable, producción de aceite con calidad diferencial, mantenimiento del patrimonio cultural asociado al cultivo). Como a continuación se verá, esta propuesta encaja con la nueva visión de la PAC, que promueve la asignación de dinero público a cambio de bienes públicos. Los contratos de explotación y los programas agroambientales pueden constituir instrumentos a desarrollar en este sentido.

Para el segundo tipo de explotaciones de olivar de sierra, aquéllas localizadas en terrenos inadecuados para la producción agraria (aproximadamente el 20 por ciento de las explotaciones de este sistema de olivar), sería recomendable la implementación de un programa de abandono ordenado del cultivo, a través del cual éstas puedan naturalizarse al objeto de desempeñar una función meramente ecológica (soporte de ecosistemas mediterráneos donde puedan desarrollarse especies en vía de extinción) y recreativa (actividades turísticas y/o cinegéticas). Esta misma idea ya ha sido planteada anteriormente por Guzmán Álvarez (2005) o Nekhay y Arriaza (2009).

Para las explotaciones de los sistemas *tradicional de campiña* y *regadío semi-intensivo*, las exigencias de una producción más sostenible pasa por el mantenimiento de su rentabilidad y una mejora en el desempeño de sus funciones ambientales, tanto las relativas al mantenimiento de la biodiversidad como de los recursos naturales suelo y agua. En este sentido, la instrumentación de la política agraria debe tratar de armonizar ambos objetivos. Así, en un contexto previsible de disminución de las ayudas directas, parece oportuno que las autoridades regionales propongan regímenes alternativos de apoyo al sector que puedan gozar de la necesaria legitimidad social. Por ello, en un probable escenario de aplicación de pago regionalizado por superficie de cuantía similar para toda la superficie agraria regional (véase próximo apartado), podría proponerse un programa de complemento de rentas basado en un programa agroambiental o un contrato de explotación que permita mantener, aunque sea parcialmente, el nivel de apoyo público al cultivo a la par que se fomente una producción más eco-compatible. La idea, como ya se viene aplicando en otros cultivos como el algodón, pasaría por condicionar un nivel de ayudas similar al actual al cumplimiento de una ‘condicionalidad reforzada’, que bien podría asimilarse a la actual normativa de la producción integrada.

En cualquier caso, debe quedar de manifiesto que la sostenibilidad futura del sector no puede fundamentarse en un apoyo público (subvenciones) indiscriminado e indefinido. De hecho, los programas de ayuda a rentas comentados anteriormente deben considerarse en buena medida como de ‘transición’, al objeto de favorecer los cambios estructurales necesarios que debe acometer el sector para garantizar su rentabilidad de forma autónoma. En este sentido, aunque queda fuera del ámbito del presente trabajo, parece estrictamente necesaria la aplicación de una renovada política de estructuras comerciales con un horizonte a más largo plazo, orientada a la mejora de la cadena de valor añadido (producción-transformación-comercialización), la cual promoverá un mayor equilibrio en el mercado y una mejor distribución de los márgenes entre los diferentes agentes implicados.

VIII.2.2 Orientaciones para la política de rentas agrarias: del pago único a un pago por bienes públicos

En líneas generales cabe afirmar que el sector del olivar está fuertemente subvencionado por la actual PAC. Según los datos generados en este trabajo, las subvenciones de esta política común suponen más de un tercio de los ingresos de las explotaciones de olivar, porcentaje superior a la media del sector agrario. Esta mayor dependencia de las subvenciones hace del olivar uno de los sectores más amenazados por la próxima reforma de la PAC, prevista que entre en vigor a partir de 2013. En este sentido, según los datos de la encuesta realizada para el presente trabajo, los derechos de pago único por hectárea ascienden de media a 708,34 €/ha en el olivar

tradicional de sierra, 978,32 €/ha en el olivar tradicional de campiña y 1.257,88 €/ha en el olivar de regadío semi-intensivo. Estas cantidades son significativamente superiores a la media de pago único del sector agrario en Andalucía (413,39 €/ha) y el resto de España (273,93 €/ha) en el año 2010 (FEGA, 2011). Las cifras anteriores evidencian cómo cualquier reforma en el régimen de pago único que suponga un reparto ‘más equitativo’ de las ayudas por hectárea supondrá una disminución en el apoyo público al olivar andaluz, con importantes consecuencias para la supervivencia del sector, especialmente en aquellas zonas menos productivas, como el olivar de sierra, donde el abandono del cultivo podría generalizarse.

En este contexto es especialmente preocupante la propuesta de la Comisión Europea para la nueva PAC a aplicar a partir de 2013, basada en la implementación de un pago regionalizado o, como se conoce popularmente, una ‘tarifa plana’, para toda superficie dedicada a la actividad agraria, con independencia de su orientación productiva. En el caso de España, ya se ha adelantado que, en caso de llevarse a cabo esa reforma, la ‘tarifa plana’ podría ascender a unos 100 €/ha. El diferencial de dicha ayuda regionalizada por hectárea con el nivel actual de ayudas del olivar andaluz justifica por sí solo la oposición unánime de todo el sector en Andalucía a una reforma basada en este nuevo sistema de reparto¹. En cualquier caso, hay que ser conscientes de que esta propuesta tiene muchas posibilidades de aprobarse finalmente. Efectivamente, esta propuesta cuenta ya con el apoyo de importantes estados miembros (Reino Unido, Países Bajos o Suecia), mientras que el resto de países tienen una posición indeterminada por el momento, fruto de la disparidad de intereses de sus respectivas regiones².

Es más que probable que la oposición a nivel de sector o de Comunidad Autónoma en contra de la aplicación de este nuevo régimen de pagos regionalizados resulte baldía, y que este nuevo sistema acabe imponiéndose. Por este motivo, cabría proponer un posicionamiento común y un mayor esfuerzo negociador de la administración autonómica en relación con los futuros programas adicionales de ayudas, que se contemplan dentro de la futura PAC como una posibilidad de complementar las rentas de los productores agrarios a cambio de la provisión de bienes públicos (firma

1 Este rechazo se ha hecho público a través del documento titulado “*Posición andaluza ante la comunicación de la Comisión Europea sobre el futuro de la PAC*”, firmado el 4 de marzo de 2011.

2 Por ejemplo, en el caso de España cabe señalar como comunidades autónomas con orientación hortofrutícola (producciones menos apoyadas por la PAC), como por ejemplo la Comunidad Valenciana, Murcia o Canarias, o con producciones continentales con bajos rendimientos productivos (un menor apoyo de la PAC por unidad de superficie), como Castilla y León o Castilla-La Mancha, ven en esta propuesta de la Comisión una posibilidad de un nuevo reparto de ayudas a nivel nacional del cual podrían salir favorecidas.

de compromisos ambientales más estrictos que los impuestos actualmente por la condicionalidad). En este sentido, conforme a las líneas estratégicas planteadas en el punto anterior, las autoridades de la administración andaluza deberían redoblar sus esfuerzos en poner en valor el importante papel ambiental y social del olivar andaluz, proponiendo en consecuencia una implementación de instrumentos de política agraria que refuercen el carácter multifuncional de este cultivo.

En concordancia con la nueva Ley estatal de Desarrollo Rural Sostenible y la futura Ley andaluza del olivar, cabría plantearse la aplicación de los '*contratos de explotación*' como un nuevo instrumento potencialmente aplicable a todas las explotaciones de olivar. Con ello se permitiría la formalización de contratos entre los olivicultores y las administraciones públicas, por los cuales estos productores se comprometerían a proporcionar una serie de bienes públicos (ambientales y sociales) a cambio de una contraprestación económica. La instrumentación de este tipo de apoyo al sector tendría encaje dentro de la nueva PAC propuesta, contando con la necesaria justificación social, en la medida que garantizaría que el dinero público repercutiría en la mejora del bienestar del conjunto de la sociedad, y no sólo en la mejora de las rentas de los productores agrarios y otros agentes de la cadena de valor, tal y como ocurre en buena medida con la actual PAC.

En la concreción del articulado de estos contratos deberían contemplarse condicionantes ambientales similares a los existentes en la producción integrada, así como otros criterios de carácter social y cultural relacionados con la generación de empleo y la fijación de la población en el medio rural, la producción de aceites de calidad diferencial, generación de capital social en el medio rural (pertenencia a cooperativas y otros colectivos que favorezcan una producción más sostenible), la mejora de los paisajes agrarios tradicionales y el mantenimiento del patrimonio cultural asociado al cultivo.

En cualquier caso, habría que tener muy presente que el conjunto de compromisos contenidos en el articulado de estos contratos debería ser coherente con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad, entendida ésta desde una perspectiva multidimensional. Así, pues estos contratos deberían recoger aquellos compromisos que permitiesen realmente un mejor desempeño multifuncional de la explotación, tal y como se ha analizado en el apartado VII.4. En esta misma línea, dados los múltiples y variados condicionantes que podrían imponerse en la instrumentación de los contratos de explotación, debería plantearse la posibilidad de establecer diversos contratos-tipos, al objeto de poder modular los compromisos de los olivicultores y, consecuentemente, la compensación a recibir por éstos.

Como se ha comentado anteriormente, además de la provisión de bienes públicos, la implementación de estos contratos debería perseguir el mantenimiento de la rentabilidad de la actividad. Por ello la cuantía de

la compensación trataría de sustituir, aunque fuese de manera parcial y condicionada, el apoyo público que hasta ahora han recibido estas explotaciones. No obstante, como es obvio, la consecución de este propósito dependerá de la dotación presupuestaria disponible para la aplicación de la nueva PAC (presupuesto agrario de la UE más las posibilidades de cofinanciación autonómica), que muy posiblemente sea inferior a la actual. En esta línea habrá que hacer un mayor esfuerzo en definir los titulares y las explotaciones objetivo de las ayudas (*targeting*) con el propósito de alcanzar los objetivos planteados de la forma más eficiente posible. En este sentido, en la medida que sea necesaria, se propone reforzar la aplicación de la modulación, aplicándola de forma realmente progresiva, e implementar topes mínimos y máximos en el importe total de las ayudas a recibir por estos titulares. Asimismo, cabría la posibilidad de favorecer la suscripción de estos contratos por parte de las explotaciones con estructuras (características de las explotaciones y de sus titulares) más sostenibles, a través de la aplicación de unos criterios priorizadores adecuados a la hora de asignar estos contratos (como se concreta en el siguiente epígrafe).

La aplicación de los contratos de explotación tendría como mayor inconveniente práctico la forma de comprobar su cumplimiento por parte de los productores, habida cuenta de las limitaciones prácticas de las administraciones públicas para ejercer estas funciones inspectoras. En este sentido podría considerarse la implantación de un sistema de certificación como funciona ya para la producción integrada o ecológica, donde existen diferentes empresas y asociaciones con capacidad legal para ello.

VIII.2.3 Orientaciones para la política de estructuras agrarias

Los resultados de la presente investigación han evidenciado cómo las explotaciones de olivar más sostenibles son aquellas que tienen una dimensión pequeña y mediana y están gestionadas por agricultores profesionales, jóvenes y con un nivel educativo de enseñanza secundaria o superior. Este modelo de explotación será pues el que debería promover la política de estructuras agrarias. Teniendo en cuenta estas características, cabe afirmar la necesidad de reforzar las políticas ya existentes de incorporación de jóvenes agricultores y de formación continua agraria al objeto de mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrarios analizados. Efectivamente, resulta evidente que la sostenibilidad del olivar andaluz pasa por garantizar la sucesión en las explotaciones con activos más jóvenes y formados.

Asimismo, dentro de la política de estructuras, cabría igualmente comentar la posibilidad de favorecer los modelos de explotación más sostenibles a través de los planes de mejora de explotaciones agrarias. En esta línea deberían reforzarse los criterios de selección de dichos planes, de manera

que se priorizase la aprobación de aquéllos presentados por explotaciones de olivar que demuestren que, con la ejecución de tales planes, incrementan su sostenibilidad (mejora de las características estructurales relacionadas con ésta).

Comentario aparte merece el tema de la dimensión de las explotaciones de olivar. En este sentido, debe recordarse que en este trabajo se ha conceptualizado la ‘explotación olivarera’ como la unidad de gestión económica que es manejada por un único olivicultor, con independencia de su forma jurídica. Tal circunstancia ha motivado que, a efectos de este trabajo, las explotaciones analizadas sean realmente el resultado de la ‘fusión’ de varias explotaciones legalmente censadas como tales, pero que son gestionadas por un único particular. Como se apuntó en el Capítulo 6, tal circunstancia ha hecho que los tamaños medios de explotación analizados sean muy superiores a los datos oficiales resultantes del censo o de las declaraciones de subvenciones de la PAC (véase, por ejemplo, CAP, 2008). En este contexto, cuando se aboga por explotaciones de olivar de ‘pequeña y mediana dimensión’ para optimizar la sostenibilidad, nos estamos refiriendo a unidades de gestión que manejan entre 40 (sistema de sierra) y 20 (sistema de regadío semi-intensivo) hectáreas de olivos. Así pues, en ningún caso, el resultado aludido debe considerarse un alegato en favor del minifundismo, por el contrario es un argumento de apoyo a las explotaciones de olivar que permiten una gestión familiar profesionalizada.

Bajo la premisa anterior, parecería oportuno favorecer actuaciones que consoliden las explotaciones de estas dimensiones intermedias. Así, entre otras, cabría sugerir las siguientes medidas:

- a) La aplicación de límites inferiores en el cobro de ayudas de la PAC así como la modulación de las mismas. Por ejemplo, podrían excluirse de los regímenes de ayudas (pago único, ‘tarifa plana’, agroambientales, contratos de explotación o cualquiera otra) a aquellas explotaciones que tengan menos de 2 hectárea de olivar (actualmente este límite está en 100 € por ayuda, lo que equivale en el sector del olivar a una media de 0,2 hectáreas). Igualmente, se podrían modular las ayudas a partir de las 60/40/30 hectáreas de olivar, según las explotaciones pertenezcan a los sistemas de sierra/campaña/regadío. Así podrían reducirse las primas por superficie hasta llegar a anularse por completo a partir de las 120, 80 y 60 hectáreas, respectivamente³.

3 Debe señalarse la dificultad real de aplicar estos límites máximos de percepción de ayudas, en la medida que las grandes explotaciones afectadas tenderían a ‘dividirse’ de manera ficticia empleando para ello diferentes titulares legales que estarían supeditados a una misma gestión económica.

- b) Cabría igualmente la posibilidad de favorecer a las explotaciones de las dimensiones antes señaladas como más sostenibles a través de los planes de mejora de explotaciones agrarias.
- c) Favorecer todas las cesiones de derechos y las operaciones de arrendamiento y compra-venta de los olivicultores jóvenes y formados de menor dimensión, hasta que adquieran la dimensión óptima antes aludida, entre 20 y 40 hectáreas.

En definitiva, todas estas medidas estarían encaminadas a favorecer que los olivicultores que gestionan de *facto* explotaciones con las dimensiones que optimizan la sostenibilidad, se conviertan legalmente en titulares de las mismas.

Para finalizar este punto debe señalarse que, además de la dimensión total de la explotación, otro aspecto que debería promoverse para optimizar la sostenibilidad de las mismas es el tamaño de las parcelas o recintos de olivar. Así, debería penalizarse por los instrumentos antes señalados aquellos recintos excesivamente pequeños (por ejemplo, considerar como no elegibles para las primas aquéllos que sean menores de 0,5 hectáreas) y los excesivamente grandes (por ejemplo, modular aquéllos superiores a 5 hectáreas). Efectivamente, mientras las primeras pueden presentar problemas de rentabilidad (deseconomías de escala por escasa dimensión –tiempo muertos en las labores, gastos de desplazamiento de maquinaria, etc.), las segunda pueden potenciar los problemas medioambientales asociadas al monocultivo (minimización de lindes y elementos de refugio de flora y fauna auxiliar).

