

Evaluación social multicriterio del territorio agrícola: el caso del olivar de baja producción (*)

MANUEL ARRIAZA (**)

OLEXANDR NEKHAY (**)

1. INTRODUCCIÓN

El estudio tiene como principal objetivo la determinación del tipo de gestión óptima del olivar basada en las preferencias de la sociedad en una zona con predominio de olivar de montaña. Como alternativas se consideran los tipos de gestión convencional, integrada y ecológica, así como la posibilidad del abandono de la actividad agrícola y la restauración del territorio hacia el bosque mediterráneo como elemento de mejora de la biodiversidad.

Las características físicas y socioeconómicas de este olivar le confieren un marcado carácter multifuncional debido a su localización, en muchas ocasiones limítrofe con espacios naturales protegidos, sirviendo de ecosistema complementario para muchas especies de interés o incluso protegidas, tal y como ocurre en el presente estudio en donde el olivar limita con el Parque Natural de la Sierra de Cardena y Montoro (Córdoba), refugio, entre otras especies, del lince ibérico. Asimismo, el mantenimiento adecuado de la actividad productiva olivarera en zonas de montaña evita el riesgo de incendios y, en el caso del uso de cubierta vegetal y/o técnicas de mínimo laboreo, reduce la erosión por escorrentía. Por otra parte, la función productiva de este sistema agrario, produciendo con frecuencia aceites de excelen-

(*) Los autores agradecen el apoyo financiero proporcionado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria a través de los proyectos RTA04-086 y RTA2008-00022 así como los comentarios y sugerencias de dos revisores anónimos que han contribuido a mejorar significativamente la claridad del trabajo.

(**) Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).

- Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, n.º 226, 2010 (39-69).

Recibido julio 2009. Revisión final aceptada febrero 2010.

tes propiedades organolépticas, contribuye a la fijación de la población en zonas rurales en donde otras alternativas agrícolas no son posibles.

Guzmán Álvarez (2004), a partir de la calidad agronómica del suelo y de la pendiente media de la parcela, define cinco categorías de olivar, siendo las dos últimas encuadradas bajo el concepto de olivar marginal, el cual representaría el 16 por ciento del olivar andaluz, esto es, unas 220.000 ha. No obstante, tras el desacoplamiento de las ayudas a la producción de aceite de oliva por la Reforma Intermedia de la PAC, la superficie de olivar con riesgo de abandono supera ampliamente este porcentaje si tenemos en cuenta que más de un tercio de la superficie del olivar andaluz tiene rendimientos inferiores a 1.500 kg de aceituna/ha (Consejería de Agricultura y Pesca, 2003) muy alejado del umbral de rentabilidad que se situó en la campaña 2008/09 por encima de los 2.500 kg de aceituna/ha.

El abandono de la actividad productiva por la reducción de la rentabilidad de las explotaciones olivareras junto con el reconocimiento y la cuantificación y georreferenciación de las funciones no comerciales de estos sistemas agrarios justifican el presente estudio. En primer lugar determinando qué zonas son las más adecuadas para el cese de la actividad agrícola y su reconversión al bosque mediterráneo, y en segundo qué tipo de gestión de aquellos olivares que deberían seguir en producción es la más adecuada para responder a las demandas de la sociedad.

Ante un escenario previsible de cambio del sistema de apoyo al sector agrario en la Unión Europea tras 2013, el análisis territorial del uso de las tierras agrícolas se presenta como una herramienta fundamental para la determinación de futuros pagos a los agricultores por la provisión de bienes y servicios no remunerados por el mercado (Massot, 2009). En este sentido, el presente trabajo presenta una metodología de integración de las preferencias de la sociedad y la adecuación de cada sistema de producción para cada función comercial y no comercial del olivar que maximizaría el bienestar social.

Cabe apuntar en esta presentación del estudio que los tipos de gestión que se proponen en el modelo general de optimización sólo indican la localización óptima para maximizar el grado de bienestar de la sociedad, no obstante, sólo una correcta implementación de los instrumentos de política agraria necesarios para incentivar estos cambios puede conseguir el objetivo final perseguido. De esta forma, la metodología propuesta en el estudio permitiría localizar aquellos espacios del territorio que deberían ser compensados mediante primas específicas por la provisión de bienes y servicios no comerciales,

tal y como subyace en la filosofía del reforzamiento del Segundo Pilar de la última reforma de la Política Agrícola Común.

2. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en la provincia de Córdoba, en el término municipal de Montoro. Presenta un clima mediterráneo continental con precipitaciones repartidas irregularmente durante el año. La superficie del municipio es de 58.573 ha.

El olivar, con una ocupación del 34 por ciento del total de la superficie del municipio, presenta un abanico de sistemas de producción, con rendimientos que van desde los 100 hasta los 10.000 kg/ha. Existe un alto grado de parcelación: el municipio contabiliza más de 11.200 parcelas olivareras, más las parcelas con otros usos agrícolas. El uso de la cubierta vegetal no es frecuente en la mayoría de las plantaciones. El laboreo continuo se da incluso en zonas de alta pendiente. Las plantaciones del sur del municipio, que se encuentran en las zonas más llanas, son más aptas para la aplicación de técnicas intensivas de producción. En el norte, por el contrario, el olivar de baja productividad (menos de 1.000 kg/ha) muestra ya signos de abandono en muchos casos debido al desacoplamiento de las ayudas.

El abandono creciente de la actividad agrícola en los olivares menos productivos no se circunscribe a la zona de estudio. Incluso explotaciones con rendimientos medios presentan en la actualidad este riesgo: Si antes del desacoplamiento de las ayudas una explotación en secano con 3.500 kg de aceitunas/ha conseguía un margen bruto de 832 €/ha, tras el desacoplamiento este margen se ve reducido a 88 €/ha (ver cuadro 1). A partir de estos datos, para la campaña 2008/09, más de la mitad de la superficie de olivar de Andalucía se encuentra por debajo del umbral de rentabilidad.

El uso del territorio en este municipio lo hace particularmente interesante para su análisis espacial por la presencia de diferentes sistemas agrarios (olivar, cultivos herbáceos y dehesa) y el Parque Natural de la Sierra de Cardena y Montoro, el cual se encuentra situado entre estos dos municipios y ocupa una extensión de 15.214 ha (el 26 por ciento en el municipio de Montoro). El Parque Natural, en el cual se dan usos agrícolas, forestales y de dehesa, tiene un gran valor medioambiental y paisajístico, albergando numerosas especies silvestres que se encuentran en peligro de extinción (siendo el lince ibérico la especie más emblemática).

Cuadro 1

RENTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE OLIVAR EN SECANO ANTES
Y DESPUÉS DEL DESACOPLAMIENTO (€/HA)

Rendimiento (kg aceituna /ha)	Costes directos totales ¹	Ayuda acoplada a la producción			Ayuda 95% desacoplada	
		Ingresos por venta del aceite ²	Ingresos por venta + subvención ³	Margen bruto	Ingresos totales ⁴	Margen bruto
1.500	878	725	995	117	676	-202
2.000	990	966	1.326	336	901	-90
2.500	1.088	1.208	1.658	570	1.126	38
3.500	1.488	1.691	2.321	832	1.577	88

¹ Costes calculados a partir de la fórmula: Costes directos (€/kg de aceituna) = $-0,0001 \cdot \text{Rendimiento} + 0,7736$. Costes de molturación de 0,12 €/kg de aceite (Arriaza *et al.*, 2002 y 2006).

² Precio promedio para el periodo 2002-2004 de 2,3 €/kg de aceite virgen (Poolred). Rendimiento graso del 21%.

³ Ayuda acoplada a la producción de aceite de 0,86 €/kg de aceite.