VIII.3 Los déficits de conocimiento: directrices para futuras investigaciones a favor de la sostenibilidad del olivar

Teniendo en cuenta la complejidad del estudio planteado, resulta obvio que el tema del análisis la sostenibilidad del olivar andaluz dista mucho estar agotado, permaneciendo importantes lagunas de conocimiento que deben ser el objeto de atención en futuras investigaciones. En este sentido, apuntamos brevemente las siguientes líneas:

- *Análisis temporal de la sostenibilidad como ‘construcción social’.* Tal y como se ha planteado en este trabajo, la agricultura en general, y el olivar en particular, deben satisfacer todo un conjunto de demanda sociales. Para nuestro caso de estudio, tales demandas se han establecido a partir de una encuesta de opinión desarrollada en un momento determinado (año 2010). Así, los resultados obtenidos de la misma reflejan las preferencias sociales fruto tanto de la inercia de

las tendencias de los últimos años (componente estructural) como de las circunstancias concretas del período en que los individuos fueron entrevistados (componente coyuntural). Dada la situación de crisis económica generalizada que ha contextualizado este trabajo, cabría pensar que las preferencias sociales (pesos de los indicadores de sostenibilidad) así obtenidas tienen un fuerte sesgo coyuntural, y que quizá no reflejen adecuadamente la verdadera escala de valores de la sociedad andaluza. Al objeto de testar tal hipótesis se hace necesario en un futuro analizar la evolución de tales preferencias sociales, y determinar con ello cómo los cambios en la opinión ciudadana pueden afectar a la conceptualización de la sostenibilidad de la agricultura. En esta línea, resultará útil la información que suministra periódicamente el Agrobarómetro de Andalucía, realizado anualmente por el Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA) por encargo de la Consejería de Agricultura y Pesca.

- *Selección de los indicadores de sostenibilidad.* Para esta investigación, siguiendo un enfoque eminentemente pragmático, se han elegido indicadores de las diferentes componentes de la sostenibilidad que pudiesen ser calculados a partir de la información primaria suministrada directamente por los olivareros encuestados. Ello ha obligado a emplear variables ‘proxy’ como indicadores de fenómenos ambientales difícilmente cuantificables. En este sentido puede ser igualmente discutida la validez de tales *proxies*, circunstancia que requiere mayores esfuerzos de investigación en esta línea. Así, el reto que plantea la cuantificación del desempeño ambiental de la agricultura es poder contar con indicadores que sean económicos de calcular, pero que se puedan relacionar de forma científica con las presiones ejercidas por la actividad agraria y el estado de los ecosistemas afectados por ésta.
- *Diseño e implementación de los contratos de explotación.* Tanto la futura Ley andaluza del olivar como la próxima de reforma de la PAC plantean un nuevo modelo de instrumentación de la política agraria basada en un partenariado público-privado, donde sólo aquellas acciones de los agricultores que mejoren el bienestar social (suministro de bienes públicos) puedan ser subvencionadas. Dentro de este enfoque parece que los contratos de explotación pueden ser un instrumento clave para este nuevo modelo de gobernanza. No obstante, resulta evidente que se trata de una medida política nueva y compleja, que requiere una mayor base de conocimiento para su correcta aplicación. Nuevas investigaciones sobre su diseño (disposiciones, obligaciones de productores y administración, etc.), la forma de contratación (sistema tradicional frente subastas, costes de transacción, etc.), su aplicación, la forma de control y verificación (sistemas de certificación) o su evaluación, son por tanto necesarias en este sentido.

- *El problema del ‘up-scaling’.* El presente trabajo se ha centrado en el análisis de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar. En este sentido se ha supuesto implícitamente que una mejora generalizada de la sostenibilidad de las explotaciones (subsistemas agrarios) supone igualmente sistemas agrarios de olivar igualmente más sostenibles. No obstante, no existe evidencia científica que valide este último punto. Por este motivo, futuras investigaciones que analicen la relación de la sostenibilidad de los sistemas agrarios y los subsistemas que lo componen (explotaciones) deberían ser objeto de especial atención. Este tipo de trabajos permitirán asimismo plantear directrices para la aplicación de políticas territoriales encaminada a favorecer la sostenibilidad de los diferentes sistemas de olivar, tal y como se planta igualmente en la Ley andaluza del olivar con los ‘contratos territoriales de zona’.
- *La relación entre el capital social y la sostenibilidad.* Sorprendentemente, las variables relacionadas con el capital social de los agricultores, como es la pertenencia a cooperativas, organizaciones profesionales agrarias o denominaciones de origen, no han resultado significativas como determinantes de la sostenibilidad de sus explotaciones. Determinar las causas de este resultado requiere un análisis más pormenorizado, que analice las posibles deficiencias en el funcionamiento de estas estructuras de acción colectiva, lo cual les impiden contribuir de una manera más activa a la sostenibilidad de sus asociados.



Anexos

Capítulo IX

VIII. ANEXOS

Anexo I. Cuestionario de la encuesta a las explotaciones andaluzas de olivar

Nº encuesta: _____ Fecha y lugar de realización: ____/____/2010 _____ (_____)

Estamos realizando una encuesta para el IFAPA. El objetivo de la misma es caracterizar la problemática a la que se enfrenta el olivar de Andalucía y proponer las correspondientes soluciones. Toda información que nos suministre es estrictamente confidencial, y sólo será utilizada para realizar el estudio antes comentado. ¿Le importaría dedicarnos unos minutos?

P1. ¿Cuántas parcelas de olivar gestiona Ud? _____ parcelas

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

P2. ¿En qué término municipal está situado su olivar? (Indicar el municipio donde se encuentre la parcela de olivar de mayor tamaño)

Término Municipal	TM (Código)	Comarca Agraria	Com. Agr. (Código)

P3. ¿Qué forma jurídica tiene su explotación? ☐ Empresa individual (familiar) ☐ Comunidad de bienes ☐ Soc. coop. o mercantil

P4. ¿Cuántas hectáreas en total tiene su explotación (incluye todos los cultivos y usos)? _____ ha

	Secano	Regadio
Total (ha)		
Propias (ha)		

P5. ¿Cuántas hectáreas de olivar tiene en su explotación? _____ ha

	Secano	Regadio
Total (ha)		

P6. ¿Cuántas hectáreas tiene dedicada a otros usos (no cultivos) como pastos, monte bajo, coto de caza, bosque, riberas de arroyos, afloramientos rocosos, etc.? _____ ha

CULTIVOS (preguntar sólo en el caso que tenga otros cultivos)

P7. Cultivos de secano (Campaña 09/10):

SECANO	Trigo	Cebada	Otros cereales	Girasol	Leguminosas	Fornajeras	Almendro	Vitídeo	Otro:	Barbecho
Superficie (ha)										

P8. Cultivos de regadío (Campaña 09/10):

REGADÍO	Maíz	Trigo	Otros cereales	Girasol	Algodón	Patata	Hortícolas	Cítricos	Frutales	Otro:
Superficie (ha)										

P9. ¿Pertenece a alguna sociedad para la comercialización de su cosecha? ☐ Sí ☐ No; ☐ Cooperativa ó SAT ☐ SL ó SA

P10. ¿Qué porcentaje de su tiempo de trabajo dedica usted a la agricultura? _____ %

P11. ¿Algún familiar directo (padre, hermano, cónyuge o hijo) trabaja en su explotación? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

Mano de obra familiar	Nº de personas	Tiempo (días al año)
Contratado fijo (recibe un salario)		-----
Contratado eventual (recibe un salario)		
Sin contrato (no recibe un salario)		

P12. ¿Contrata mano de obra asalariada no familiar? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

Mano de obra no familiar contratada	Nº de personas	Tiempo (días al año)
Contratado fijo (Trabajan durante todo el año)		-----
Contratado eventual (Sólo trabajan unos meses o días al año)		

CULTIVO DEL OLIVO

Cuestiones generales

P13. ¿Qué variedades de olivar tiene? 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

P14. ¿Tiene algún árbol de variedad desconocida? ☐ Sí ☐ No

P15. Por favor, indique si en su explotación existe alguno de estos elementos:

	Sí	No		Sí	No
Olivos centenarios	☐	☐	Setos, terrazas o similares	☐	☐
Haciendas o molinos antiguos	☐	☐	Relación con actividades turismo rural	☐	☐

P16. ¿Está su olivar acogido a algún programa agroambiental? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

Tipos de ayudas agroambientales	Superficie acogida (ha)
☐ Agricultura ecológica	
☐ Lucha contra la erosión	
☐ Producción integrada en olivar en cuencas vertientes a embalses o en zonas natura 2000	

P17. ¿Contrata usted alguna labor o tarea para el cultivo del olivo? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

¿Cuáles? ☐ Laboreo ☐ Tratamientos herbicidas ☐ Tratamientos fitosanitarios ☐ Poda ☐ Abonado ☐ Recolección
☐ Gestión integral por empresa de servicios agrarios. Nombre empresa: _____

NOTA: A partir de este momento nos vamos a referirnos únicamente a su parcela con mayor superficie.

P18. ¿Qué edad tiene su plantación? ____ años

P19. ¿Qué marco de plantación tiene? ____ m * ____ m Densidad de plantación ____ árboles/ha.

P20. ¿Cuántos pies por árbol tiene? ____

P21. ¿Están sus olivos amparados dentro de una Denominación de Origen Protegida de aceite de oliva? ☐ Sí ☐ No

P22. En una campaña sin impedimentos climáticos, ¿Qué porcentaje de sus aceitunas es recogido del suelo? ____%

P23. En una campaña 'normal', ¿Qué porcentaje de sus aceitunas producen aceite de oliva 'virgen extra'? ____% ☐ No lo sé

P24. ¿Cultiva su olivar adoptando técnicas de producción integrada o ecológica? ☐ Convencional ☐ Integrada ☐ Ecológica

P25. ¿Qué producción media tiene en su olivar? ____ kg/ha en seco y ____ kg/ha en regadío

P26. ¿Las líneas de árboles y las calles de su plantación siguen las curvas de nivel del terreno? ☐ Sí ☐ No

Manejo del suelo y control de malas hierbas

P27. ¿Labra la tierra? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

Meses del año	Apero (cultivador de brazos flexibles, grada de discos, ...)	Apero (código)	Número de pases

P28. ¿Realiza labores para preparar el terreno para la recolección? ☐ Sí ☐ No (Si sí, rellenar abajo)

Meses del año	Apero (rulo o compactador liso, grada de púas o rastra, ...)	Apero (código)	Número de pases

P29. ¿Se hacen las labores siguiendo las curvas de nivel ("a lo llano") del terreno? ☐ Sí ☐ No

P30. ¿Cómo controla las malas hierbas? ☐ Sólo laboreo ☐ Laboreo y herbicidas ☐ Sólo herbicidas (con y sin desbrozadora)
☐ Pastoreo ganado ☐ Otra técnica: _____ ☐ No las controla

P31. ¿Elimina las malas hierbas dejando todo el suelo permanentemente desnudo? ☐ Sí ☐ No

P32. Si no tiene el suelo permanentemente desnudo indique ¿Qué tipo de cobertura emplea?

Tipo	% calle cubierta	Meses de siegas	Método(s) siega	(si siega mec.) Sistema
☐ Material inerte permanente: _____		----	----	----
☐ Vegetación natural permanente			☐ Mecánica ☐ Química ☐ A. diente	
☐ Vegetación natural durante el invierno			☐ Mecánica ☐ Química ☐ A. diente	
☐ Cultivada (cereal, veza, etc.) permanente			☐ Mecánica ☐ Química ☐ A. diente	
☐ Cultivada (cereal, veza, etc.) durante el invierno			☐ Mecánica ☐ Química ☐ A. diente	
☐ Otra: _____			☐ Mecánica ☐ Química ☐ A. diente	

P33. En caso de emplear herbicidas, indique cuáles emplea:

Herbicida materia activa	Herbicida Producto comercial	Dosis Prod. Comercial (tratamiento)	Nº aplicac.	Comb. Aplic. (mes)	Dosis Mat. activa total
Oxifluorfen (pre-emerg.)	GOAL, FEBO, PARADE	l/ha			g/ha
Terbutolazina (pre-emerg.)	CUNA, HEDINA, PASADENA	l/ha			g/ha
Flazasulfuron (pre-emerg.)	TERAFIT, KATANA 25WG	l/ha			g/ha
Diffenican (pre-emerg.)	ZARPA, OFF, RYDIA	l/ha			g/ha
Amitrol (post-emerg.)	ETIZOL, AMITROL, HERBOROL	l/ha			g/ha
(pre-emerg.)		l/ha			g/ha
Glifosato (post-emerg.)	ROUNDUP, KARGA, DESECOL	l/ha			g/ha
Glifosato+MCPA (post-emerg.)	FUSTA, GALAXIA, FENAL	l/ha			g/ha
MCPA (post-emerg.)		l/ha			g/ha
(post-emerg.)					g/ha

P34. ¿Qué pendiente media tiene el terreno donde tiene su olivar? _____%

Poda

P35. ¿Cada cuánto poda sus olivos? Cada _____ años ☐ Nunca, sólo para 'rejuvenecerlos'

P36. ¿Qué hace con los resos de poda? ☐ Quemarlos ☐ Picado/incorporación al suelo ☐ Uso biomasa ☐ Otro: _____

P37. ¿Cómo hace el desbastado de sus olivos? ☐ Química (herbicida) todos los años ☐ Mecánica (hacha, sierra) cada _____ años

P38. ¿Qué hace con las zanjas? ☐ Quemarlas ☐ Apilarlas en la explotación ☐ Picarlas e incorporación al suelo
☐ Recuperar cárcavas ☐ Uso biomasa ☐ Otro: _____

Riego

P39. Si tiene sólo tiene olivos en secano, ¿Existen posibilidades de agua para regar sus olivos? ☐ Sí ☐ No
 (... y pasar al apartado de Fertilización)

P40. Si riega, ¿Qué técnica de riego emplea? ☐ Goteo superficial ☐ Goteo enterrado ☐ Micro-aspersión ☐ Superficie

P41. ¿El equipo de bombeo y el cabezal de riego son de su propiedad? ☐ Sí ☐ No

P42. ¿Pertenece a alguna comunidad de regantes? ☐ Sí ☐ No Si sí, ¿Cuál? _____

P43. Si tiene olivos en riego por goteo, ¿Empieza técnicas de fertilización? ☐ Sí ☐ No

P44. ¿Sigue un calendario fijo de riego? ☐ Sí ☐ No

P45. ¿Qué sistema sigue para saber cuándo y cuánto tiene que regar?

- ☐ Cálculo de las necesidades hídricas de los olivos ☐ Recomendaciones técnicas ☐ Según establece la Com. Reg.
☐ Sobre la base de la observación directa del olivar ☐ Otro: _____

P46. ¿Qué dosis media de riego aporta un año 'normal' a sus olivos? _____ m³/ha ó _____ l/árbol

Fertilización

P47. ¿Qué sistema emplea para planificar el abonado? ☐ Según la tradición ☐ Análisis foliar ☐ Análisis de suelo

- ☐ Reposición de las extracciones por cosecha tradición ☐ Otro: _____

P48. ¿Aporta estircol? ☐ Sí ☐ No Tipo estircol: _____ Cada _____ años Dosis: _____ kg/ha Dosis: _____ kgN/ha año

P49. ¿Qué tipo abono aporta al cultivo?

Tipo de abono	Cantidad o dosis (kg/ha o kg/árbol)	Aplicación	Comb. Aplic. (mes)	Nitrógeno (kg/ha)
Nitrato amónico		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Urea		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Nitrato potásico		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Cloruro potásico		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Fosfato monoamónico		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Fórmulas ternarias sólidas		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Superfosfato		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Sulfato amónico		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Fórmulas ternarias líquidas		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
Solución N 32		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha
		☐ Al suelo ☐ Foliar ☐ Fertirig.		_____ kgN/ha

Tratamientos fitosanitarios

P50. ¿Sigue un calendario fijo de tratamientos? ☐ Sí ☐ No

P51. Indique por favor los tratamientos que realiza habitualmente contra plagas un año 'normal' (prays y mosca):

Insecticidas mat. activa	Insecticidas Producto comercial	Dosis Prod. Comerc. (tratamiento)	Nº aplicac.	Comb. Aplic. (mes)	Dosis Mat. activa total
Deltametrin	DECS, DECS EXPERT, AUDACE	_____ l/ha			_____ g/ha
Dimetoato	ROGOR, QUMATO, ROMETAN	_____ l/ha			_____ g/ha
Fosmet	IMIDAN, FOSCAN, SUPRANIN	_____ l/ha			_____ g/ha
Alfa cipermetrin	SPINAGROFF, FASTAC, DOMINEX	_____ l/ha			_____ g/ha
Clorpirifos	PHYRINEX, DURSABANAL, DANFITO	_____ l/ha			_____ g/ha
		_____ l/ha			_____ g/ha
		_____ l/ha			_____ g/ha
		_____ l/ha			_____ g/ha

P52. Indique por favor los tratamientos que realiza habitualmente contra hongos un año 'normal' (repilo):

Fungicidas mat. activa	Fungicidas Producto comercial	Dosis Prod. Comerc. (tratamiento)	Nº aplicac.	Comb. Aplic. (mes)	Dosis Mat. activa total
Difenoconazol	NOBLE, SCORE, TAYCO	_____ l/ha			_____ g/ha
Dodina	SPILLIT FLOW, MELPREX	_____ l/ha			_____ g/ha
Hidróxido cúprico	BOKER, DANIS, DROU	_____ l/ha			_____ g/ha
Oxicloruro de cobre	ZINCUPROCOL, QUORUM	_____ l/ha			_____ g/ha
Oxiclor Cu+Mancozeb	DALTOSAN, CUPROSAN	_____ l/ha			_____ g/ha
Mancozeb	MICENEL, PENAFUD	_____ l/ha			_____ g/ha
Tebuconazol	FOUCUR, ORUS	_____ l/ha			_____ g/ha
		_____ l/ha			_____ g/ha
		_____ l/ha			_____ g/ha

P53. ¿Cree que su olivar está afectado de verficilosis? ☐ No ☐ No lo sé ☐ Sospecho que sí ☐ Sí (confirmado)

P54. En caso que 'creo que sí' o 'sí' ¿Qué porcentaje de olivos están afectados? ____ %

Recolección

P55. ¿Qué sistema de derribo de la aceituna utiliza? ☐ Vareo manual ☐ Vibrador de ramas ☐ Vibrador de troncos
☐ Recolección integral ☐ Otro: _____

P56. ¿Tras el derribo, quedan algunas aceitunas en el árbol? ☐ Sí ☐ No

P57. ¿Qué sistema de recolección de la aceituna emplea? ☐ Lonas/mantos manual ☐ Barredora mecánica
☐ Barredora neumática ☐ Recolección integral ☐ Otro: _____

DATOS PERSONALES

P58. Sexo (no preguntar) ☐ Hombre ☐ Mujer

P59. Edad: ____ años

P60. ¿Cuántos años lleva ejerciendo como olivicultor? ____ años (En caso de olivicultor 'de toda la vida' = Edad + 16 años)

P61. ¿Pertenece a alguna Organización Profesional Agraria? ☐ Sí ☐ No

P62. ¿Tiene usted hijos? ☐ No ☐ Sí (En caso afirmativo) ¿Cuántos? ____

P63. ¿Desempeña alguna otra actividad económica diferente a la agricultura? ☐ Sí ☐ No
¿Qué porcentaje de su renta depende de la actividad agraria? ____ %

P64. ¿Qué nivel general de estudios posee?

☐ Certificado de escolaridad ☐ Estudios primarios (EGB, ESO)
☐ Estudios secundarios (BUP, Bachiller, FP) ☐ Universitarios

P65. ¿Qué tipo de formación agraria tiene?

☐ Lo que he aprendido de mis padres y/o otros agricultores ☐ Cursos de extensión agraria o similar
☐ Formación profesional agraria o similar ☐ Estudios universitarios específicos

P66. ¿Cree usted que está garantizado el relevo de su explotación de olivar tras su jubilación?

☐ Seguro que sí ☐ Probablemente sí ☐ No lo sé ☐ Probablemente no ☐ Seguro que no

P67. ¿Cree usted que tras su jubilación seguirá en producción el olivar en su actual explotación?

☐ Seguro que sí ☐ Probablemente sí ☐ No lo sé ☐ Probablemente no ☐ Seguro que no

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo 2. Cuestionario de la encuesta a la población andaluza para determinar la ponderación de los ‘objetivos’ y los ‘principios’ de la sostenibilidad



LA OPINIÓN PÚBLICA SOBRE LA MULTIFUNCIONALIDAD DEL OLIVAR EN ANDALUCÍA

Municipio _____

Número _____

EL OLIVAR ANDALUZ

EXPLICAR LAS FUNCIONES DEL OLIVAR ANDALUZ

FUNCIONES ECONÓMICAS Mostrar *cartulina 1* con las funciones económicas y *cartulina 2* con los grados de intensidad.

A1	Función económica privada. Viabilidad explotaciones de olivar	3	5	7	9	Similar
	Función económica pública. Suficiencia alimentaria y generación de riqueza	3	5	7	9	

FUNCIONES SOCIO-CULTURALES Mostrar *cartulina 3* con las funciones socio-culturales y *cartulina 2* con los grados

B1	Función social. Contribución al desarrollo rural	3	5	7	9	Similar
	Función cultural. Conservación del patrimonio	3	5	7	9	

FUNCIONES AMBIENTALES Mostrar *cartulina 4* con las funciones ambientales y *cartulina 2* con los grados de intensidad.

C1	Función de mantenimiento de la biodiversidad	3	5	7	9	Similar
	Función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático	3	5	7	9	

FUNCIONES GLOBALES Mostrar *cartulina 5* con las funciones globales y *cartulina 2* con los grados de intensidad.

D1	Económicas	3	5	7	9	Similar
	Socio-culturales	3	5	7	9	

D2	Económicas	3	5	7	9	Similar
	Ambientales	3	5	7	9	

D3	Socio-culturales	3	5	7	9	Similar
	Ambientales	3	5	7	9	

T1. Sexo (no preguntar)

Sexo: Hombre ☐ 0 Mujer ☐ 1

T2. ¿Podría indicarme su edad?

Menos de 35 años ☐ 1 Entre 35 y 55 ☐ 2 Más de 55 años ☐ 3

T3. ¿Podría indicarme el nº de hijos que viven con Ud.? _____

T4. Tamaño del municipio de residencia (no preguntar)

<10.000 hab. ☐ 1 10.000-50.000 hab. ☐ 2 >50.000 hab. ☐ 3

T5. ¿Podría indicarme que nivel de estudios terminados tiene Ud.?

Sin estudios ☐ 1 Primarios (EGB, EP) ☐ 2 Secundarias (BUP, ESO, Bachiller, FP) ☐ 3 Universitarios ☐ 4

T6. ¿Cuáles son los ingresos netos que entran en su hogar al mes por todos los conceptos? (Es decir, incluyendo lo que aportan todos los miembros unidad familiar)

Menos de 1.000 € ☐ 1 1.000-2.000 € ☐ 2 2.001-3.000 € ☐ 3 3.001-4.000 € ☐ 4 Más de 4.000 € ☐ 5

Anexo 3. Relación de los indicadores de base con las variables estructurales de la explotación y las sociodemográficas de sus titulares

Coeficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables estructurales de la explotación: El sistema de olivar tradicional de sierra										
Indicador/ Variable	Superficie explotación (ha)	Superficie olivar total (ha)	Superficie olivar seco (ha)	Superficie olivar regadío (ha)	Número de parcelas	Edad de la plantación (años)	Densidad de plantación (árboles/ha)	Productividad media (kg/ha)	Pendiente del terreno (porcentaje)	Incidencia verticilosis (porcentaje árboles)
RENTOLIV					,304 (**)			,961 (**)	-,162 (*)	
VARRENT					-,249 (**)			-,728 (**)		-,187 (*)
INDADAP					,159 (*)			,214 (**)		
VALPROD					,294 (**)			,985 (**)	-,192 (*)	
VARVENTA							,160 (*)	-,234 (**)		-,165 (*)
CONAVAB					,303 (**)			,975 (**)	-,181 (*)	
PORCSUBV	,255 (**)	,252 (**)	,228 (**)		,203 (**)					
MOTOT	-,405 (**)	-,393 (**)	-,405 (**)		,155 (*)		-,258 (**)	,497 (**)		,248 (**)
PRODMO					,265 (**)			,860 (**)		
ABANDON							-,176 (*)			
MOFAMIL	-,614 (**)	-,609 (**)	-,572 (**)		-,272 (**)					
ACEVIRG					-,212 (**)		,248 (**)	-,257 (**)		-,233 (**)
OTROSCUL										
COBERT					-,155 (*)			-,199 (**)	,192 (*)	
PATRIMON	,418 (**)	,431 (**)	,390 (**)			,282 (*)		-,258 (**)		
NUMVAR	,280 (**)	,293 (**)	,252 (**)		,224 (**)					
INDIVERS										
RIESPEST								,483 (*)		
SUPNOCUL	,278 (**)	,298 (**)	,279 (**)					-,332 (**)	,168 (*)	
EROSION	,286 (**)	,297 (**)	,307 (**)					-,215 (**)	,772 (**)	
MATORG	,321 (**)	,318 (**)	,303 (**)		,274 (**)	,190 (*)				
BALNITRO				,211 (**)						
HERBICID										
USOAGUA	-,236 (**)	-,224 (**)	-,216 (**)					,164 (*)		
BALENERG								,758 (**)		

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A3.2

Coefficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables sociodemográficas del titular: El sistema de olivar tradicional de sierra

Indicador/ Variable	Edad (años)	Experiencia olivicultor (años)	Número de hijos	Porcentaje tiempo dedicado a agricultura	Trabajo familiar (UTA/ha)	Trabajo contratado (UTA/ ha)	Revelo generacional (porcentaje)	Nivel de estudios (1-4)
RENTOLIV					,184(*)			
VARRENT								
INDADAP	-,436(**)	-,197(*)					,417(**)	-,436(**)
VALPROD								
VARVENTA								
CONAVAB								
PORCSUBV			,164(*)		,205(**)		,173(*)	
MOTOT				,154(*)				
PRODMO					,227(**)			
ABANDON						,229(**)		
MOFAMIL		,156(*)	-,237(*)	,584(**)	-,924(**)		-,281(**)	
ACEVIRG			-,204(*)					
OTROSCUL								
COBERT						-,162(*)		
PATRIMON			,202(*)		,264(**)		,167(*)	
NUMVAR			,197(*)		,182(*)			
INDIVERS						-,149(*)		
RIESPEST								
SUPNOCUL								
EROSION								
MATORG			,228(*)		,264(**)	-,159(*)	,230(*)	
BALNITRO						-,177(*)		
HERBICID								
USOAGUA	---	---	---	---	---	---	---	---
BALENERG								

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

...Continuación

Explotación / Plantación		MOTOT	PRODIMO	ABANDON	MOFAMIL	ACEVIRG	OTROSCUL	COBERT	PATRIMON
Forma jurídica	Empresa individual	0,02	51.475	0,89	0,73	83,43	0,02	0,85	0,17
	Soc. coop. o mercantil	0,02	79.497	0,75	0,05	94,50	0,00	0,86	0,47
	Comunidad de bienes	0,02	69.544	0,93	0,37	70,84	0,01	0,50	0,20
	p-valor Kruskal-Wallis	0,549	0,345	0,563	0,001	0,187	0,752	0,014	0,051
Acogida a DO	Si	0,02	49.140	0,92	0,65	87,55	0,01	0,83	0,21
	No	0,02	53.759	0,87	0,73	81,39	0,02	0,83	0,16
	p-valor Mann-Whitney	0,013	0,789	0,256	0,153	0,027	0,395	0,871	0,068
	Si	0,02	53.674	0,89	0,71	82,55	0,02	0,83	0,17
Cooperativa	No	0,03	33.002	0,78	0,61	91,60	0,02	0,80	0,19
	p-valor Mann-Whitney	0,180	0,140	0,168	0,608	0,063	0,741	0,729	0,781
	Prod. convencional	0,03	54.505	0,88	0,75	80,59	0,02	0,80	0,14
	Prod. Integr./ecológ.	0,02	45.875	0,90	0,56	91,24	0,01	0,95	0,26
Sistema de producción	p-valor Mann-Whitney	0,000	0,511	0,865	0,002	0,000	0,963	0,004	0,000
Olivicultor									
Sexo	Hombre	0,02	52.399	0,88	0,70	83,17	0,02	0,83	0,17
	Mujer	0,03	58.689	1,00	1,00	76,67	0,00	1,00	0,07
	p-valor Mann-Whitney	0,449	0,481	0,322	0,070	0,279	0,624	0,309	0,190
	Si	0,02	59.361	0,88	0,51	84,09	0,03	0,77	0,20
Pertenece a OPA	No	0,02	49.807	0,89	0,78	82,65	0,02	0,86	0,16
	p-valor Mann-Whitney	0,612	0,432	0,556	0,000	0,916	0,409	0,046	0,077
	Certif. de escolaridad	0,02	46.741	0,91	0,78	83,99	0,02	0,79	0,14
	Estudios primarios	0,02	53.527	0,89	0,76	84,27	0,01	0,85	0,17
Formación general	Estudios secundarios	0,02	65.508	0,88	0,57	77,67	0,06	0,75	0,24
	Universitarios	0,02	46.738	0,83	0,45	82,20	0,03	0,97	0,19
	p-valor Kruskal-Wallis	0,112	0,112	0,727	0,000	0,867	0,214	0,044	0,072
	F. agraria: familia	0,02	50.457	0,91	0,73	82,92	0,01	0,83	0,15
Formación agraria	F. agraria: oficial	0,02	56.711	0,84	0,65	83,34	0,03	0,84	0,21
	p-valor Mann-Whitney	0,608	0,086	0,067	0,120	0,421	0,607	0,870	0,028

continúa...