⁴ Precio de 2,1 €/kg de aceite virgen para la campaña 2008/09 (Poolred). Se incluye el 5% de ayuda acoplada (0,045 €/kg de aceite).

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque teórico-conceptual

Este trabajo pretende valorar los bienes y servicios no comerciales generados por la agricultura, activos a los que globalmente se ha venido llamando «multifuncionalidad agraria». Este propósito presenta como primer problema la propia consideración de la multifuncionalidad como «bien complejo», en la medida que incluye dentro de la misma una gran diversidad de bienes y servicios. Esta característica exige aplicar enfoques de valoración «*integrados*» (Randall, 2002), que permitan cuantificar *conjuntamente* el valor de todos sus componentes (todos los bienes públicos generados). Sólo de esta forma se puede obtener un valor adecuado del total de estos activos no comerciales, evitando el sesgo conocido en la literatura como «de la parte y del todo» (*part-whole bias*), propio de los enfoques «*parciales*» (valoración individual de cada bien público y posterior agregación para la valoración conjunta), tal y como ponen de manifiesto Mitchell y Carson (1989) o Bateman *et al.* (1997).

Además del enfoque de valoración necesario, debe establecerse de forma previa igualmente cuál es la unidad de análisis más adecuada. En este sentido este trabajo propone el sistema agrario como base territorial para el estudio empírico de la multifuncionalidad. La conveniencia de esta unidad de análisis se basa en: a) la homogeneidad

en la producción de bienes públicos, b) la posibilidad de asesorar la toma de decisión de política agraria, tanto a nivel local como en ámbitos políticos más amplios, y c) la posibilidad de realizar análisis comparativos entre distintos casos de estudio.

Hall *et al.* (2004) hacen una revisión sobre las distintas técnicas utilizables para la valoración del conjunto de bienes y servicios no comerciales procedentes de la agricultura. Éstas se agrupan en cinco categorías: a) las encuestas de opinión, b) el análisis de proxies de las preferencias públicas, c) la utilización de métodos de debate (grupos de discusión o focus groups, jurados de ciudadanos, entrevistas, método Delphi o conferencias de consenso), d) la valoración monetaria, y e) las técnicas de análisis multicriterio.

En el presente trabajo hemos utilizado los métodos de debate y las técnicas de análisis multicriterio para integrar tanto las opiniones de los expertos como las de la población en el modelo general de optimización del territorio.

Los métodos de debate utilizados incluyen:

- Un grupo de discusión para definir qué funciones comerciales y no comerciales son las más relevantes para este sistema agrario.
- El método Delphi para un grupo de 15 expertos con el objetivo de determinar en qué medida el tipo de gestión del olivar contribuye al cumplimiento de estas funciones.
- Entrevistas personales a expertos en materia de biodiversidad, control de incendios y erosión, respectivamente, sobre la influencia de los elementos del territorio en cada caso.

Para la agregación de las opiniones de los ciudadanos y de los expertos se han utilizado las siguientes técnicas de análisis multicriterio:

- El Proceso Analítico Jerárquico, conocido como AHP en su terminología anglosajona, (Analytic Hierarchy Process), en todos los casos excepto en la agregación de las opiniones de los expertos en evaluación del riesgo de erosión.
- El Proceso de Redes Jerárquico (ANP, Analytic Network Process), para el caso de la evaluación del riesgo de erosión.

El método Delphi, desarrollado originalmente por Norman Dalkey en los años 50 para determinar los objetivos industriales probables en caso de un ataque por parte de los soviéticos, representa un método de análisis de preferencias colectivas basado en un proceso iterativo en el que las opiniones iniciales de un grupo de expertos, expresadas de forma individual, son mostradas al conjunto, manteniendo

el anonimato, con el objeto de alcanzar finalmente una valoración consensuada (Landeta, 1999).

El AHP fue desarrollado a finales de los años 70 del siglo pasado por Thomas L. Saaty con el objetivo de apoyar la reducción del armamento nuclear de la Unión Soviética y los Estados Unidos (Saaty, 1980). Él propuso desarrollar una estructura jerárquica del problema de toma de decisión, con el objetivo de estructurar y ordenar todo el proceso. En los últimos años se han propuesto diferentes actualizaciones del método AHP: AHP multiplicativo, supermatrices, etc. En un trabajo posterior Saaty (2005) propone una generalización del método AHP, con el nombre ANP, que soluciona el problema en la toma de decisión teniendo en cuenta la interdependencia entre los diferentes niveles en la estructura del problema (1). Una revisión de las aplicaciones realizadas a través de este método puede encontrarse en Vaidya y Kumar (2006).

Dado que en el estudio, para la valoración del efecto de los diferentes elementos del paisaje sobre las distintas funciones que debería cumplir el olivar, se han utilizado elementos «positivos» y «negativos», se han seguido las recomendaciones teóricas de Saaty y Ozdemir (2003) y utilizadas por Millet y Schoner (2005).

Al convertirse AHP en una técnica de toma de decisiones en grupo existen varios procedimientos de agregación de los juicios individuales:

1. El primero es común para todos los métodos de toma de decisiones en grupo y consiste en reunir a todos los individuos implicados y, tras emitir cada uno su opinión, forzar un acuerdo. Por su propia naturaleza sólo es aplicable a grupos pequeños, ya que a medida que crece el número de personas implicadas desminuye la posibilidad de llegar a un acuerdo (Dyer y Forman, 1992). Es el método más antiguo y tiene sus raíces en el método Delphi.
2. Agregación de los juicios individuales (*Aggregation of Individual Judgments, AIJ*) para cada comparación por pareja en «una jerarquía agregada». Este procedimiento y los que se describen a continuación son específicos para el método AHP.
3. Procesamiento de cada una de las jerarquías individuales con la posterior agregación de las prioridades individuales resultantes (*Aggregation of Individual Priorities, AIP*).

(1) Por ejemplo, el nivel 1 representa las funciones socioeconómicas, el nivel 2 la fijación de la población y la producción de aceite de oliva.

4. Agregación de las prioridades individuales de cada nodo en la jerarquía.

La aplicación del cuarto procedimiento es menos eficaz y por ello menos usada (Forman y Piniwati, 1998). De acuerdo con estos autores, antes de elegir el método de agregación es necesario saber si los entrevistados actuarán como una unidad sintética o de forma individual. En el primer sugieren el uso de la AIJ y para el segundo la AIP. Se apunta además como obligatorio el uso de AIP cuando los entrevistados realizan la evaluación a través de diferentes sistemas de valoración, haciendo imposible el uso de la AIJ. Si bien en nuestro caso no había ningún impedimento para la aplicación de ambos procedimientos, dado que hemos utilizado el mismo cuestionario para todos los entrevistados optamos por este último procedimiento de agregación.

3.2. Recogida de información primaria

El cuadro siguiente resume el origen de la información, primaria y secundaria, utilizada en el estudio y el método de agregación.

Cuadro 2

ORIGEN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA DE LOS MODELOS

Objetivos	Origen de la información	Método
A. Definición de las funciones más relevantes del olivar	Reunión de grupo con 6 expertos	Ordenación de las funciones
B. Ponderación de estas funciones	Encuesta a la población (480 entrevistas personales)	AHP
C. Determinación de la contribución de cada sistema de gestión del olivar a la consecución de estas funciones	Método Delphi con 15 expertos	AHP
D1. Obtención del modelo espacial parcial de riesgo de incendio	Entrevista personal con 6 expertos en la materia	AHP
D2. Obtención del modelo espacial parcial de riesgo de erosión	Entrevista personal con 3 expertos en la materia	ANP
D3. Obtención del modelo espacial parcial de potencialidad de restauración de flora y fauna	Entrevista personal con 10 expertos en la materia	AHP

A. Para la determinación de las funciones principales del olivar en la zona de estudio se tuvieron en cuenta las funciones utilizadas en estudios anteriores para este sistema agrario (Beaufoy, 2000; Viladomiu y Rosell, 2004; Kallas *et al.*, 2006) y la opinión de seis expertos en olivicultura, medioambiente y economía agraria del Instituto de

Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía (IFAPA), el Instituto de Agricultura Sostenible del CSIC (IAS) y la Universidad de Córdoba.