...continuación

Explotación / Plantación		NUMVAR	INDIVERS	RIESPECT	OTROS-CUL	SUPNOCL	EROSION	MATORG	BALNITRO	HERBICID	USOAGUA	BALENERG
Forma jurídica	Empresa individual	2,30	0,63	3,046	0,02	0,11	31,14	0,70	8,60	805,37		7.171
	Soc. coop. o mercantil	1,50	0,64	1,628	0,00	0,01	62,28	1,00	5,00	980,43		6.007
	Comunidad de bienes	2,71	0,47	4,068	0,01	0,16	41,93	0,70	-0,81	1.013,21		6.240
	p-valor Kruskal-Wallis	0,390	0,316	0,326	0,752	0,929	0,039	0,093	0,730	0,635		0,526
	Sí	2,52	0,62	3,458	0,01	0,14	32,92	0,68	5,02	712,87		6,583
Acogida a DO	No	2,23	0,63	2,926	0,02	0,09	31,55	0,71	9,37	853,78		7,321
	p-valor Mann-Whitney	0,103	0,940	0,429	0,395	0,007	0,703	0,382	0,283	0,305		0,177
	Sí	2,34	0,63	3,130	0,02	0,11	31,51	0,70	7,76	821,03		7,195
Cooperativa	No	1,90	0,58	2,078	0,02	0,02	38,69	0,65	15,27	724,34		5,885
	p-valor Mann-Whitney	0,176	0,644	0,218	0,741	0,265	0,118	0,791	0,367	0,952		0,157
	Prod. convencional	2,26	0,62	3,426	0,02	0,07	30,73	0,68	10,11	896,38		7,612
Sistema de producción	Prod. integr./ecológ.	2,46	0,65	1,891	0,01	0,22	35,88	0,77	1,80	547,53		5,492
	p-valor Mann-Whitney	0,334	0,282	0,000	0,963	0,000	0,018	0,006	0,053	0,011		0,000
Olivicultor												
Sexo	Hombre	2,32	0,63	3,069	0,02	0,11	31,81	0,70	8,20	817,22		7,083
	Mujer	2,00	0,64	3,117	0,00	0,00	38,51	0,57	7,46	720,00		9,320
	p-valor Mann-Whitney	0,659	0,804	0,539	0,624	0,163	0,164	0,371	0,742	0,982		0,117
Pertenece a OPA	Sí	2,46	0,63	3,316	0,03	0,14	34,21	0,77	5,60	717,65		6,959
	No	2,25	0,63	2,973	0,02	0,09	31,02	0,67	9,20	854,12		7,185
	p-valor Mann-Whitney	0,200	0,401	0,942	0,409	0,094	0,295	0,015	0,464	0,039		0,534
Formación general	Certif. de escolaridad	2,00	0,61	3,645	0,02	0,12	33,72	0,63	7,92	836,77		7,158
	Estudios primarios	2,42	0,63	2,804	0,01	0,10	32,22	0,70	5,74	828,92		7,234
	Estudios secundarios	2,54	0,62	3,534	0,06	0,08	30,12	0,76	16,31	784,04		7,309
	Universitarios	2,35	0,64	2,223	0,03	0,13	28,39	0,78	9,36	745,43		6,328
	p-valor Kruskal-Wallis	0,108	0,999	0,188	0,214	0,950	0,714	0,025	0,419	0,884		0,586
Formación agraria	F. agraria: familia	2,20	0,63	3,027	0,01	0,10	31,72	0,67	6,62	815,93		7,284
	F. agraria: oficial	2,53	0,63	3,159	0,03	0,11	32,32	0,76	11,40	814,83		6,786
	p-valor Mann-Whitney	0,079	0,847	0,311	0,607	0,865	0,670	0,007	0,222	0,400		0,375

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A3.4

Coefficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables estructurales de la explotación: El sistema de olivar tradicional de campiña

Indicador/ Variable	Superficie explotación (ha)	Superficie olivar total (ha)	Superficie olivar seco (ha)	Superficie olivar regado (ha)	Número de parcelas	Edad de la plantación (años)	Densidad de plantación (árboles/ha)	Productividad media (kg/ha)	Pendiente del terreno (porcentaje)	Incidencia verticilis (porcentaje árboles)
RENTOLIV						,240 (**)		,982 (**)		
VARRENT								-,546 (**)		
INDADAP				,190 (*)					-,474 (**)	
VALPROD						,212 (*)		,995 (**)		
VARVENTA				-,207 (*)	-,184 (*)					
CONAVAB						,222 (*)		,983 (**)		
PORCSUBV					,188 (*)				,220 (*)	,189 (*)
MOTOT	-,198 (*)	-,225 (**)	-,250 (**)	,212 (*)		-,277 (**)				,317 (**)
PRODMO						,297 (**)		,932 (**)		
ABANDON										
MOFAMIL	-,636 (**)	-,634 (**)	-,639 (**)		-,322 (**)					
ACEVIRG				-,243 (**)	-,196 (*)				-,216 (*)	-,187 (*)
OTROSCUL	,220 (*)									
COBERT						,199 (*)				
PATRIMON	,266 (**)	,326 (**)	,314 (**)		,320 (**)	,297 (**)				-,188 (*)
NUMVAR	,333 (**)	,362 (**)	,377 (**)		,330 (**)			-,176 (*)		
INDIVERS										
RIESPEST	,178 (*)	,180 (*)	,195 (*)			,176 (*)		,403 (**)		-,174 (*)
SUPNOCUL	,237 (**)	,246 (**)	,247 (**)		,234 (**)					
EROSION	,196 (*)	,194 (*)	,190 (*)						,910 (**)	,192 (*)
MATORG						,199 (*)				
BALNITRO							,280 (**)	-,323 (**)		
HERBICID	,234 (**)	,225 (**)	,225 (**)							,314 (**)
USOAGUA										
BALENERG								,762 (**)		

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

Coeficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables sociodemográficas del titular: El sistema de olivar tradicional de campiña								
Indicador/ Variable	Edad (años)	Experiencia olivicultor (años)	Número de hijos	Porcentaje tiempo dedicado a agricultura	Trabajo familiar (UTA/ha)	Trabajo contratado (UTA/ha)	Revelo generacional (porcentaje)	Nivel de estudios (1-4)
RENTOLIV								
VARRENT								
INDADAP	-284(**)						,176(*)	-284(**)
VALPROD								
VARVENTA								
CONAVAB								
PORCSUBV								
MOTOT					-1,180(*)		-1,197(*)	
PRODMO								
ABANDON	,204(*)					,284(**)		,204(*)
MOFAMIL		,247(**)	-1,171(*)	,338(**)	-894(**)		-297(**)	
ACEVIRG								
OTROSCUL			,188(*)		,227(**)			
COBERT								
PATRIMON								
NUMVAR					,212(*)		,206(*)	
INDIVERS				-224(**)				
RIESPEST					,205(*)		,280(**)	
SUPNOCUL	,173(*)							,173(*)
EROSION								
MATORG								
BALNITRO								
HERBICID					,211(*)			
USOAGUA								
BALENERG								

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A3.6

Análisis de la varianza para la determinación de diferencias entre los indicadores de base en función de las variables estructurales de la explotación y sociodemográficas del titular: El sistema de olivar tradicional de campiña

Explotación / Plantación		RENTOLIV	VARRENT	INDADAP	VALPROD	VARVENTA	CONVAB	PORCSUBV
Forma jurídica	Empresa individual	1.904	0,19	0,43	2.006	0,19	1.728	0,33
	Soc. coop. o mercantil	1.541	0,20	0,34	1.746	0,19	1.461	0,32
	Comunidad de bienes	1.777	0,19	0,46	1.878	0,19	1.592	0,33
	p-valor Kruskal-Wallis	0,390	0,316	0,326	0,752	0,929	0,039	0,093
Acogida a DO	Sí	1.406	0,19	0,46	1.630	0,19	1.386	0,33
	No	2.049	0,19	0,42	2.111	0,19	1.820	0,33
Cooperativa	p-valor Mann-Whitney	0,020	0,379	0,156	0,005	0,623	0,016	0,500
	Sí	1.888	0,19	0,43	1.991	0,19	1.711	0,33
	No	1.913	0,19	0,45	2.013	0,18	1.746	0,33
	p-valor Mann-Whitney	0,952	0,766	0,825	0,948	0,488	0,976	0,128
Sistema de producción	Prod. integr./ecológ.	1.889	0,19	0,43	1.993	0,19	1.712	0,33
	Prod. convencional	1.898	0,19	0,39	1.946	0,19	1.740	0,33
	p-valor Mann-Whitney	0,626	0,473	0,645	0,787	0,365	0,607	0,239
Olivicultor								
Sexo	Hombre	1.894	0,19	0,43	1.995	0,19	1.716	0,33
	Mujer	1.298	0,20	0,67	1.530	0,19	1.272	0,32
	p-valor Mann-Whitney	0,752	0,195	0,165	0,737	0,165	0,707	0,105
Pertenece a OPA	Sí	2.001	0,19	0,49	2.100	0,19	1.788	0,33
	No	1.855	0,19	0,41	1.959	0,19	1.690	0,33
	p-valor Mann-Whitney	0,852	0,900	0,025	0,853	0,705	0,898	0,720
Formación general	Certif. de escolaridad	1.531	0,19	0,40	1.759	0,19	1.489	0,33
	Estudios primarios	2.222	0,19	0,42	2.215	0,19	1.933	0,33
	Estudios secundarios	1.942	0,19	0,47	2.040	0,19	1.742	0,33
	Universitarios	1.503	0,20	0,49	1.678	0,19	1.422	0,33
	p-valor Kruskal-Wallis	0,024	0,146	0,239	0,019	0,315	0,027	0,474
Formación agraria	F. agraria: familia	1.869	0,19	0,37	1.972	0,19	1.699	0,33
	F. agraria: oficial	1.915	0,19	0,50	2.017	0,19	1.730	0,33
	p-valor Mann-Whitney	0,935	0,591	0,000	0,780	0,816	0,924	0,746

continúa...

Explotación / Plantación		NUMVAR	INDIVERS	RIESPEST	OTROS-CUL	SUPNOCL	EROSION	MATORG	BALNITRO	HERBICID	USOAGUA	BALENERG
Forma jurídica	Empresa individual	2,08	0,49	5,287	0,04	0,02	8,61	0,63	-1,82	569,85		8,771
	Soc. coop. o mercantil	3,00	0,64	4,172	0,00	0,00	3,54	0,49	-27,47	601,68		9,261
	Comunidad de bienes	2,46	0,57	5,280	0,06	0,00	11,56	0,79	11,31	668,69		6,981
	p-valor Kruskal-Wallis	0,349	0,190	0,984	0,737	0,837	0,512	0,171	0,794	0,483		0,348
Acogida a DO	Sí	2,76	0,53	4,043	0,04	0,02	7,81	0,63	4,35	662,60		7,584
	No	1,91	0,48	5,686	0,05	0,02	9,21	0,65	-2,40	552,40		8,935
	p-valor Mann-Whitney	0,001	0,430	0,015	0,491	0,323	0,166	0,711	0,150	0,124		0,070
	Sí	2,10	0,49	5,369	0,05	0,02	8,81	0,64	-2,19	564,56		8,569
Cooperativa	No	2,43	0,64	3,639	0,00	0,00	9,76	0,65	25,69	853,09		9,153
	p-valor Mann-Whitney	0,747	0,284	0,272	0,230	0,354	0,778	0,955	0,636	0,096		0,778
	Prod. convencional	2,09	0,49	5,248	0,05	0,02	8,86	0,64	-0,52	585,17		8,597
	Prod. integr./ecológ.	3,25	0,51	6,239	0,04	0,00	8,98	0,73	-7,52	405,00		8,706
Sistema de producción	p-valor Mann-Whitney	0,021	0,531	0,317	0,706	0,489	0,900	0,678	0,932	0,362		0,833
Olivicultor												
Sexo	Hombre	2,13	0,49	5,299	0,05	0,02	8,91	0,64	-0,82	578,30		8,629
	Mujer	1,00	0,64	2,478	0,00	0,00	1,58	1,00	11,00	770,35		4,738
	p-valor Mann-Whitney	0,361	0,827	0,406	0,842	0,902	0,256	0,226	0,737	0,481		0,346
	Sí	2,65	0,59	5,107	0,05	0,00	7,65	0,70	3,83	576,75		8,920
Pertenece a OPA	No	1,96	0,46	5,330	0,05	0,02	9,23	0,63	-2,11	580,66		8,503
	p-valor Mann-Whitney	0,002	0,008	0,232	0,961	0,742	0,226	0,255	0,608	0,610		0,670
	Certif. de escolaridad	1,80	0,51	3,375	0,05	0,04	7,36	0,63	-4,48	421,06		8,023
	Estudios primarios	2,17	0,44	6,448	0,05	0,01	10,17	0,64	1,17	731,28		9,180
Formación general	Estudios secundarios	2,27	0,54	6,116	0,04	0,00	9,47	0,60	-0,26	545,88		9,383
	Universitarios	2,67	0,60	4,703	0,01	0,03	6,76	0,82	2,53	513,38		6,264
	p-valor Kruskal-Wallis	0,075	0,152	0,001	0,808	0,071	0,220	0,159	0,912	0,141		0,073
	F. agraria: familia	1,96	0,46	4,544	0,04	0,03	9,68	0,61	-2,71	532,39		8,621
Formación agraria	F. agraria: oficial	2,33	0,54	6,227	0,06	0,01	7,92	0,68	1,84	640,98		8,573
	p-valor Mann-Whitney	0,057	0,185	0,070	0,483	0,490	0,245	0,261	0,686	0,512		0,971

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A3.7

Coefficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables estructurales de la explotación:
El sistema de olivar de regadío semi-intensivo

Indicador/ Variable	Superficie explotación (ha)	Superficie olivar total (ha)	Superficie olivar secoano (ha)	Superficie olivar regadío (ha)	Número de parcelas	Edad de la plantación (años)	Densidad de plantación (árboles/ha)	Productividad media (kg/ha)	Pendiente del terreno (porcentaje)	Incidencia verticilosis (porcentaje árboles)
RENTOLIV			-,320 (**)					,909 (**)		
VARRENT								-,245 (*)		
INDADAP									-,618 (**)	
VALPROD			-,255 (*)					,925 (**)		
VARVENTA										
CONAVAB			-,319 (**)					,903 (**)		
PORCSUBV			-,302 (**)							
MOTOT									,203 (*)	
PRODMO			-,279 (**)					,803 (**)		
ABANDON										
MOFAMIL	-,564 (**)	-,564 (**)	-,218 (*)	-,542 (**)	-,416 (**)		,205 (*)			
ACEVIRG			,296 (**)							
OTROSCUL	,357 (**)	,248 (*)		,259 (**)						
COBERT			-,299 (**)							
PATRIMON	,233 (*)	,217 (*)			,310 (**)	,340 (**)				
NUMVAR			,297 (**)		,259 (**)					
INDIVERS	,206 (*)	,218 (*)								
RIESPEST		,206 (*)	,252 (*)							
SUPNOCUL	,306 (**)	,262 (**)		,279 (**)						
EROSION									,950 (**)	
MATORG	,206 (*)	,226 (*)		,215 (*)	,220 (*)					
BALNITRO			,226 (*)					-,330 (**)		
HERBICID										
USOAGUA										
BALENERG		-,211 (*)	-,333 (**)		-,253 (*)			,598 (**)		

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A3.8

Coefficientes de correlación rho de Spearman significativos entre indicadores de base y variables sociodemográficas del titular: El sistema de olivar de regadío semi-intensivo

Indicador/ Variable	Edad (años)	Experiencia olivicultor (años)	Número de hijos	% tiempo dedicado a agricultura	Trabajo familiar (UTA/ha)	Trabajo contratado (UTA/ ha)	Revelo generacional (%)	Nivel de estudios (1-4)
RENTOLIV							,205(*)	
VARRENT			-,209(*)		-,247(*)			
INDADAP	-,427(**)	-,322(**)					,244(*)	-,427(**)
VALPROD							,199(*)	
VARVENTA					-,252(*)			
CONAVAB							,202(*)	
PORCSUBV	-,269(**)							-,269(**)
MOTOT		,217(*)						
PRODMO		-,262(**)					,208(*)	
ABANDON						,396(**)		
MOFAMIL		,204(*)			-,905(**)			
ACEVIRG	,229(*)			,548(**)			-,198(*)	
OTROSCUL			,281(**)		,277(**)			,229(*)
COBERT				,252(*)				
PATRIMON			,256(*)					
NUMVAR		-,278(**)						
INDIVERS								
RIESPEST							-,204(*)	
SUPNOCUL								
EROSION								
MATORG								
BALNITRO								
HERBICID		-,257(*)						
USOAGUA								
BALENERG								