B. La encuesta a la población de la provincia Córdoba se realizó siguiendo un muestreo estratificado por tamaño del municipio, edad y sexo y con afijación proporcional. Se realizaron 480 entrevistas personales siguiendo un cuestionario estructurado que, siguiendo el método AHP, comparaba cada par de funciones (Anexo I).

C. Se ha seguido el método Delphi para la evaluación de la contribución de cada tipo de gestión o abandono del olivar sobre las funciones demandadas por la sociedad. Para ello se entrevistaron a 15 expertos, número suficiente para conseguir resultados consistentes (Ziglio, 1996), pertenecientes a los siguientes departamentos: Ecología (Univ. de Granada), Ingeniería Forestal (Univ. de Córdoba), Economía y Sociología Agrarias (IFAPA), Producción Agraria (IFAPA), Producción Ecológica y Recursos Naturales (IFAPA), Agronomía (IAS), División Planificación y Gestión de la Biodiversidad y Planificación y Gestión de Flora y Fauna (EGMASA) y Economía Agraria (Univ. de Valladolid). Cada experto recibió el mismo cuestionario en el que se le pedía que, siguiendo el método AHP, comparara por parejas cada tipo de gestión o de abandono de la actividad agrícola para cada función (Anexo II).

D1. El modelo de evaluación del riesgo de incendio está basado en las opiniones de seis expertos en medioambiente e incendios del IFAPA y del departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Córdoba sobre cómo los diferentes elementos del territorio influyen en este riesgo siguiendo el método AHP.

D2. El modelo de erosión hídrica se basa en la opinión de tres expertos del área de Recursos Naturales del IFAPA y del departamento de Agronomía del IAS. El método empleado es el ANP, lo cual implica la realización de un número mucho mayor de comparaciones por parejas debido a la evaluación de las interacciones entre los elementos (la duración de cada entrevista supera la hora).

D3. La determinación de la idoneidad de cada tipo de gestión o abandono de la actividad productiva del olivar para la preservación de la diversidad ecológica, utilizando al lince como especie emblemática, fue evaluada por diez técnicos/investigadores que desarrollan su actividad en la zona de estudio. La composición de este grupo incluye: tres técnicos del Proyecto Europeo LIFE 02 NAT/E/8609 «Recuperación de las poblaciones de lince ibérico en Andalucía», dos investigadores en materia de ordenación del territorio y valora-

ción del paisaje, tres investigadores del departamento de Biología de la Universidad de Córdoba, un gestor del Parque Natural de la Sierra de Cardena y Montoro y un ecólogo de la Universidad de Córdoba. Todos cumplimentaron el mismo cuestionario siguiendo el método AHP.

3.3. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica

Se ha utilizado el programa ArcGis 9.1. como plataforma para la representación, el manejo y el análisis de la información espacial. La información espacial que se ha utilizado en el estudio ha sido la siguiente:

- Mapa de usos (1999; 1:50.000) (Junta de Andalucía, 2001)
- Ortofotos en blanco y negro (2001-2002; 1:5.000) y de color (2005; 1:10.000)
- Mapa de las parcelas agrícolas de Montoro (2004; 1:25.000)
- Mapa de la infraestructura viaria (1999; 1:25.000)

El análisis territorial incluye las siguiente fases:

- Para cada una de las seis funciones (mejora de la diversidad ecológica, control de incendios, producción de aceite, provisión de paisaje cultural, control de la erosión y fijación de la población rural) se ha obtenido un mapa que caracteriza al territorio. El valor de cada píxel, F_{ni} (píxel n y función i) se encuentra en un rango entre 0 y 1. Por ejemplo, en el caso de la mejora de la diversidad ecológica, el valor 0 indica nula potencialidad del territorio para la mejora de la diversidad de flora y fauna y el valor 1 máxima potencialidad.
- Para cada píxel se calcula el valor de utilidad total que alcanza cada tipo de gestión del olivar. Esta utilidad (U) se obtiene como: $U_{n,g} = \sum A_{gi} P_i F_{ni}$; en donde n representa cada píxel del territorio (10x10 m), g es el tipo de gestión (convencional, integrado, ecológico o reconversión), A_{gi} representa la importancia del tipo de gestión g para el cumplimiento de la función i , P_i es el peso que la sociedad asigna a la función i y F_{ni} es el valor obtenido en la fase anterior.
- Finalmente, el uso óptimo recomendado para cada píxel, O_n , se obtiene comparando el valor de utilidad obtenido para cada tipo de gestión, esto es, $O_n = \text{Max} (U_{n,1}, U_{n,2}, U_{n,3}, U_{n,4})$.

El uso combinado de AHP y SIG tiene numerosos antecedentes, entre ellos destacamos: Malczewski (1999), Thirumalaivasan *et al.* (2003) y Ayalew *et al.* (2005).

4. RESULTADOS

4.1. Opinión de la sociedad sobre las funciones que debe cumplir el olivar andaluz

Una vez seleccionadas las funciones principales del olivar de la zona de estudio por un grupo de expertos una muestra de la población de la provincia de Córdoba declaró sus preferencias por cada una de ellas. El resultado de la encuesta sugiere la siguiente ponderación de las funciones:

Cuadro 3

PONDERACIÓN POR LA POBLACIÓN DE LAS FUNCIONES DEL OLIVAR EN LA ZONA DE ESTUDIO

Función socioeconómica (42,5%)	Fijación de la población rural	24,2%
	Producción de aceite de oliva	18,3%
Función medioambiental (42,2%)	Prevención de incendios	17,1%
	Lucha contra la erosión de los suelos	16,2%
	Mejora del hábitat para la flora y fauna silvestre	8,9%
Función paisajística (15,3%)	Olivar con cubierta vegetal	6,4%
	Olivar colonizado por el bosque mediterráneo	6,2%
	Olivar con suelo desnudo y labrado	2,7%
Total		100,0%

Como puede observarse, la población analizada otorga la misma importancia a las funciones socioeconómicas que a las medioambientales (42 por ciento en cada caso). Este equilibrio no se observa en otros estudios sobre el mismo sistema agrario (Kallas *et al*, 2006), en donde las funciones medioambientales tienen mayor importancia. Por último, si bien la función paisajística tiene una menor importancia, ésta alcanza un valor suficiente (15 por ciento) que justificaría su consideración ante una hipotética compensación a los productores por la provisión de bienes y servicios no comerciales a la sociedad.

4.2. Determinación de la contribución de cada sistema de gestión del olivar a la consecución de las funciones demandadas por la sociedad

La encuesta realizada a 15 expertos para determinar cómo cada tipo de gestión del olivar contribuía a cada una de las funciones anteriores arrojó los siguientes resultados:

Cuadro 4

**IMPORTANCIA DE CADA ALTERNATIVA DE GESTIÓN DEL OLIVAR PARA
LA CONSECUCCIÓN DE LAS FUNCIONES**

Alternativas Funciones	Producción de aceite de oliva	Fijación de la población rural	Hábitat para la flora y fauna silvestre	Lucha contra la erosión	Prevención de incendios	Mejora de la calidad visual del paisaje
Reconversión bosque	0,05	0,06	0,46	0,36	0,06	0,51
Olivar convencional	0,33	0,33	0,05	0,07	0,42	0,09
Olivar integrado	0,35	0,29	0,13	0,20	0,27	0,15
Olivar ecológico	0,27	0,32	0,36	0,37	0,25	0,26
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Encuestas a grupos de expertos según función.

En relación con las funciones de tipo socioeconómico (producción de aceite y fijación de la población), el peso de las tres alternativas de producción es similar, de forma que los mayores requerimientos de mano de obra de un tipo de gestión (sistema ecológico) podrían verse compensados con una mayor producción de aceite (sistemas convencional e integrado). Resulta interesante destacar el papel positivo del olivar ecológico en el control de la erosión por el uso de cubierta vegetal, la cual no está presente en los otros dos sistemas de producción en la zona de estudio. Asimismo, hay que resaltar los beneficios del mantenimiento de la actividad productiva, bajo cualquier sistema, para el control de incendios.

4.3. Obtención de mapas parciales de optimización del territorio según los objetivos demandados por la sociedad

Para la determinación del tipo de gestión de olivar o su abandono que optimiza las preferencias de la sociedad se obtuvieron cinco modelos parciales de optimización, uno por cada objetivo en cuestión, a saber:

- Modelo de evaluación de visibilidad de la zona de estudio.
- Modelo de evaluación de potencialidad de recuperación de hábitat para la flora y fauna silvestre.
- Modelo de evaluación de riesgo de erosión de los suelos con olivar.
- Modelo de evaluación de riesgo de incendios en el olivar.
- Modelo de evaluación de producción de aceite de oliva.

4.3.1. Modelo de evaluación de visibilidad de la zona de estudio

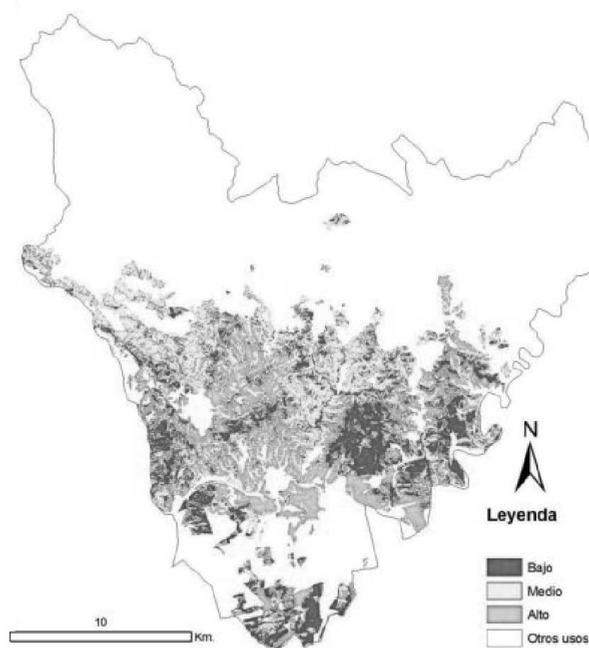
Este modelo pondera al alza aquellas zonas de mayor visibilidad. Numerosos autores incluyen el análisis de visibilidad dentro de los

trabajos de ordenación del territorio (Aramburu *et al.*, 1994; MOPT-MA, 1995; Mata *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2004). El presente estudio sigue la metodología propuesta por Martínez-Vega *et al.* (2003), el cual considera:

- El análisis de visibilidad intrínseco, determinado por las características ambientales del espacio (altura de la vegetación, la orientación y la pendiente).
- El análisis de visibilidad extrínseco relacionado con la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado. En nuestro caso se han considerado los núcleos urbanos, la autovía, las carreteras y las vías pecuarias.

Mapa 1

ANÁLISIS DE VISIBILIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL IMPACTO VISUAL



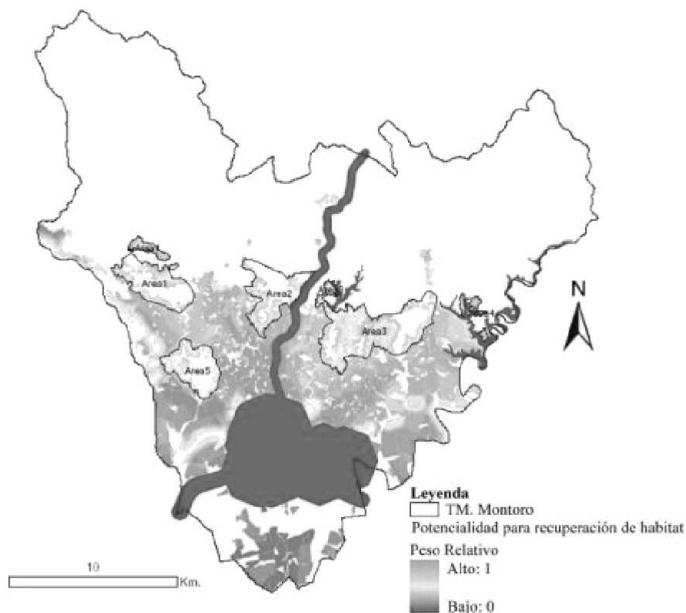
El mapa resultado ha sido reclasificado en tres clases (valores de visibilidad: bajo, medio, alto) con el fin de facilitar una representación y comprensión del mismo. Como se puede observar en el mapa, el relieve de la zona tiene un importante impacto en la delineación de las zonas visibles.

4.3.2. Modelo de evaluación de potencialidad de recuperación de hábitat para la flora y fauna silvestre

La mayoría de los indicadores desarrollados para evaluar la biodiversidad y la diversidad ecológica hacen referencia a la abundancia de especies y/o el requerimiento de alguna especie en particular (Büchs, 2003; Duelli y Obrist, 2003; Jeanneret *et al.*, 2003; Waldhardt, 2003). En el presente estudio ha sido adoptado este último enfoque metodológico, utilizando al lince ibérico como especie emblemática. Diez expertos en el tema valoraron el efecto de los diferentes elementos del territorio en la mejora del hábitat de esta especie con el fin de favorecer su dispersión en olivares marginales reconvertidos al bosque mediterráneo. Los elementos considerados fueron: zonas urbanas, caminos asfaltados, olivar con o sin cubierta vegetal, formaciones de vegetación actualmente existentes, Parque Natural de la Sierra de Cardeña y Montoro, aguas, influencia de las zonas urbanas, autovía Córdoba-Madrid (área de 500 m a ambos lados), carretera nacional con destino a Ciudad Real (área de 250 m a ambos lados) y embalses (Nekhay y Arriaza, 2009).

Mapa 2

POTENCIALIDAD DE RECUPERACIÓN DE HÁBITAT PARA LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE



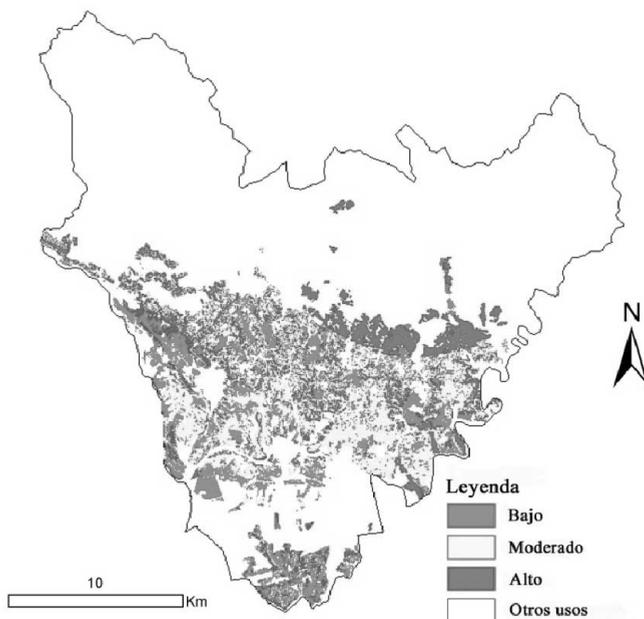
La zona central y la franja vertical, correspondientes con las zonas de influencia del núcleo urbano de Montoro y la carretera nacional, respectivamente, son zonas excluidas para la regeneración del hábitat del lince ibérico. Son aquellas zonas cercanas al Parque Natural de la Sierra de Cardena y Montoro, en la parte nordeste, o a la dehesa, en el noroeste, las que presentan una mayor potencialidad de recuperación del hábitat de esta especie.