(**) Correlación significativa al nivel 0,01; (*) correlación significativa al nivel 0,05. No se reportan las correlaciones no significativas.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la varianza para la determinación de diferencias entre los indicadores de base en función de las variables estructurales de la explotación y sociodemográficas del titular: El sistema de olivar de regadío semi-intensivo											
Explotación / Plantación		RENTOLIV	VARRENT	INDADAP	VALPROD	VARVENTA	CONVAB	PORCSUBV			
Forma jurídica	Empresa individual	2.364	0,19	0,58	2.546	0,18	2.117	0,33			
	Soc. coop. o mercantil	1.893	0,22	0,72	2.302	0,22	1.708	0,34			
	Comunidad de bienes	2.060	0,16	0,66	2.309	0,16	1.883	0,28			
	p-valor Kruskal-Wallis	0,665	0,294	0,032	0,708	0,318	0,595	0,389			
	Si	2.143	0,18	0,61	2.382	0,18	1.949	0,31			
Acogida a DO	No	2.377	0,19	0,58	2.556	0,18	2.125	0,33			
	p-valor Mann-Whitney	0,597	0,328	0,264	0,543	0,252	0,578	0,838			
Cooperativa	Si	2.301	0,19	0,60	2.505	0,18	2.069	0,32			
	No	2.569	0,19	0,53	2.668	0,19	2.265	0,33			
Sistema de producción	p-valor Mann-Whitney	0,379	0,816	0,053	0,934	0,322	0,351	0,596			
	Prod. convencional	2.339	0,19	0,59	2.527	0,18	2.097	0,33			
	Prod. integr./ecológ.	2.044	0,19	0,40	2.504	0,19	1.856	0,33			
	p-valor Mann-Whitney	0,788	0,646	0,081	0,869	0,606	0,768	0,444			
Olivicultor											
Sexo	Hombre	2.305	0,19	0,59	2.505	0,18	2.074	0,33			
	Mujer	3.847	0,19	0,68	3.562	0,19	3.103	0,33			
	p-valor Mann-Whitney	0,023	0,660	0,228	0,015	0,371	0,030	0,200			
	Si	2.333	0,19	0,59	2.555	0,19	2.084	0,33			
	No	2.339	0,18	0,59	2.508	0,18	2.101	0,32			
Pertenece a OPA	p-valor Mann-Whitney	0,908	0,531	0,957	0,874	0,605	0,880	0,306			
	Certif. de escolaridad	2.202	0,18	0,54	2.430	0,17	2.015	0,31			
Formación general	Estudios primarios	2.189	0,19	0,58	2.437	0,18	2.000	0,33			
	Estudios secundarios	2.609	0,20	0,62	2.701	0,19	2.256	0,33			
	Universitarios	2.831	0,19	0,63	2.832	0,18	2.441	0,33			
	p-valor Kruskal-Wallis	0,124	0,179	0,109	0,132	0,198	0,130	0,565			
	F. agraria: familia	2.281	0,19	0,56	2.483	0,18	2.062	0,33			
Formación agraria	F. agraria: oficial	2.406	0,19	0,62	2.580	0,18	2.135	0,32			
	p-valor Mann-Whitney	0,622	0,351	0,004	0,600	0,479	0,789	0,826			

continúa...

continúa...

...continuación

Explotación / Plantación		MOTOT	PRODIMO	ABANDON	MOFAMIL	ACEVIRG	OTROSCUL	COBERT	PATRIMON
Forma jurídica	Empresa individual	0,03	91.686	0,86	0,74	74,91	0,04	0,55	0,10
	Soc. coop. o mercantil	0,03	75.996	0,38	0,66	43,48	0,13	0,29	0,05
	Comunidad de bienes	0,02	89.934	0,92	0,67	78,12	0,07	0,33	0,09
	p-valor Kruskal-Wallis	0,204	0,639	0,075	0,883	0,606	0,413	0,306	0,390
Acogida a DO	Si	0,03	83.363	0,87	0,74	73,11	0,02	0,77	0,12
	No	0,03	92.900	0,85	0,73	74,75	0,05	0,48	0,10
	p-valor Mann-Whitney	0,571	0,636	0,809	0,878	0,678	1,000	0,002	0,181
	Si	0,03	90.352	0,85	0,74	74,10	0,05	0,54	0,10
Cooperativa	No	0,03	97.283	0,88	0,69	76,92	0,01	0,50	0,09
	p-valor Mann-Whitney	0,562	0,384	0,262	0,860	0,492	0,340	0,650	0,781
	Prod. convencional	0,03	91.370	0,86	0,74	74,31	0,04	0,54	0,10
	Prod. integr./ecológ.	0,03	80.724	0,75	0,05	90,00	0,52	0,27	0,11
Sistema de producción	p-valor Mann-Whitney	0,970	0,869	0,525	0,061	0,404	0,040	0,646	0,889
Olivicultor									
Sexo	Hombre	0,03	89.215	0,86	0,74	74,15	0,05	0,53	0,10
	Mujer	0,03	190.588	0,75	0,50	90,00	0,00	0,71	0,11
	p-valor Mann-Whitney	0,950	0,182	0,611	0,643	0,165	0,710	0,477	0,780
	Si	0,03	90.888	0,85	0,63	73,19	0,10	0,54	0,11
Pertenece a OPA	No	0,03	91.496	0,86	0,80	75,26	0,02	0,53	0,09
	p-valor Mann-Whitney	0,454	0,508	0,667	0,005	0,435	0,001	0,921	0,072
	Certif. de escolaridad	0,03	83.028	0,91	0,85	80,74	0,04	0,48	0,09
	Estudios primarios	0,03	85.323	0,86	0,74	73,44	0,04	0,57	0,11
Formación general	Estudios secundarios	0,03	104.568	0,82	0,69	69,37	0,05	0,52	0,08
	Universitarios	0,03	110.486	0,81	0,60	82,70	0,09	0,46	0,10
	p-valor Kruskal-Wallis	0,748	0,103	0,367	0,748	0,598	0,417	0,638	0,363
	F. agraria: familia	0,03	89.514	0,84	0,80	73,61	0,03	0,50	0,09
Formación agraria	F. agraria: oficial	0,03	93.448	0,88	0,66	75,53	0,07	0,58	0,11
	p-valor Mann-Whitney	0,688	0,513	0,661	0,015	0,913	0,040	0,196	0,521

continúa...

Anexo 4. Caracterización de los grupos homogéneos resultantes de la aplicación del análisis de conglomerados

CUADRO A4.1
Caracterización básica de los grupos de explotaciones de olivar: variables métricas

SISTEMA DE OLIVAR																
Explotación	Tradicional de sierra					Tradicional de campaña					Regadío 'semi-intensivo'					
	TS2	TS3	TS1	Total	F	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	t	p-valor	RSI2	RSI1	Total	t
Superficie total explotación (ha)	15,7	26,1	16,9	18,0	1,99	0,140	G ₁ =G ₂ =G ₃	21,7	14,1	19,6	1,22	0,224	23,2	14,7	20,3	1,05
Superficie de olivar (ha)	15,4	24,4	16,4	17,4	1,68	0,189	G ₁ =G ₂ =G ₃	19,8	14,7	18,4	0,87	0,383	19,0	13,8	17,2	0,92
Edad de la plantación (años)	146	103	140	136	2,45	0,090	G ₁ =G ₂ =G ₃	102	126	109	-1,07	0,285	86	126	100	-1,66
Densidad de plantación (árboles/ha)	106	105	110	107	0,45	0,637	G ₁ =G ₂ =G ₃	97	96	97	0,20	0,840	97	100	98	-0,59
Prod. media (kg aceitunas/ha-año)	3.137	1.401	5.563	3.393	205,27	0,000	G ₃ >G ₂ >G ₁	3.628	7.332	4.659	-16,64	0,000	5.343	7.682	6.146	-10,52
Pendiente media	21,8	24,0	18,8	21,5	2,12	0,123	G ₁ =G ₂ =G ₃	5,3	4,6	5,1	1,15	0,252	4,6	4,5	4,6	0,09
% árboles afectados por verticilosis	0,6	0,4	1,4	0,8	1,56	0,212	G ₁ =G ₂ =G ₃	1,5	1,3	1,5	0,17	0,864	4,0	3,0	3,7	0,75
Olivicultor	TS2	TS3	TS1	Total	F	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	t	p-valor	RSI2	RSI1	Total	t
Edad (años)	51	51	48	50,2	1,52	0,221	G ₁ =G ₂ =G ₃	54	50	52,5	1,60	0,113	51	50	50,8	0,78
Experiencia como olivicultor (años)	26	24	24	25,2	0,56	0,574	G ₁ =G ₂ =G ₃	25	25	25,4	0,01	0,994	26	23	25,4	1,04
% de su tiempo dedicado agricultura	42	38	46	42,1	0,44	0,644	G ₁ =G ₂ =G ₃	51	52	51,4	-0,07	0,947	55	55	54,7	0,04
Relevé en la explotación (escala 1= seguro que no a 5= seguro que sí)	2,5	2,3	2,5	2,5	0,38	0,683	G ₁ =G ₂ =G ₃	2,8	2,6	2,7	0,66	0,509	2,6	2,2	2,4	1,31
Tamaño del grupo (nº de explotaciones)	100	34	43	177				96	37	133			65	34	99	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A4.2

Caracterización básica de los grupos de explotaciones de olivar: variables categóricas

		SISTEMA DE OLIVAR													
		Tradicional de sierra							Tradicional de campiña						
		TS2	TS3	TS1	Total	χ^2	p-valor	TC2	TC1	Total	χ^2	p-valor	RS2	RS1	Total
Explotación		TS2	TS3	TS1	Total	χ^2	p-valor	TC2	TC1	Total	χ^2	p-valor	RS2	RS1	Total
Acogida a DOP															
Si	32%	21%	21%	27%	27%	2,77	0,250	29%	14%	25%	3,51	0,061	15%	21%	17%
No	68%	79%	79%	73%	73%			71%	86%	75%			85%	79%	83%
Sistema de producción															
Convencional	75%	65%	91%	77%	77%	7,64	0,022	97%	97%	97%	0,016	0,898	98%	100%	99%
Integrada o ecológica	25%	35%	9%	23%	23%			3%	3%	3%			2%	0%	1%
Olivicultor	TS2	TS3	TS1	Total	χ^2	p-valor	TC2	TC1	Total	χ^2	p-valor	RS2	RS1	Total	χ^2
Pertenece a OPA															
Si	24%	24%	42%	28%	28%	5,20	0,074	21%	30%	23%	1,18	0,277	38%	38%	38%
No	76%	76%	58%	72%	72%			79%	70%	77%			62%	62%	62%
Pertenece a cooperativa															
Si	94%	91%	98%	94%	94%	1,56	0,459	95%	95%	95%	0,002	0,964	89%	82%	87%
No	6%	9%	2%	6%	6%			5%	5%	5%			11%	18%	13%
Formación general															
Cert. escolaridad	27%	35%	23%	28%	28%	4,12	0,660	34%	22%	31%	9,44	0,024	18%	12%	16%
Estudios primarios	49%	44%	47%	47%	47%			34%	57%	41%			58%	44%	54%
Estudios secundarios	15%	6%	16%	14%	14%			19%	22%	20%			17%	32%	22%
Universitarios	9%	15%	14%	11%	11%			13%	0%	9%			6%	12%	8%
Form. agraria:															
Experiencia familiar	66%	76%	63%	67%	67%	1,77	0,412	58%	51%	56%	0,53	0,467	63%	41%	56%
Extensión, PF o universitaria	34%	24%	37%	33%	33%			42%	49%	44%			37%	59%	44%
Tamaño del grupo (nº de explotaciones)	100	34	43	177	177			96	37	133			65	34	99

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A4.3

Caracterización básica de los grupos de explotaciones de olivar: indicadores básicos de sostenibilidad

SISTEMA DE OLIVAR																	
Tradicional de sierra					Tradicional de campaña												
Función económica privada																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
RENTOLIV	1.104	114	2.507	1.255	130,7	0,000	$G_3 > G_2 > G_2$	1.238	3.578	1.889	33	0,000	1.759	3.441	2.336	29	0,000
VARRENT	0.195	0.207	0.189	0.196	69,9	0,000	$G_3 > G_2 > G_3$	0.193	0.188	0.192	908	0,000	0.186	0.189	0.187	647	0,001
INDADAP	0.194	0.161	0.243	0.200	10,5	0,005	$G_3 > G_2 > G_2$	0.424	0.448	0.430	1644	0,506	0.580	0.602	0.587	953	0,261
Función económica pública																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
VALPROD	1.337	553	2.380	1.440	131,7	0,000	$G_3 > G_1 > G_2$	1.546	3.148	1.992	30	0,000	2.156	3.234	2.526	34	0,000
VARVENTA	0.187	0.184	0.185	0.187	6,4	0,040	$G_1 = G_3 > G_2$	0.186	0.185	0.186	1769	0,972	0.182	0.186	0.183	916	0,161
CONAVAB	1.139	441	2.120	1.243	131,3	0,000	$G_3 > G_1 > G_2$	1.281	2.833	1.712	29	0,000	1.713	2.824	2.095	38	0,000
PORCSUBV	0.35	0.37	0.33	0.35	2,1	0.352	$G_1 = G_2 = G_3$	0.33	0.33	0.33	1542	0,238	0.32	0.33	0.33	888	0,107
Función social (contribución al desarrollo rural)																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
MOTOT	0.024	0.021	0.027	0.024	30,2	0,000	$G_3 > G_1 > G_2$	0.026	0.025	0.026	1629	0,459	0.027	0.026	0.027	1014	0,500
PRODMO	48.018	7.014	98.913	52.506	106,6	0,000	$G_3 > G_2 > G_2$	49.759	146.036	76.543	145	0,000	68.160	135.429	91.262	156	0,000
ABANDON	0.888	0.860	0.901	0.886	0,2	0.921	$G_1 = G_2 = G_3$	0.891	0.899	0.893	1727	0,748	0.858	0.853	0.856	1078	0,810
MOFAMIL	0.701	0.765	0.672	0.706	2,3	0.320	$G_1 = G_2 = G_3$	0.709	0.733	0.716	1678	0,615	0.748	0.706	0.734	1025	0,542

continúa...

...continuación

SISTEMA DE OLIVAR																	
Tradicional de sierra					Tradicional de campaña					Regadío 'semi-intensivo'							
Función cultural (conservación del patrimonio)																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
ACEVIRG	82,3	85,3	83,1	83,1	4,1	0,126	$G_1=G_2=G_3$	81,0	85,5	82,3	1542	0,238	75,6	72,3	74,5	915	0,160
OTROSCUL	0,017	0,024	0,025	0,021	0,4	0,829	$G_1=G_2=G_3$	0,049	0,038	0,046	1762	0,913	0,048	0,047	0,048	1043	0,472
COBERT	0,831	0,870	0,801	0,831	1,0	0,606	$G_1=G_2=G_3$	0,372	0,494	0,406	1357	0,033	0,477	0,640	0,533	822	0,033
PATRIMON	0,178	0,194	0,132	0,170	2,7	0,256	$G_1=G_2=G_3$	0,099	0,125	0,106	1578	0,223	0,100	0,097	0,099	1064	0,648
Función de conservación de la biodiversidad																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
NUMVAR	2,260	2,441	2,326	2,311	1,3	0,514	$G_1=G_2=G_3$	2,177	1,973	2,120	1604	0,362	1,738	1,765	1,747	1094	0,930
INDIVERS	0,616	0,640	0,637	0,626	4,4	0,110	$G_1=G_2=G_3$	0,515	0,441	0,495	1618	0,315	0,593	0,583	0,590	1000	0,396
RIESPEST	3,171	1,356	4,192	3,070	34,0	0,000	$G_3>G_1>G_2$	4,280	7,869	5,278	1057	0,000	3,560	3,870	3,666	1087	0,894
OTROSCUL	0,017	0,024	0,025	0,021	0,4	0,829	$G_1=G_2=G_3$	0,049	0,038	0,046	1762	0,913	0,0482	0,0467	0,0477	1043	0,472
SUPNOCUL	0,102	0,194	0,051	0,107	7,5	0,024	$G_2>G_1=G_3$	0,014	0,028	0,018	1659	0,270	0,0053	0,0046	0,0050	1071	0,596
Función de mantenimiento de los recursos naturales																	
	TS2	TS3	TS1	Total	Kruskal	p-valor	Dif.	TC2	TC1	Total	Mann	p-valor	RSI2	RSI1	Total	Mann	p-valor
EROSION	32,2	36,5	27,7	31,9	6,7	0,035	$G_1=G_2>G_3$	9,3	7,7	8,9	1577	0,318	8,7	9,6	9,0	1054	0,707
MATORG	0,68	0,69	0,74	0,70	1,4	0,506	$G_1=G_2=G_3$	0,64	0,65	0,64	1621	0,428	0,70	0,73	0,71	1023	0,528
BALNITRO	9,6	6,2	6,6	8,2	0,7	0,691	$G_1=G_2=G_3$	6,1	-18,4	-0,7	1192	0,003	5,2	-31,2	-7,3	638	0,001
HERBICID	931	485	808	816	12,5	0,002	$G_1=G_2>G_2$	538	689	580	1670	0,591	778	955	839	905	0,139
USOAGUA													661	734	686	990	0,376
BALENERG	6,724	3,964	10,540	7,121	85,2	0,000	$G_3>G_2>G_2$	6,783	13,314	8,600	220	0,000	8,256	13,305	9,990	368	0,000

Fuente: Elaboración propia.



Bibliografía

Capítulo X

Bibliografía

- AEMO, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS DEL OLIVO (2010) *Aproximación a los costes del cultivo del olivo. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO. AEMO, Córdoba.*
- AGUARÓN, J. y MORENO-JIMÉNEZ, J.M. (2000) "Stability intervals in the analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*, 125(1), pp. 114-133.
- ALDANONDO, A. y CASANOVAS, V. (2009) "Análisis espacial del abandono de explotaciones agrarias en Navarra". *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 222, pp. 73-102.
- ALONSO, A.M. y GUZMÁN, G.I. (2006) "Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional". *Agroecología*, 1, pp. 63-73.
- ALVAREZ, A. y ARIAS, C. (2004) "Technical efficiency and farm size: a conditional analysis". *Agricultural Economics*, 30(3), pp. 241-250.
- AMORES, A.F. y CONTRERAS, I. (2009) "New approach for the assignment of new European agricultural subsidies using scores from data envelopment analysis: Application to olive-growing farms in Andalusia (Spain)". *European Journal of Operational Research*, 193(4), pp. 718-729.
- ANDERSEN, E.; ELBERSEN, B.; GODESCHALK, F. y VERHOOG, D. (2007) "Farm management indicators and farm typologies as a basis for assessments in a changing policy environment". *Journal of Environmental Management*, 82(3), pp. 353-362.
- ANDREOLI, M. y TELLARINI, V. (2000) "Farm sustainability evaluation: methodology and practice". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77(1), pp. 43-52.
- ANTA, J.L.; PALACIOS, J. y GUERRERO, J. (ed.) (2005) *La cultura del olivo. Ecología, economía sociedad. Universidad de Jaén, Jaén.*

- ARRIAZA, M. (2010) "El paisaje agrario y su contribución al bienestar social". En: *FUNDACIÓN DE ESTUDIOS RURALES* (ed.) *Agricultura Familiar en España 2010*. Fundación de Estudios Rurales, Madrid, pp. 94-102.
- ARRIAZA, M.;
CAÑAS ORTEGA, J.F.;
CAÑAS MADUEÑO, J.A.
y RUIZ, P. (2004) "Assessing the visual quality of rural landscapes". *Landscape and Urban Planning*, 69(1), pp. 115-125.
- ARRIAZA, M;
GÓMEZ-LIMÓN, J.A.;
KALLAS, Z y
NEKHAY, O (2008) "Demand for non-commodity outputs from mountain olive groves". *Agricultural Economics Review*, 9(1), pp. 5-23.
- ATANCE, I. y
TIÓ, C. (2000) "La multifuncionalidad de la agricultura: Aspectos económicos e implicaciones sobre la política agraria". *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 189, pp. 29-48.
- ATANCE, I.;
GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y
BARREIRO, J. (2006) "El reto de la multifuncionalidad agraria: Oferta de bienes privados y públicos en el Sur de Palencia". *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 210, pp. 155-200.
- BACHER, J. (2000) "A probabilistic clustering model for variables of mixed type". *Quality and Quantity*, 34, pp. 223-235.
- BAKER, S. (1997) *The Politics of sustainable development: Theory, policy, and practice within the European Union*. Taylor & Francis, London.
- BALDOCK, D.;
BEAUFOY, G.;
BENNETT, G. y
CLARK, J. (1993) *Nature conservation and new directions in the Common Agricultural Policy*. IEEP, London.
- BARBA-ROMERO, S. y
POMEROL, J.C. (1997) *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.
- BAREA, F. y
RUIZ AVILÉS, P. (2009) "Estrategias de futuro para el sector oleícola andaluz". En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en*

- Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 151-174.
- BARRANCO, D. (2008) "Variedades y patrones". En: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. y RALLO, L. (eds.) *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid, pp. 61-92.
- BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. y RALLO, L. (2008) *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid.
- BARZILAI, J y GOLANI, B. (1994) "AHP rank reversal, normalization and aggregation rules". *INFOR*, 32, pp. 57-63.
- BARZILAI, J. (1997) "Deriving weights from pairwise comparison matrices". *Journal of the Operational Research Society*, 48(6), pp. 1226-1232.
- BARZILAI, J.; COOK, W.D. y GOLANY, B. (1987) "Consistent weights for judgements matrices of the relative importance of alternatives". *Operations Research Letters*, 6(3), pp. 131-134.
- BEAUFOY, G. y COOPER, T. (2009) *The application of the High Nature Value Impact Indicator*. European Evaluation Network for Rural Development, European Commission's Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Brussels.
- BEAUFOY, G. y PIENKOWSKI, M. (2000) *The environmental impact of olive oil production in the European Union: practical options for improving the environmental impact*. European Forum on Nature Conservation and Pastoralism y Asociación para el Análisis y Reforma de la Política Agro-rural. European Commission, Brussels.
- BEAUFOY, G.; BALDOCK, D. y CLARK, J. (1994) *The nature of farming: Low intensity farming systems in nine European countries*. IEEP, London.
- BECKER, B. (1997) *Sustainability assessment: a review of values, concepts and methodological approaches, issues in agriculture n° 10*. CGIAR-World Bank, Washington.

- BELL, S. y MORSE, S. (2008) *Sustainability indicators. Measuring the incommensurable?* Earthscan, London.
- BERBEL, J. y GUTIÉRREZ, C. (eds.) (2005) *Sustainability of European Irrigated Agriculture under Water Framework Directive and Agenda 2000.* European Commission, Brussels.
- BIGNAL, E.M. y McCracken, D.I. (2000) "The nature conservation value of European traditional farming systems". *Environmental Reviews*, 8, pp. 149-171.
- BLAIKIE, P. y BROOKFIELD, H. (1987) *Land degradation and society.* Methuen, London.
- BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN P. y van der WERF, H. M. G. (1997) "Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems". *European Journal of Agronomy*, 7(1-3), pp. 261-270.
- BÖHRINGER, C. y JOCHEM, P. (2007) "Measuring the immeasurable - A survey of sustainability indices". *Ecological Economics*, 63(1), pp. 1-8.
- BOSSEL, H. (2001) "Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets". *Conservation Ecology*, 5(2), pp. 1-12.
- BROUWER, F. (ed.) (2004) *Sustaining agriculture and the rural environment. Governance, policy and multifunctionality.* Edward Elgar, London.
- BROUWER, F. y CRABTREE, B. (eds.) (1999) *Environmental indicators and agricultural policy.* CABI Publishing, Wallingford (UK).
- BRYSON, N. (1995) "A goal programming method for generating priority vectors". *Journal of the Operational Research Society*, 46(4), pp. 641-648.
- BYERLEE, D. y MURGAI, R. (2001) "Sense and sustainability revisited: the limits of total factor productivity measures of sustainable agricultural systems". *Agricultural Economics*, 26(3), pp. 227-236.

- CALATRAVA LEYVA, J.;
FRANCO MARTÍNEZ, A.
y GONZÁLEZ ROA, M.C.
(2007) *"Analysis of the adoption of soil conservation practices in olive groves: the case of mountainous areas in southern Spain". Spanish Journal of Agricultural Research, 5(3), pp. 249-258.*
- CALATRAVA REQUENA, J.
(1997) *"El olivar en los procesos de desarrollo rural: consideraciones sobre su valor económico total (VET)". En: PARRAS ROSA, M. (ed.) La Reforma de la OCM y el futuro del olivar. Universidad de Jaén, Jaén, pp. 55-75.*
- CAP, Consejería de
Agricultura y Pesca (2003) *El olivar andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.*
- CAP, Consejería de
Agricultura y Pesca (2006) *Manual de buenas prácticas agrarias en los diferentes sistemas productivos del olivar andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.*
- CAP, Consejería de
Agricultura y Pesca (2008) *El sector del aceite de oliva y la aceituna de mesa en Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.*
- CAP, Consejería de
Agricultura y Pesca (2009) *Estudio de la cadena de valor y formación de precios del aceite de oliva. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.*
- CAP, Consejería de
Agricultura y Pesca (2010) *Estimación de la Renta Agraria de Andalucía en el año 2010. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla. Consultado en <http://www.cap.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/portal/> en noviembre de 2010.*
- CEÑA, F. y
GALLARDO, R. (2007) *"Efectos territoriales de la expansión del olivar en Andalucía". En: ARNALTE, E. (ed.) Políticas agrarias y ajuste estructural en la agricultura española. Serie Estudios - MAPA, Madrid.*
- CMA, Consejería de Medio
Ambiente (2003) *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía, Sevilla.*
- CONWAY, G.R. y
BARBIER, E.B. (1990) *After the green revolution: Sustainable agriculture for development. Earthscan Publications, London.*

- CUESTA AGUILAR, M.J. (2005) *“Los paisajes del olivar: un diagnóstico del estado erosivo del medio”*. En: ANTA, J.L.; PALACIOS, J. y GUERRERO, J. (ed.) *La cultura del olivo. Ecología, economía, sociedad*. Universidad de Jaén, Jaén.
- CHG, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2008) *Esquema de temas importantes*. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sevilla.
- de GROOT, R.; WILSON, M. y BOUMANS, R. (2002) *“A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services”*. *Ecological Economics*, 41(3), pp. 393-408.
- De LIÑÁN, C. (2010) *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2010*. Ediciones Agrotecnicas, Madrid.
- DÍAZ BALTEIRO, L. y ROMERO, C. (2004) *“In Search of a Natural Systems Sustainability Index”*. *Ecological Economics*, 49, pp. 401-405.
- DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN-FUNDACIÓN CITOLIVA (2007) *Costes de producción en el olivar jiennense*. Diputación Provincial de Jaén, Jaén
- DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. (1997) *Tratado de fertilización*. Mundi-Prensa, Madrid
- DOUGLASS, G.K. (1984) *“The meanings of agricultural sustainability”*. En: DOUGLASS, G.K. (ed.) *Agricultural sustainability in a changing world*. Westview Press, Boulder (USA), pp. 3-30.
- DUARTE DUARTE, J.; CAMPOS ARANDA, M.; GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.; BEAUFOY, G.; FARFAN AGUILAR, M.A.; COTES RAMAL, B.; BENÍTEZ LEÓN, E.; VARGAS YÁÑEZ, J.M. y MUÑOZ-COBO ROSALES, J. (2009) *“Olivar y biodiversidad”*. En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 109-150.

DUARTE, F.M.; JONES, N. y FLESKENS, L. (2008)	"Traditional olive orchards on sloping land: Sustainability or abandonment?" <i>Journal of Environmental Management</i> , 89(2), pp. 86-98.
DUELLI, P. y OBRIST, M. (2003)	"Biodiversity Indicators: the choice of values and measures". <i>Agriculture, Ecosystems and Environment</i> , 98(1), pp. 87-98.
DUKE, J.M. y AULL-HYDE, R. (2002)	"Identifying public preferences for land preservation using the analytic hierarchy process". <i>Ecological Economics</i> , 42(1), pp. 131-145.
EASLEY, R.F.; VALACICH, J.S. y VENKATARAMANAN, M.A. (2000)	"Capturing group preferences in a multicriteria decision". <i>European Journal of Operational Research</i> , 125(1), pp. 73-83.
EBERT, U. y WELSCH, H. (2004)	"Meaningful environmental indices: a social choice approach". <i>Journal of Environmental Economics and Management</i> , 47(2), pp. 270-283.
EC, European Commission Directorate General for the Environment (2010)	<i>LIFE among the olives: Good practice in improving environmental performance in the olive oil sector</i> . Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
EEA, European Environment Agency (1999)	<i>Environmental indicators: Typology and overview</i> . Technical report No 25. Disponible en http://reports.eea.eu.int/TEC25/en/tab_content_RLR .
EEA, European Environment Agency (2004)	<i>High nature value farmland. Characteristics, trends and policy challenges</i> . EEA report No. 1. European Environment Agency, Copenhagen.
EEA, European Environment Agency (2005)	<i>Agriculture and environment in EU-15 — the IRENA indicator report</i> . Report No 6/2005. European Environment Agency, Copenhagen.
EEA, European Environment Agency (2006)	<i>Integration of environment into EU agriculture policy—the IRENA indicator-based assessment report</i> . EEA Report No 2/2006. European Environment Agency, Copenhagen.

- EGEA IBÁÑEZ, J. (2005) *Sistema agrario: proyecto evolutivo estable*. Mundi-Prensa, Madrid.
- EKINS, P. (2005) "Eco-efficiency. Motives, drivers and economic implications". *Journal of Industrial Ecology*, 9(1), pp.12-14.
- EVERITT, B.S.;
LANDAU, S. y
LEESE, M. (2001) *Cluster analysis*. Arnold, London.
- FERNÁNDEZ
LATORRE, F. (2006) *Indicadores de sostenibilidad y medio ambiente: métodos y escala*. Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía, Sevilla.
- FERNÁNDEZ-
ESCOBAR, R. (2008) "Fertilización". En: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. y RALLO, L. (2008) *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid.
- FICHTNER, J. (1986) "On deriving priority vectors from matrices of pairwise comparisons". *Socio-Economic Planning Science*, 20(3), pp. 341-345.
- FLESKENS, L. y
de GRAAFF, J. (2008) "A sustainable future for olive production on sloping land?". *Journal of Environmental Management*, 89(2), pp. 73-142.
- FLESKENS, L.;
DUARTE, F. y
EICHER, I. (2009) "A conceptual framework for the assessment of multiple functions of agro-ecosystems: A case study of Trás-os-Montes olive groves". *Journal of Rural Studies*, 2(1), pp. 141-155.
- FORMAN, E. y
PENIWATI, K. (1998) "Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process". *European Journal of Operational Research*, 108(2), pp. 165-169.
- FREUDENBERG, M.
(2003) *Composite indicators of country performance: a critical assessment*. OECD, Paris.
- GALLARDO, R. y
CEÑA, F. (2007) "El proceso de ajuste estructural en el olivar de Andalucía". En: ARNALTE, E. (ed.) *Políticas agrarias y ajuste estructural en la agricultura española*. Serie Estudios - MAPA, Madrid.
- GALLOPÍN, G.C. (1997) "Indicators and their use: information for decision making". En: MOLDAN, B. y BILLHARTZ, S. (eds.) *Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable*

- development. Scope y Wiley and Sons, Chichester (UK), pp. 13-27.
- GARCÍA BRENES, M.D. (2006a) "El Olivar en Andalucía y el Sistema de Protección de la Unión Europea". *Problemas del Desarrollo*, 37(145), pp. 155-176.
- GARCÍA BRENES, M.D. (2006b) "Reestructuración, explotaciones unifamiliares y el cultivo del olivar en Andalucía". *Economía, Sociedad y Territorio*, 6(21), pp. 119-150.
- GARCÍA BRENES, M.D. (2007) "Los impactos ecológicos del cambio estructural. El olivar andaluz". En: SANZ, J. (ed.) *El futuro del mundo rural. Síntesis*, Madrid, pp. 223-241.
- GARCÍA, P.; PÉREZ, P.P. y MARTÍN, J.M. (2008) "Economía del aceite de oliva". En: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. y RALLO, L. (eds.) *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid, pp. 799-846.
- GIL, J. y BLANCO, G. (2007) "Evaluación de operaciones mecanizadas: costes y rendimientos". En RODRÍGUEZ LIZANA, A.; ORDÓÑEZ, R. y GIL, J. (eds.) *Cubiertas vegetales en olivar*. Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 69-81.
- GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C. y van der WERF, H. (2000) "Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO*ECO method". *Environmental Impact Assessment Review*, 20, pp. 227-239.
- GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) (2009) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.
- GÓMEZ CALERO, J.A. y GIRÁLDEZ, J.V. (2009) "Erosión y degradación de suelos". En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 45-86.
- GÓMEZ CALERO, J.A.; SOBRINHO, T.A.; GIRÁLDEZ, J.V. y FERERES, E. (2009) "Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain". *Soil and Tillage Research*, 102(1), pp. 5-13.