4.3.3. Modelo de evaluación de riesgo de erosión de los suelos con olivar

El modelo de erosión se basa en los parámetros de RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier and Smith, 1978; Renard *et al.*, 1997) como datos de entrada para el método ANP (Analytic Network Process) (Saaty, 2005), el cual, a diferencia del modelo RUSLE, permite considerar la interacción entre todos los parámetros de la erosión. El mapa de riesgo de erosión aparece a continuación:

Mapa 3

EVALUACIÓN DE RIESGO DE EROSIÓN DE LOS SUELOS CON OLIVAR



El norte de la zona de estudio presenta las mayores pendientes por lo que el riesgo de erosión hídrica es mayor.

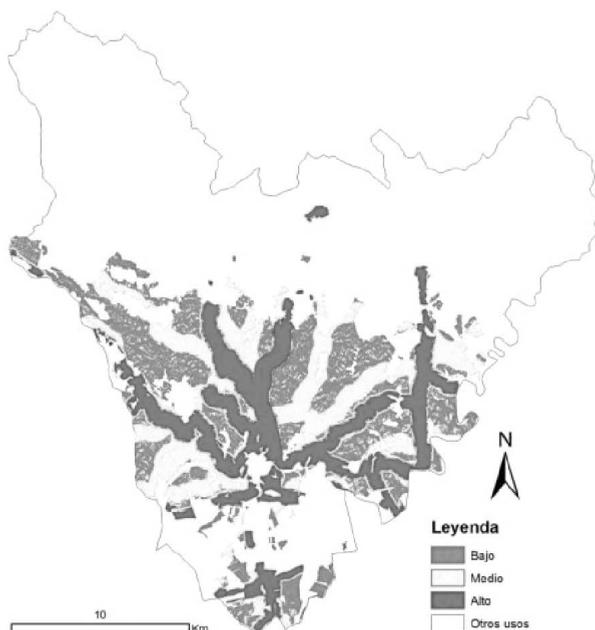
4.3.4. Modelo de evaluación de riesgo de incendios en el olivar

Este modelo calcula el índice de riesgo de incendios para toda la zona de estudio. Dado que la zona de nuestro estudio se encuentra en un territorio montañoso que linda con el monte mediterráneo, el modelo elaborado para la evaluación del riesgo de incendios ha tenido en cuenta el riesgo de abandono de la actividad agraria en las parcelas olivareras de baja producción.

Existen numerosos enfoques metodológicos para la determinación de índices de riesgo de incendio (Deeming *et al.*, 1978; Lee *et al.*, 2002; Muñoz-Robles *et al.*, 2005). El presente trabajo se basa en Ordóñez y Martínez-Alegría (2003). Para la determinación de los pesos de los diferentes elementos del modelo (proximidad a los núcleos urbanos, proximidad a las carreteras, proximidad a las vías pecuarias, insolación, altitud, pendiente y tipo de vegetación), como en el resto de mapas parciales, se creó un grupo de expertos ad hoc que respondieron al cuestionario AHP específico. El resultado agregado de las ponderaciones aparece a continuación.

Mapa 4

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS



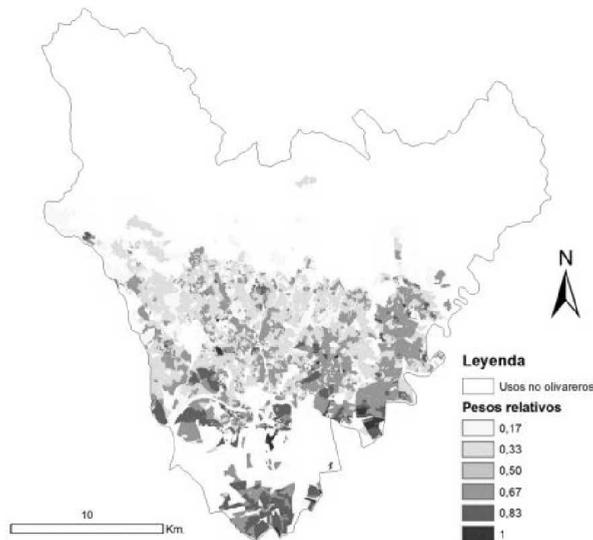
El modelo de riesgo de incendios considera variables antropogénicas (47 por ciento del peso total), topográficas (6 por ciento) y de material combustible (47 por ciento). Como se puede observar todo el área de estudio es atravesada por franjas de color rojo (riesgo alto) y amarillo (riesgo medio). Estas áreas coinciden con las zonas de influencia de las carreteras, donde el riesgo de incendio es más alto

4.3.5. Modelo de evaluación de producción de aceite de oliva

Para la determinación del potencial productivo de cada parcela olivarera se han contado con los registros oficiales de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía de las declaraciones de producción por parcela durante 4 campañas. A partir del promedio de producción por parcela se estratificó la zona de estudio en seis categorías (≤ 1.000 ; 1.001-2.000; 2.001-3.000, 3.001-4.000; 4.001-5.000; >5.000 kg de aceituna/ha). El mapa resultado es:

Mapa 5

RECLASIFICACIÓN DEL OLIVAR DE LA ZONA DE ESTUDIO SEGÚN RENDIMIENTO MEDIO



4.4. Modelo general de uso óptimo del territorio de olivar

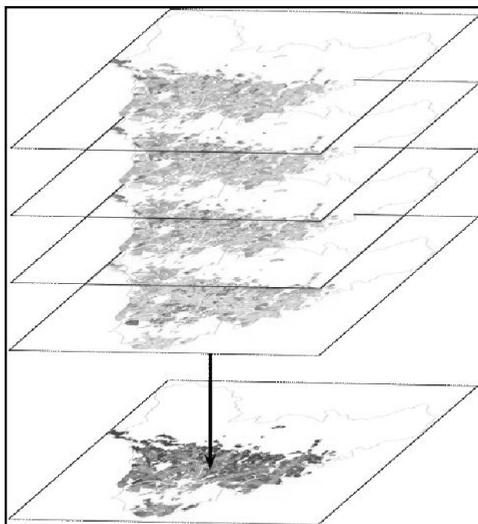
El modelo general calcula la utilidad georreferenciada de cada tipo de gestión ponderada por las preferencias de la sociedad. Esta utilidad (U) se obtiene como:

$$U_{n,g} = \sum_{i=1}^6 A_{gi} \cdot P_i \cdot F_{ni}$$

n representa cada píxel del territorio (10x10 m); g es el tipo de gestión (convencional, integrado, ecológico o reconversión); A_{gi} representa la importancia del tipo de gestión g para el cumplimiento de la función i (encuesta a expertos); P_i es el peso que la sociedad asigna a la función i (encuesta a la población); F_{ni} es el valor obtenido en la fase anterior (modelos espaciales).