- GÓMEZ, J.A.;
BATTANY, M.;
RENSCHLER, C.S. y
FERERES, E. (2003) "Evaluating the impact of soil management on soil loss in olive orchards". *Soil Use and Management*, 19(1), pp. 127-134.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y
ATANCE, I. (2004) "Identification of public objectives related to agricultural sector support". *Journal of Policy Modeling*, 26(8-9), pp. 1045-1071.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y
RIESGO, L. (2009) "Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability. An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain". *Journal of Environmental Management*, 90(11), pp. 3345-3362.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y
SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, G.
(2010) "Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators". *Ecological Economics*, 69(5), pp. 1062-1075.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A.;
MOYANO, E.;
VERA-TOSCANO, E. y
GARRIDO, F. (2007) "Actitudes y percepciones sociales sobre la multifuncionalidad agraria: El caso de Andalucía". *Revista de Estudios Regionales*, 80, pp. 71-101.
- GREEN, M.B. (1987) "Energy in pesticide manufacture, distribution and use". En: HELSEL, Z.R. (ed.) *Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Energy in World Agriculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 165-177.
- GUERRERO, A. (2003) *Nueva olivicultura*. Mundi-Prensa, Madrid.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.
(2004) *Geografía de los paisajes del olivar andaluz*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.
(2005) *Territorio y medio ambiente en el olivar andaluz*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.
(2007) "Una estimación del balance energético y de emisiones de carbono del cultivo del olivo en España". En: SANZ GÓMEZ, S. (ed.) *Congreso del sesquicentenario de la creación de la carrera de Ingeniero Agrónomo*. Asociación Nacional de Ingeniero Agrónomos, Madrid, pp. 295-303.

- GUZMÁN, G.I. y ALONSO, A.M. (2008) "A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain". *Agricultural Systems*, 98(3), pp. 167-176.
- HAJKOWICZ, S. (2006) "Multi-attributed environmental index construction". *Ecological Economics*, 57(1), pp. 122-139.
- HALL, C.; McVITTIE, A. y MORAN, D. (2004) "What does public want from agriculture and the countryside? A review of evidence and methods". *Journal of Rural Studies*, (20)2, pp. 211-225.
- HANSEN, J.W. (1996) "Is agricultural sustainability a useful concept?". *Agricultural Systems*, 50, pp. 117-143.
- HANSEN, J.W. y JONES, J.W. (1996) "A systems framework for characterizing farm sustainability". *Agricultural Systems*, 51(2), pp. 185-201.
- HARDAKER, J.B.; HUIRNE, R.B.M.; ANDERSON, J.R. y LIEN, G. (2004) *Coping with risk in agriculture*. CABI Publishing, Cambridge (USA).
- HEDIGER, W. (1999) "Reconciling 'weak' and 'strong' sustainability". *International Journal of Social Economics*, 26 (7/8/9), pp. 1120-1143.
- HELFAND, S.M. y EDWARD, S.L. (2004) "Farm Size and the Determinants of Productive Efficiency in the Brazilian Center-West". *Agricultural Economics*, 31(2-3), pp. 241-249.
- HERMOSÍN, M.C.; RODRÍGUEZ-LIZANA, A.; CORNEJO, J. y ORDÓÑEZ-FERNÁNDEZ, R. (2009) "Efecto del uso de agroquímicos en olivar sobre la calidad de las aguas". En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 87-108.
- HERNÁNDEZ LAGUNA, E.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; ALONSO SARRÍA, F.; CONESA GARCÍA, C. y ÁLVAREZ ROGEL, Y. (2004) "La huella ecológica del cultivo del olivo en España y su aplicabilidad como indicador de agricultura sostenible". *Papeles de Geografía*, 39, pp. 141-155.

- HOANG, V.-N. y RAO, D.S.P. (2010) "Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: A cumulative exergy balance approach". *Ecological Economics*, 69(9), pp.1765-1776.
- HOWITT, R. y TAYLOR, R. (1993) "Some microeconomics of agricultural resources use". En: CARLSON, G.A.; ZILBERMAN, D. y MIRANOWSKI, J.A. (eds.) *Agricultural and environmental resource economics*. Oxford University Press, New York, pp. 28-68.
- HUETING, R. y REIJNDERS, L. (2004) "Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators". *Ecological Economics*. 50(3-4), pp. 249-260.
- IESA, Instituto de Estudios Sociales Avanzados (2009) *Opinión Pública, Agricultura y Sociedad Rural en Andalucía - Agrobarómetro de Andalucía 2008. Encuesta a agricultores*. IESA, Córdoba.
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2001) *Censo agrario. Año 1999*. INE, Madrid.
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2008) *Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas año 2007*. INE, Madrid.
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2010) *Anuario Estadístico de España 2010*. INE, Madrid.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) *Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva.
- JACOBS, R.; SMITH, P. y GODDARD, M. (2004) *Measuring performance: an examination of composite performance indicators*. CHE Technical Paper Series, No. 29. Centre for Health Economics (CHE) - University of York, York (UK).
- JAMISON, D.T. y LAU, L.J. (1982) *Farmer education and farm efficiency*. World Bank-Johns Hopkins University Press, Baltimore (USA).
- JUNG, Y.; PARK, H.; DU, D. y DRAKE, B.L. (2003) "A decision criterion for the optimal number of clusters in hierarchical clustering". *Journal of Global Optimization*, 25, pp. 91-111.

- KALLAS, Z.; GÓMEZ-LIMÓN, J.A.; ARRIAZA, M. y NEKHAY, O. (2006) "Análisis de la demanda andaluza de bienes y servicios no comerciales procedentes de la actividad agraria: el caso del olivar de montaña". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 6(11), pp. 49-79.
- KAMENETZKY, R. (1982) "The relationship between the analytic hierarchy process and the additive value function". *Decision Science*, 13(5), pp. 702-713.
- KARAGIANNIS, G. y SARRIS, A. (2005) "Measuring and explaining scale efficiency with the parametric approach: the case of Greek tobacco growers". *Agricultural Economics*, 33(3), pp. 441-451.
- KATES, R.W.; CLARK, W.C.; CORELL, R.; HALL, J.M.; JAEGER, C.C.; LOWE, I.; McCARTHY, J.J. et al. (2001) "Environment and development: Sustainability science". *Science*, 292, pp. 641-642.
- KEENEY, R.L. y RAIFFA, H. (1976) *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Wiley, New York.
- KUIK, O.J. y GILBERT, A.J. (1999) "Indicators of sustainable development". En: van der BERGH, J.C.J.M. (ed.) *Handbook of environmental and resource economics*. Edward Elgar, Cheltenham (UK), pp. 722-730.
- KUMBHAKAR, S.C.; BISWAS, B. y BAILEY, D.V. (1989) "A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: a system approach". *The review of Economics and Statistics*, 71, pp. 595-604.
- LAININEN, P. y HÄMÄLÄINEN, R.P. (2003) "Analyzing AHP-matrices by regression". *European Journal of Operational Research*, 148(3), pp. 514-524.
- LAL, R. (2004) "Carbon emission from farm operation". *Environmental International*, 30, pp. 981-990.
- LAL, R. (2008) "Carbon sequestration". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, pp. 815-830.

- LAMMERTS van
BUEREN, F. y BLOM, F.
(1997) *Hierarchical framework for the formulation for sustainable forest management standards: Principles, criteria and indicators*. Tropenbos Foundation, Wageningen (The Netherlands).
- LANDA DEL
CASTILLO, B.B.;
JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M. y
NAVAS-CORTÉS, J.A.
(2009) *"Control de enfermedades causadas por microorganismos"*. En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 225-266.
- LANZAS MOLINA, J.R. y
MORAL PAJARES, E.
(2008) *"Situación actual del sector del aceite de oliva"*. En: ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA (ed.) *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 2008*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga, pp. 543-575.
- LEFROY, R.D.B.;
BECHSTEDT, H.D. y
RAIS, M. (2000) *"Indicators for sustainable land management based on farmer survey in Vietnam, Indonesia, and Thailand"*. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 81(1), pp. 137-146.
- LEWIS, K.A. y
BARDON, K.S. (1998) *"EMA: A computer-based informal environmental management system for agriculture"*. *Environmental Modelling and Software*, 13(2), pp. 123-137.
- LÓPEZ CUERVO, S.
(1990) *La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía*. Colección Congresos y Jornadas 17/1990. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.
- LÓPEZ-RIDAURA, S.;
van KEULEN, H.;
van ITTERSUM, M.K. y
LEFFELAAR, P.A. (2005) *"Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems"*. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1), pp. 51-69.
- LOWRANCE, R.;
HENDRIX, P.F. y
ODUM, E.P. (1986) *"A hierarchical approach to sustainable agriculture"*. *American Journal of Alternative Agriculture*, 1(1), pp. 169-173.
- LYNAM, J.K. y
HERDT, R.W. (1989) *"Sense and Sustainability: Sustainability as an Objective in International Agricultural Research"*. *Agricultural Economics*, 3(4), pp. 381-398.

MAFF, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (2000)	<i>Towards sustainable agriculture (a pilot set of indicators)</i> . MAFF, London.
MARM, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009a)	<i>Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Informe sobre regadíos en España</i> . MARM, Madrid.
MARM, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009b)	<i>Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Andalucía 2008</i> . MARM, Madrid.
McRAE, T.; SMITH, C.A.S. y GREGORICH, L.J. (eds.) (2000)	<i>Environmental sustainability of Canadian agriculture. Report of the agri-environmental indicator project</i> . AAFC-Agriculture and agri-food Canada, Ottawa.
MERCASA (2010)	<i>Alimentación en España 2010. Producción, Industria, Distribución y Consumo</i> . Mercasa, Madrid.
MEYER-AURICH, A. (2005)	"Economic and environmental analysis of sustainable farming practices - a Bavarian case study". <i>Agricultural Systems</i> , 86(2), pp. 190-206.
MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2007)	<i>Estrategia Española de Desarrollo Sostenible</i> . Ministerio de la Presidencia, Madrid.
MONTIEL BUENO, A. (1998)	"Olivicultura tradicional, olivicultura sostenible". <i>Agricultura</i> , 795, pp. 802-804.
MORSE, S.; McNAMARA, N.; ACHOLO, M. y OKWOLI, B. (2001)	"Sustainability indicators: the problem of integration". <i>Sustainable Development</i> , 9(1), pp. 1-15.
MOSCHINI, G. y HENNESSY, D.A. (2001)	"Uncertainty, risk aversion, and risk management for agricultural producers". En: GARDNER, B.L. y RAUSSER, G.C. (eds.) <i>Handbook of Agricultural Economics</i> . Elsevier, Amsterdam, pp. 88-153.
MOSLEY, P., y VERSCHOOR, A. (2005)	"Risk Attitudes and the Vicious Circle of Poverty". <i>European Journal of Development Research</i> , 17(1), pp. 55-88.

- 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 Economic*, 58(3), pp. 561-578.
- MUNDA, G. (2005) "Measuring sustainability: a multi-criterion framework". *Environment, Development and Sustainability*, 7(1), pp. 117-134.
- MUNDA, G. (2008) *Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy*. Springer-Verlag, New York.
- NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A. y TARANTOLA, S. (2005a) *Tools for composite indicators building*. Joint Research Centre - European Commission, Ispra (Italy).
- NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; HOFFMAN, A. y GIOVANNINI, E. (2005b) *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. OECD, Paris.
- NEKHAY, O. y ARRIAZA, M. (2009) "Restoration of abandoned agricultural lands toward habitats for umbrella species". *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(2), pp. 375-389.
- NESS, B.; URBEL-PIRSALU, E.; ANDERBERG, S. y OLSSON, L. (2007) "Categorising tools for sustainability assessment". *Ecological Economics*, 60(3), pp. 498-508.
- NIEMEIJER, D. (2002) "Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example". *Environmental Science and Policy*, 5(1), pp. 91-103.
- OECD, *Organization for Economic Cooperation and Development* (1993) *OECD core set of indicators for environmental performance reviews*. OECD, Paris.
- OECD, *Organization for Economic Cooperation and Development* (1995) *Sustainable agriculture: Concepts, issues and policies in the OECD countries*. OECD, Paris.

OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (1999a)	<i>Environmental indicators for agriculture. Volume 1 - Concepts and framework. OECD, Paris.</i>
OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (1999b)	<i>Environmental indicators for agriculture. Volume 2 - Issues and design. OECD, Paris.</i>
OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (2001a)	<i>Environmental indicators for agriculture. Volume 3 - Methods and Results. OECD, Paris.</i>
OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (2001b)	<i>Multifunctionality. Towards an analytical framework. OECD, Paris.</i>
OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (2003)	<i>Agriculture and biodiversity. OECD, Paris.</i>
OECD, Organization for Economic Cooperation and Development y JRC, Joint Research Centre (2008)	<i>Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide. OECD, Paris.</i>
OÑATE, J.J.; ANDERSEN, E.; PECO, B. y PRIMDAHL, J. (2000)	<i>"Agri-environmental schemes and the European agricultural landscapes: the role of indicators as valuing tools for evaluation". Landscape Eco-logy, 15(2), pp. 271-280.</i>
PACINI, C.; WOSSINK, A.; GIESEN, G.; VAZZANA, C. y HUIRNE, R. (2003)	<i>"Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis". Agriculture, Ecosystems and Environment, 95(1), pp. 273-288.</i>
PANELL, D.J. y SCHILIZZI, S. (1999)	<i>"Sustainable agriculture: a matter of ecology, equity, economic efficiency or expedience". Journal of Sustainable Agriculture, 13, pp. 57-66.</i>
PANNELL, D.J. y GLENN, N.A. (2000)	<i>"A framework for the economic evaluation and selection of sustainability indicators in agriculture". Ecological Economics, 33(1), pp. 135-149.</i>

- PARRA, M.A.;
FERNÁNDEZ-ESCOBAR,
R.; NAVARRO, C. y
ARQUERO, O. (2002) *Los suelos y la fertilización del olivar cultivado en zonas calcáreas*. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid.
- PARRA-LÓPEZ, C.;
CALATRAVA-REQUENA, J.
(2005) "Factors related to the adoption of organic farming in Spanish olive orchards". *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(1), pp. 5-16.
- PARRA-LÓPEZ, C.;
CALATRAVA-REQUENA, J.
y DE HARO-GIMÉNEZ, T.
(2004) *Análisis multifuncional de sistemas agrarios: aplicación del método del proceso analítico jerárquico al olivar de producción convencional, ecológica e integrada en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga.
- PARRA-LÓPEZ, C.;
CALATRAVA-REQUENA, J.
y DE HARO-GIMÉNEZ, T.
(2005) "Evaluación comparativa multifuncional de sistemas agrarios mediante AHP: aplicación al olivar ecológico, integrado y convencional en Andalucía". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 5(9), pp. 27-55.
- PARRA-LÓPEZ, C.;
CALATRAVA-REQUENA, J.
y DE HARO-GIMÉNEZ, T.
(2008): "A systemic comparative assessment of the multifunctional performance of alternative olive systems in Spain within an AHP-extended framework". *Ecological Economics*, 64(4), pp. 820-834.
- PASTOR, M.;
CASTRO, J. y
HUMANES, M.D. (1999) "Sistemas de manejo de suelo en olivares en pendiente. Control de la erosión". En: PASTOR, M.; CASTRO, J.; SAAVEDRA, M.; HUMANES, M.D.; PAJARÓN, M.; CIVANTOS, M.; ALVARADO, M. y CABALLERO, J.I. (eds.) *Cultivo de olivar en zonas de especial protección ambiental*. Información Técnica 65/99. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla.
- PAYRAUDEAU, S y
van der WERF, H.M.G.
(2005) "Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107(1), pp. 1-19.
- PEARCE, D. y
ATKINSON, G. (1998) "Measuring sustainable development". En: BROMLEY, D.W. (ed.) *The handbook of environmental economics*. Blackwell, Oxford, pp. 166-180.

- PECO, B.; MALO, J.E.; OÑATE, J.J.; SUÁREZ, F. y SUMPSI, J.M. (1999) "Agri-environmental indicators for extensive land-use systems in the Iberian Peninsula". En: BROUWER, F.M. y CRABTREE, J.R. (eds.) *Environmental indicators and agricultural policy*. CAB International, Wallingford (UK), pp. 137-156.
- PÉREZ HERNÁNDEZ, P.P. (2008) "La economía del cultivo del olivar: evolución y perspectivas". En: ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA (ed.) *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 2008*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga, pp. 293-313.
- PHILLIPS, J.M. (1994) "Farmer Education and Farmer Efficiency: A Meta-Analysis". *Economic Development and Cultural Change*, 43(1), pp. 149-165.
- PHILLIS, Y.A. y ANDRIANTIATS AHOLINIAINA, L.A. (2001) "Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic". *Ecological Economics*, 37(3), pp. 435-56.
- PIMENTEL, D. (1980) *Handbook of Energy Utilization in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton (USA).
- PIMENTEL, D. (1992) "Energy inputs in production agriculture". En: FLUCK, R.C. (ed.) *Energy in Farm Production Energy in World Agriculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 13-29.
- PIOT-LEPETIT, I. y Le MOING, M. (2007) "Productivity and environmental regulation: the effect of the nitrates directive in the French pig sector". *Environmental and Resources Economics*, 38(4), pp. 433-446.
- PIRAZZOLI, C. y CASTELLINI, A. (2000) "Application of a model for evaluating the environmental sustainability of cultures in hill and mountain areas. The case of berries and fruit chestnut in Northern Italy". *Agricultural Economics Review*, 1(1), pp. 57-70.
- PORTER, M.E. y van DER LINDE, C. (1995) "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship". *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), pp. 97-118.

- PRIMACK, R.B. (1993) *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Ltd. Boston (USA).
- PURVIS, G.;
LOUWAGIE, G.;
NORTHEY, G.;
MORTIMER, S.;
PARK, J.;
MAUCHLINE, A.;
FINN, J.; PRIMDAHL, J.;
VEJRE, H.;
VESTERAGER, J.P.;
KNICKEL, K.;
KASPERCZYK, N.;
BALAZS, K.;
VLAHOS, G.;
CHRISTOPOULOS, S. y
PELTOLA, J. (2009) "Conceptual development of a harmonised method for tracking change and evaluating policy in the agri-environment: The Agri environmental Footprint Index". *Environmental Science and Policy*, 12(3), pp. 321-337.
- 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.
- QUESADA-MORAGA, E.;
CAMPOS-ARANDA, M.
y SANTIAGO-ÁLVAREZ, C.
(2009) "Control de plagas". En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 189-224.
- RAMAN, S. (2006) *Agricultural sustainability. Principles, processes and prospects*. Haworth Press, Binghamton (USA).
- RAO, N.H. y
ROGERS, P.P. (2006) "Assessment of agricultural sustainability". *Current Science*, 91(4), pp. 439-448.
- REIG, E. (2007) "Fundamentos económicos de la multifuncionalidad agraria". En: GÓMEZ LIMÓN, J.A. y BARREIRO, J. (eds.) *La multifuncionalidad de la agricultura en España. Concepto, aspectos horizontales, cuantificación y casos prácticos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Eumedia, pp. 19-40.
- RENARD, K.G.;
FOSTER, G.R.;
WEESIES, G.A.;
MCCOOL, D.K. y
YODER, D.C. (1997) *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C. (USA).

- RIGBY, D.; HOWLETT, D.
y WOODHOUSE, P.
(2000) *A review of indicators of agricultural and rural livelihood sustainability. Working Paper No.1 on Sustainability indicators for natural resource management and policy. University of Manchester, Manchester.*
- RIGBY, D.;
WOODHOUSE, P.;
YOUNG, T. y
BURTON, M. (2001) *“Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice”. Ecological Economics, 39(3), pp. 463-478.*
- ROSENZWEIG, M. y
BINSWANGER, H. (1993) *“Wealth, Weather Risk, and Composition and Profitability of Agricultural Investments”. Economic Journal, 103(416), pp. 56-78.*
- RUSSILLO, A. y
PINTÉR, L. (2009) *Linking Farm-Level Measurement Systems to Environmental Sustainability Outcomes: Challenges and Ways Forward. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg (Canada).*
- SAATY, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process. McGraw, New York.*
- SAATY, T.L. (2003) *“Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary?”. European Journal of Operational Research, 145(1), pp. 85-91.*
- SAISANA, M. y
TARANTOLA, S. (2002) *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. European Commission - JRC, Ispra (Italy).*
- SALAZAR-ORDÓÑEZ, M.;
SAYADI, S. y VÁZQUEZ
CUETO, M.J. (2010) *Análisis de las opiniones y demandas de la sociedad andaluza hacia la agricultura y la política agraria común: calidad alimentaria, medio ambiente y desarrollo rural. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga.*
- SÁNCHEZ JIMÉNEZ, S.
(2002) *El cultivo del olivar desde una perspectiva de gestión. Universidad de Jaén, Jaén.*
- SÁNCHEZ
MARTÍNEZ, J.D.;
GALLEGO SIMÓN, V.J.
y ARAQUE JIMÉNEZ, E.
(2008) *“El monocultivo olivarero jiennense: ¿del productivismo a la sostenibilidad?”. Boletín de la Asociación de Geógrafos de España, 47, pp. 245-270.*

- SANDS, G.R. y
PODMORE, T.H. (2000) "A generalized environmental sustainability index for agricultural systems". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79(1), pp. 29-41.
- SANZ CAÑADA, J.
(2007) "Calidad y signos distintivos. Las denominaciones de origen de aceite de oliva en España". En: SANZ, J. (ed.) *El futuro del mundo rural. Síntesis*, Madrid, pp. 175-198.
- SANZ CAÑADA, J.
(2009) "Las denominaciones de origen protegidas de aceite de oliva en España: sistemas agroalimentarios locales, gobernanza y externalidades territoriales". En: VILAR HERNÁNDEZ, J. (ed.) *Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnía desde la perspectiva de la experiencia*. GEA Westfalia Separator, Jaén, pp. 225-241.
- SANZ CAÑADA, J. y
MACÍAS, A. (2005) "Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: protected designations of origin of olive oil in Spain". *Journal of Rural Studies*, 21(3), pp. 475-486.
- SATTLER, C.; NAGEL, U.J.;
WERNER, A. y
ZANDER, P. (2010) "Integrated assessment of agricultural production practices to enhance sustainable development in agricultural landscapes". *Ecological Indicators*, 10(1), pp. 49-61.
- SAUVENIER, X.;
VALCKX, J.; van
CAUWENBERGH, N.;
WAUTERS, E.;
BACHEV, H.; BIALA, K.;
BIELDERS, C.;
BROUCKAERT, V.;
GARCIA CIDAD, V.;
GOYENS, S.; HERMY, M.;
MATHIJS, E.; MUYS, B.;
VANCLOOSTER, M. y
PEETERS, A. (2006) *Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems—SAFE. Part 1: Sustainable Production and Consumption Patterns. Final Report—SPSD II CP 28*. Belgian Science Policy, Brussels.
- SMIT, B. y SMITHERS, J.
(1993) "Sustainable agriculture: interpretations, analyses and prospects". *Canadian Journal of Regional Science*, 16(4), pp. 499-524.

- SMITH, C.S. y McDONALD, G.T. (1998) "Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage". *Journal of Environmental Management*, 52(1), pp. 15-37.
- SMITH, P. (2002) "Developing composite indicators for assessing health system efficiency". En: SMITH, P.C. (ed.) *Measuring up: improving the performance of health systems in OECD countries*. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, pp. 295-314.
- SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z. et al. (2008) "Greenhouse gas mitigation in agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, pp. 789-813.
- SMYTH, A.J. y DUMANSKI, J. (1994) FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. *World Soil Resources Report No. 73*, FAO, Rome.
- SODEAN (2002) *Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía*. SODEAN, Sevilla.
- SOLÍS, D.; BRAVO-URETA, B.E. y QUIROGA, R.E. (2009) "Technical efficiency among peasant farmers participating in natural resource management programmes in Central America". *Journal of Agricultural Economics*, 54(11), pp. 521-528.
- SPEDDING, C.R.W. (1979) *An Introduction to Agricultural Systems*. Applied Science Publishers, Essex.
- STEWART, T.J. (1992) "A critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice". *Omega*, 20(3), pp. 569-586.
- STOCKLE, C.O.; PAPENDICK, R.I.; SAXTON, K.E.; CAMPBELL, G.S. y van EVERT, F.K. (1994) "A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems". *American Journal of Alternative Agriculture*, 9(1-2), pp. 45-50.
- STOORVOGEL, J.J.; ANTLE, J.M.; CRISSMAN, C.C. y BOWEN W. (2004) "The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems". *Agricultural Systems*, 80(1), pp. 43-66.

- STRANGE, T. y
BAYLEY, A. (2008) *Sustainable Development. Linking economy, society, environment*. OECD, Paris.
- TAYLOR, D.C.;
MOHAMED, Z.A.;
SHAMSUDIN, M.N.;
MOHAYIDIN, M.G. y
CHIEW E.F.C. (1993) "Creating a farmer sustainability index: A Malaysian case study". *American Journal of Alternative Agriculture*, 8(4), pp 175-184.
- TELLARINI, V. y
CAPORALI, F. (2000) "An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77(1-2), pp. 111-123.
- TESTI, L.; ORGAZ
ROSÚA, F.; ARGÜELLES
MARTÍN, A. y CIFUENTES
SÁNCHEZ, V.J. (2009) "Riego". En: GÓMEZ CALERO, J.A. (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca - Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 21-44.
- TISDELL, C. (1996) "Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects: an evaluation". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 57, pp. 117-131.
- TOMLIN, C.D.S. (2008) *The pesticide manual*. British Crop Protection Council, Alton (UK).
- TURNER, R.K. (1993) "Sustainability: Principles and Practice". En: TURNER, R.K. (ed.) *Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice*. Bellhaven Press, London, pp. 3-36.
- TURNHOUT, E.;
HISSCHEMOLLER, M. y
EIJSAKERS, H. (2007) "Ecological indicators: between the two fires of science and policy". *Ecological Indicators* 7(2), pp. 215-228.
- UAP, Unidad de Análisis y
Prospectiva-MARM (2010) *Percepción social sobre agricultura y PAC. Serie Agrinfo 18*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- UN, United Nations
(1996) *Indicators of sustainable development framework and methodologies*. UN, New York.
- UN, United Nations
(2008) *Indicadores de los objetivos de desarrollo del Milenio*. UN, New York.

- VALENTINOV, V. (2007) "Why are cooperatives important in agriculture? An organizational economics perspective". *Journal of Institutional Economics*, 3(1), pp. 55-69.
- van CALKER, K.J.; BERENTSEN, P.B.M.; ROMERO, C.; GIESEN, G.W.J. y HUIRNE, R.B.M. (2006) "Development and application of a multi-attribute sustainability function for Dutch dairy farming systems". *Ecological Economics*, 57(3), pp. 640-658.
- van CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOIS, L.; CIDAD, V.G.; HERMY, M.; MATHIJS, E.; MUYS, B.; REIJNDERS, J.; SAUVENIER, X.; VALCKX, J.; VANCLOOSTER, M.; van DER VEKEN, B.; WAUTERS, E. y PEETERS, A. (2007) "SAFE - a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120(2-4), pp. 222-242.
- van der WERF, H.M.G. y PETIT, J. (2002) "Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1), pp. 131-145.
- van LOON, G.W.; PATIL, S.G. y HUGAR, L.B. (2005) *Agricultural sustainability: strategies for assessment*. Sage Publications, New Delhi.
- van PASSEL, S.; NEVENS, F.; MATHIJS, E. y van HUYLENBROECK, G. (2007) "Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency". *Ecological economics*, 62(1), pp. 149-161.

- VANSLEMBROUCK, I.;
van HUYLENBROECK, G.
y VERBEKE, W. (2002) "Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agri-environmental measures". *Journal of Agricultural Economics*, 51(3), pp. 489-511.
- VERCAMMEN, J. (2007) "Farm bankruptcy risk as a link between direct payments and agricultural investment". *European Review of Agricultural Economics*, 34(4), pp. 479-500.
- VILADOMIU, L. y
ROSELL, J. (2004) "Olive oil production and the rural economy of Spain". En: BROUWER, F. (ed.) *Sustaining agriculture and the rural environment, governance, policy and multifunctionality*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- von WIRÉN-LEHR, S.
(2001) "Sustainability in agriculture — an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(1), pp. 115-129.
- WALTER, C. y
STUTZEL, H. (2009a) "A new method for assessing the sustainability of land-use systems (I): Identifying the relevant issues". *Ecological Economics*, 68(6), pp. 1265-1287.
- WALTER, C. y
STUTZEL, H. (2009b) "A new method for assessing the sustainability of land-use systems (II): Evaluating Impact Indicators". *Ecological Economics*, 68(6), pp. 1288-1300.
- WASCHER, D.W. (ed.)
(2000) *Agri-environmental indicators for sustainable agriculture in Europe*. Technical report series. European Centre for Nature Conservation, Tilburg (The Netherlands).
- WCED, *United Nations World Commission on Environment and Development (1987) Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.
- WEBER, M. y
BORCHERDING, K.
(1993) "Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making". *European Journal of Operational Research*, 67(1), pp. 1-12.

- WEST, T.O. y MARLAND, G. (2002) *"A synthesis of carbon sequestration, carbon emission and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States"*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91, pp. 21-232.
- YUNLONG, C. y SMIT, B. (1994) *"Sustainability in agriculture: a general review"*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 49(2), pp. 299-307.
- ZAHEDI, F. (1987) *"A utility approach to the Analytic Hierarchy Process"*. *Mathematical Modelling*, 9(3), pp 387-395.
- ZHEN, L. y ROUTRAU, J.K. (2003) *"Operational Indicators for Measuring Agricultural Sustainability in Developing Countries"*. *Environmental Management*, 32(1), pp. 34-46.