Mapa 6

AGREGACIÓN PONDERADA DE LOS MAPAS PARCIALES DE OPTIMIZACIÓN

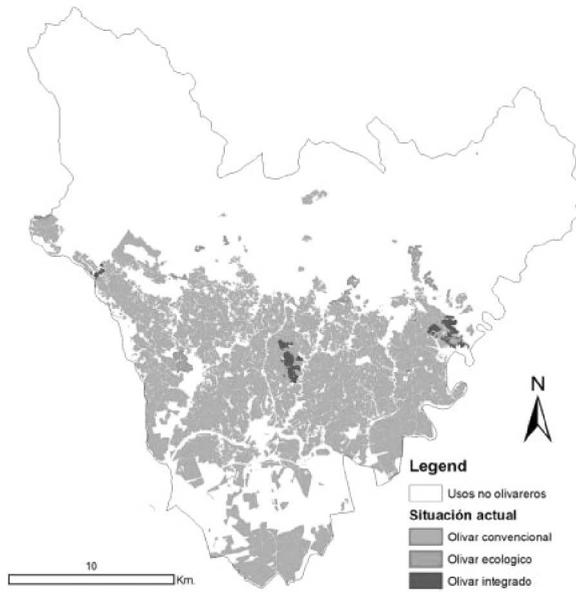


De esta forma, el valor de máxima utilidad para cada píxel y tipo de gestión, combinando la información de los mapas parciales, la ponderación de los ciudadanos y el análisis de los expertos da como resultado el siguiente mapa que optimiza el uso agrícola frente al uso actual (mapa 7 y 8).

Como indica el mapa de resultados, en aras de responder a las demandas de la sociedad sobre las funciones que debe cumplir este tipo de sistemas agrarios, una parte importante del olivar convencional debería transformarse en olivar integrado, ecológico o ser reconvertido en bosque mediterráneo. A continuación se muestra la superficie agregada de cada alternativa:

Mapa 7

TIPO DE GESTIÓN ACTUAL DEL OLIVAR



Mapa 8

TIPO DE GESTIÓN RESULTADO DEL MODELO

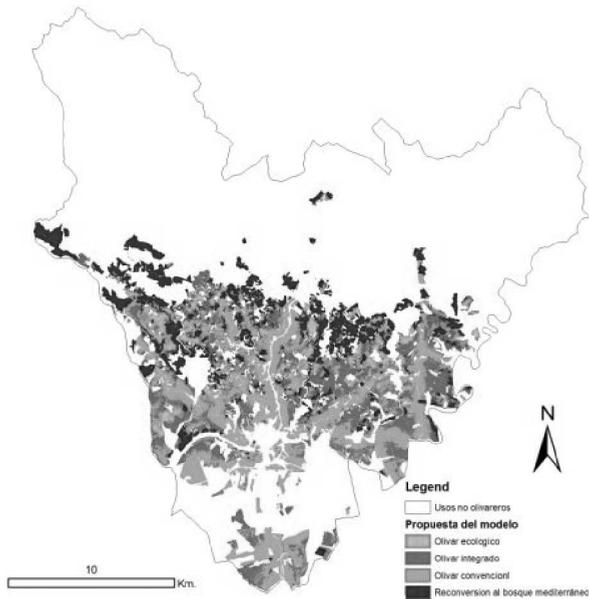
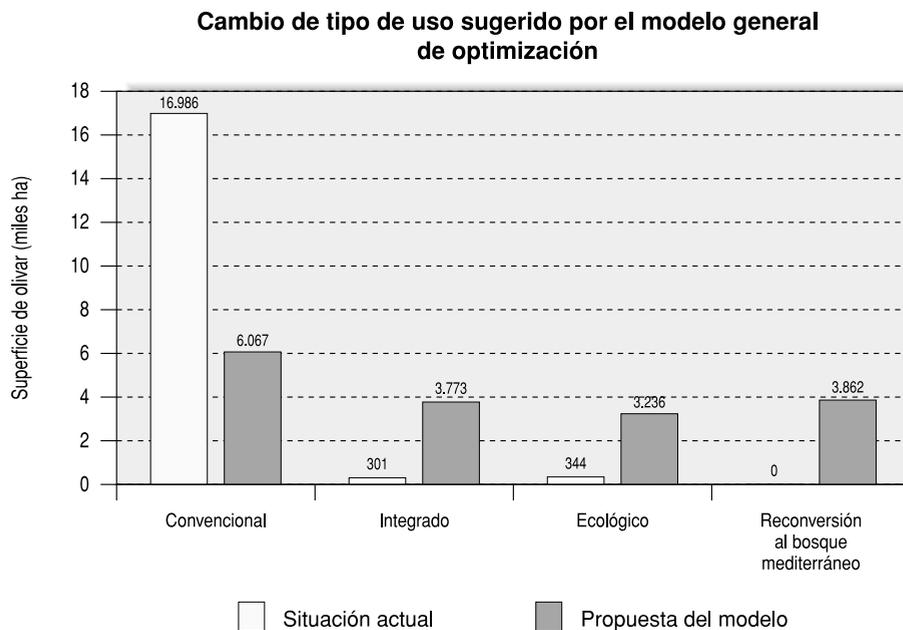


Gráfico 1



5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Generación de los modelos parciales

5.1.1. Modelo de evaluación del hábitat para la flora y fauna silvestre

Este tipo de evaluaciones se encuentra con el problema de la definición del concepto general de diversidad ecológica, y más concretamente el de hábitat para la flora y fauna silvestre. Numerosos autores (Wadhardt, 2003; Jeanneret *et al.*, 2003) manifiestan la falta de modelos que evalúen la diversidad ecológica en general y revelan la imposibilidad de aplicación de los mismos indicadores en diferentes escalas espacio-temporales. Sin embargo, existe una extensa bibliografía (Store y Kangas, 2001; Pedersen *et al.*, 2004; Van der Horst y Gimona, 2005) sobre la evaluación de la conveniencia de una zona determinada para una especie o un grupo de especies con unos requerimientos similares. Así, para el caso del presente estudio, se ha optado por considerar al lince ibérico, asumiendo por tanto que esta especie resume estas exigencias de la flora y la fauna silvestre de la zona. Este tipo de procedimiento se podría extender hacia otras plantaciones olivareras de Sierra Morena ya que se encuentran conectados con las poblaciones del lince en Andújar a través de la

red de Espacios Naturales. Sin embargo no es posible aplicar este procedimiento a todas las plantaciones olivareras de Andalucía ya que muchas de ellas se encuentran fuera del alcance de un posible hábitat para el lince ibérico. Siendo así, sería necesario encontrar otras especies que podrían servir como indicadores.

El método de evaluación utiliza los elementos de la matriz paisajística como uno de los múltiples criterios de un problema de decisión espacial para evaluar el potencial de recuperación del hábitat en una zona determinada. La importancia de cada elemento del paisaje considerado se ha obtenido a partir del conocimiento de los expertos. Este tipo de procedimiento es más rápido que los métodos tradicionales basados en el muestreo y recopilación de información estadística sobre los requerimientos de la especie. Si bien algunos autores (Ayalew *et al.*, 2005) afirman que los modelos basados en el método AHP y en el conocimiento de los expertos obtienen mejores resultados que los modelos basados en datos históricos, es necesario apuntar que los resultados de estos últimos dependerán en gran medida de la calidad y extensión de la serie histórica.

5.1.2. *Modelo de evaluación del riesgo de erosión*

La evaluación de riesgo de erosión en la zona de estudio se ha realizado a través del método ANP. Las aplicaciones del método ANP son todavía muy escasas, por esta razón esta parte del estudio puede ser considerada como una aportación novedosa.

Además, la metodología propuesta aquí pretende simular un sistema físico (erosión hídrica) a través de la utilización del conocimiento de los expertos. El método ANP permite combinar los datos reales (estado de los suelos, pluviometría, etc.) con los datos de origen subjetivo como es el conocimiento de los expertos. Otro punto fuerte del método ANP es la consideración de las interdependencias entre los factores, lo que manifiesta las diferencias entre el método ANP y el AHP.

Entre las limitaciones de esta metodología hay que comentar un elevado número de comparaciones por parejas necesarias. En este estudio se ha utilizado una estructura de red relativamente simple, sin embargo la cantidad de comparaciones por pareja realizadas ha sido tan grande que era prácticamente imposible retener todas las respuestas en la memoria. Siendo así, es lógico suponer que para estructuras de redes más complejas la cantidad de comparaciones por pareja necesarias a realizar se eleva drásticamente, lo que lleva al desbordamiento de la capacidad de procesamiento humano y disminuye la

utilidad del método ANP. En estos casos, podría el problema descomponerse en dos fases, una inicial abordada mediante el método AHP en la que se obtienen los pesos de los elementos de la jerarquía superior y dejando el ANP para las interacciones de la jerarquía inferior.

5.1.3. Modelo de evaluación del riesgo de incendios

Para esta evaluación se ha utilizado el método AHP con una estructura jerárquica simple. La filosofía general de este modelo es parecida a la del modelo de evaluación del hábitat para la flora y fauna silvestre. De esta forma, se ha calculado un índice del riesgo de incendios para el territorio de la zona de estudio. Como criterios del modelo AHP se han considerado los elementos del paisaje que tienen relación con el riesgo de incendios. Para evaluar la importancia de cada elemento del paisaje considerado, se ha acudido a las entrevistas con los expertos a través de un cuestionario AHP tradicional.

El resultado de esta evaluación sugiere que las áreas más cercanas a los caminos principales se encuentran bajo un riesgo de incendios relativamente alto, al mismo tiempo que las variables topográficas apenas tienen impacto sobre el valor relativo del riesgo de incendios.

De este modo, el modelo aquí propuesto permite realizar una evaluación del territorio con respecto al riesgo de incendios, necesitando un volumen de información relativamente pequeño. Como una limitación de aplicación de este tipo de metodología en el presente estudio, hay que comentar que todos los antecedentes de su aplicación son zonas forestales, mientras que aquí se aplica a zonas agrícolas de olivar con riesgo de abandono. El riesgo de incendios en el olivar es mínimo, no obstante en el caso de su reconversión al bosque mediterráneo este riesgo aumenta considerablemente. Por lo tanto, el modelo utilizado destaca las zonas con un alto potencial de riesgo de incendios en caso de abandono de este olivar.

5.1.4. Modelo de evaluación de visibilidad del paisaje

Esta evaluación representa un aspecto complementario del objetivo de mejora de la función paisajística. Su inclusión en el modelo permite considerar otra vertiente de este objetivo que es la visibilidad. Así en el resultado final se refleja que en las zonas más visibles las alternativas con mejor impacto visual obtienen unas puntuaciones más altas.

La metodología utilizada para esta evaluación se basa en el método AHP y una estructura jerárquica específica para este problema (con-

sideración de las dos vertientes: visibilidad extrínseca e intrínseca). A diferencia de los restantes modelos parciales y del modelo general, en el proceso de realización de este modelo no se ha utilizado la información obtenida de los expertos. La información necesaria para la ejecución del método AHP ha sido obtenida a partir de Martínez-Vega *et al.* (2003).

El modelo de visibilidad propuesto refleja suficientemente bien la realidad, no obstante podría ser mejorado a través de la inclusión de otros posibles puntos de observación tales como las cotas más altas de la zona. El cálculo de las cuencas visuales que corresponden a éstos puntos de observación podría completar el modelo enriqueciendo la evaluación propuesta en el estudio siendo una de las posibles líneas de investigación en el futuro.

5.2. Discusión del modelo general de optimización

Con el objeto de poder comparar las alternativas entre sí se ha calculado un indicador de la Utilidad total para cada una de ellas en el territorio. Como resultado, la alternativa que obtiene la mayor utilidad total es la de olivar integrado, lo que refuerza la importancia total de este tipo de alternativa de gestión en la zona de estudio.

No obstante, los SIG permiten elegir la mejor alternativa de actuación para cada píxel del territorio basándonos en la comparación de los valores de cada alternativa en cada uno. Así, la Utilidad total del resultado final es mucho mayor que la de cada una de las alternativas por separado.

El resultado final del estudio sugiere una redistribución del suelo que actualmente se encuentran bajo el uso de olivar convencional. El uso de los Sistemas de Información Geográfica junto con el método AHP ha permitido marcar la localización geográfica exacta de cada una de las alternativas de gestión consideradas. Por medio del presente estudio se confirma una vez más el papel imprescindible de los SIG para cualquier estudio relacionado con el territorio.

Destaca la propuesta de reconversión de una parte importante del olivar convencional al bosque mediterráneo (23 por ciento). Este elevado porcentaje se justifica plenamente por las condiciones ecológicas muy adversas en las cuales se encuentra este olivar actualmente (con pendientes superiores al 15 por ciento y muy prolongadas, suelos pobres, bajas productividades, etc.). Con respecto a esta propuesta hay que comentar que podría ser llevada a cabo sólo con el apoyo público mediante subvenciones. Los agricultores de las zonas seleccionadas para la reconversión al bosque mediterráneo

deberían recibir una compensación por parte del sector público (autonómico, nacional o europeo) para implementar esta posibilidad. Siendo así, estos agricultores podrían acogerse a este tipo de ayuda respondiendo así a las demandas de la sociedad.

6. CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos en la encuesta a la población de la provincia de Córdoba, de forma agregada, las funciones socioeconómicas y las medioambientales comparten el mismo nivel de importancia, con un peso aproximado del 42 por ciento cada una, y quedando la función de provisión de paisajes culturales con un 15 por ciento. Analizando las funciones de forma individual, la fijación de la población rural (24 por ciento), seguida por la producción de aceite de oliva (18 por ciento), la prevención de incendios (17 por ciento) y la lucha contra la erosión (16 por ciento) son las funciones más importantes. El resto de las funciones consideradas en el estudio obtienen una importancia inferior al 10 por ciento.

Metodológicamente, la utilización del método AHP ha permitido la evaluación cuantitativa de la contribución de los diferentes sistemas de gestión del olivar a las funciones comerciales y no comerciales que la sociedad asigna a este sistema agrario. Su uso combinado con los SIG ha permitido localizar geográficamente el tipo de gestión que se considera óptima, incluyéndose entre los posibles usos la reconversión de los olivares menos productivos al bosque mediterráneo. Este método no está exento de algunas debilidades, las cuales han sido solventadas en cierta medida por el método del Proceso Analítico de Redes (ANP) en la evaluación concreta del mapa parcial de optimización para la reducción del riesgo de erosión.

A partir de los resultados obtenidos del modelo general de optimización se plantea reconvertir parte del olivar gestionado de forma convencional por otros tipos de gestión (integral o ecológica) o su reconversión al bosque mediterráneo. En concreto, se recomienda la alternativa de reconversión al bosque mediterráneo en las zonas próximas al Parque Natural de la Sierra de Cardena y Montoro y en las proximidades inmediatas de la vegetación existente y de los ríos y arroyos. La alternativa del olivar ecológico se recomienda en las zonas de pendientes acusadas y relativamente bien visibles. La alternativa del olivar integrado en las zonas con pendientes considerables (pero menos acusadas que en el caso del olivar ecológico) con producciones medias-altas y relativamente visibles.

Estos cambios en la estructura de gestión del paisaje del olivar de Montoro conllevarían los siguientes beneficios para la sociedad:

- Conservación y ampliación del hábitat para la flora y fauna silvestre a través de la implantación de la alternativa de reconversión en bosque mediterráneo.
- Preservación de los suelos contra la erosión a través de la transformación del olivar convencional en una de las tres alternativas de gestión propuestas.
- Prevención de incendios a través del mantenimiento del olivar convencional o su transformación en producción integrada en las proximidades de las carreteras.
- Provisión de un paisaje más variado y atractivo desde el punto de vista visual.
- Mantenimiento de las producciones del olivar convencional en las zonas más adecuadas.

Si bien la sociedad en su conjunto se beneficiaría del cambio del sistema de producción convencional de parte del olivar al sistema de producción integrada y al de producción ecológica, así como la reconversión al bosque mediterráneo, el agricultor debe ser remunerado por la provisión de este conjunto de funciones no comerciales de los sistemas agrarios. En efecto, si la PAC propugna la generación de estas externalidades positivas (mejora de la diversidad ecológica, lucha contra la erosión, prevención de incendios y provisión de paisajes culturales), el productor debe ser compensado por la pérdida de ingresos derivada del cumplimiento de estas funciones. Solo de esta forma se podrá garantizar la convivencia de un modelo dual de agricultura europea, uno orientado al mercado y otro, en zonas de mayor valor ecológico y cultural, basado en potenciar estas funciones no comerciales de la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAMBURU, M. P.; CIFUENTES, P.; ESCRIBANO, R. y GONZÁLEZ, S. (1994): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaria de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid.
- ARRIAZA, M.; BAREA, F. y RUIZ, P. (2002): «Reforma de la OCM del aceite de oliva: hacia un sistema desacoplado de ayudas». En: *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 2001*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga.
- ARRIAZA, M.; CAÑAS, J. A.; ALCALÁ, B. J. y GALLARDO, P. (2006): *Valoración económica de fincas de olivar*. Universidad de Jaén.

- AYALEW, L.; YAMAGISHI, H.; MARUI, H. y KANNO, T. (2005): «Landslides in Sado Island of Japan: Part II. GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and verifications». *Engineering Geology*, Vol. 81: 432-445.
- BATEMAN, I.; MUNRO, A.; RHODES, B.; STARMER, C. y SUGDEN, R. (1997): «Does Part-Whole Bias Exist? An Experimental Investigation». *Economic Journal*, Vol. 107: 322-332.
- BEAUFOY, G. (2000): *The environmental impact of olive oil production in the EU: Practical options for improving the environmental impact*. European Forum on Nature Conservation and Pastoralism – Asociación para el Análisis y Reforma de la Política Agro-rural. Londres y Madrid.
- BÜCHS, W. (2003): «Biodiversity and agri-environmental indicators- general scopes and skills with special reference to the habitat level». *Agriculture Ecosystems and Environment*, Vol. 98: 35-78.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2003): *El olivar andaluz*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- DEEMING, J. E.; BURGAN, R. E. y COHEN, J. D. (1978): *The National Fire Danger Rating System*. USDA Forest Service, General Technical Report INT-39.
- DUELLI, P. y OBRIST, M. (2003): «Biodiversity Indicators: the choice of values and measures». *Agriculture Ecosystems and Environment*, Vol. 98: 87-98.
- DYER, R. F. y FORMAN, E. H. (1992): «Group decision support with the Analytic Hierarchy Process». *Decision Support System*, Vol. 8: 99-124.
- FORMAN, E. H. y PENIWATI, K. (1998): «Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process». *European Journal of Operational Research*, Vol. 108: 165-169.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R. (2004): *Geografía de los paisajes del olivar andaluz*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- 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*, Vol. 20: 211-225.
- HERNÁNDEZ, J.; GARCÍA, L. y AYUGA, F. (2004): «Assessment of the visual impact made on the landscape by new buildings: a methodology for site selection». *Landscape and Urban Planning*, Vol. 68: 15-28.
- JEANNERET, P.; SCHUPBACH, B. y LUKA, H. (2003): «Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes». *Agriculture Ecosystems and Environment*, Vol. 98: 311-320.
- 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*, Vol. 6(11): 49-79.
- LANDETA, J. (1999): *El método Delphi: Una técnica de previsión para la incertidumbre*. Ariel, Barcelona.
- LEE, B. S.; ALEXANDER, M. E.; HAWKES, B. C.; LYNHAM, T. J.; STOCKS, B. J. y ENGLEFIELD, P. (2002): «Information systems in support of wildland fire management decision making in Canada». *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 37 (1-3): 185-198.

- MALCZEWSKI, J. (1999): *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- MARTÍNEZ VEGA, J.; MARTÍN ISABEL, M. P. y ROMERO CALCERRADO, R. (2003): «Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)». *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, Vol 3 (1): 1-21.
- MASSOT MARTÍ, A. (2009): *España ante la refundación de la Política Agrícola Común de 2013*. Real Instituto Elcano. Documento de trabajo 35/2009. Madrid.
- MATA, R.; RODRÍGUEZ, J. A. y SEVILLA, M. (2002): «Un SIG para el Plan de Ordenación de Menorca. Aspectos ambientales y paisajísticos». *X Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección*. Valladolid, Universidad de Valladolid-AGE.
- MILLET, I. y SCHONER, B. (2005): «Incorporating negative values into the Analytic Hierarchy Process». *Computers and Operations Research*, Vol. 32: 3.163-3.173.
- MITCHELL, R. y CARSON, R. (1989): *Using surveys to value public goods*. Resources for the Future, Washington.
- MOPTMA (1995): *Avance del Plan Nacional de Cartografía Temática Ambiental*. Madrid, MOPTMA. Documento técnico.
- MUÑOZ-ROBLES, C. A.; TREVIÑO-GARZA, E. J.; VERASTEGUI-CHÁVEZ, J.; JIMÉNES-PÉREZ, J. y AGUIRRE-CALDERÓN, O. A. (2005): «Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación del peligro de incendios forestales en la Sierra Madre Oriental de México». *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, Vol. 56: 101-117.
- NEKHAY, O. y ARRIAZA, M. (2009): «Restoration of abandoned agricultural lands toward habitats for umbrella species». *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol. 7(2): 375-389.
- ORDÓÑEZ-GALÁN, C. y MARTÍNEZ-ALEGRÍA, R. (2003): *Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones prácticas con Idrisi 32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales*. RA-MA, Madrid.
- PEDERSEN, A. O.; NYHUUS, S.; BLINDHEIM, T. y WERGELAND KROG, O. M. (2004): «Implementation of a GIS-based management tool for conservation of biodiversity within the municipality of Oslo, Norway». *Landascape and Urban Planning*, Vol. 68: 429-438.
- RANDALL, A. (2002): «Valuing the outputs of multifunctional agriculture». *European Review of Agriculture Economics*, Vol. 29: 289-307.
- RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; MCCOOL, D. K. y YODER, D. C. (eds.) (1997): *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. Agricultural Handbook No. 703. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, DC, USA, 404 pgs.
- SAATY, T. L. (1980): *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York, McGraw-Hill.
- SAATY, T. L. (2005): *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. 3rd ed., RWS Publications, Pittsburgh, USA.

- SAATY, T. L. y OZDEMIR, M. S. (2003): «Negative priorities in the Analytic Hierarchy Process». *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 37: 1.063-1.075.
- STORE, R. y KANGAS, J. (2001): «Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling». *Landscape and Urban Planning*, Vol. 55: 79-93.
- THIRUMALAIVASAN, D.; KARMEGAM, M. y VENUGOPAL, K. (2003): «AHP-Drastic: software for specific aquifer vulnerability assessment using DRASTIC model and GIS». *Environmental Modelling and Software*, Vol. 18 (4): 645-656.
- VAIDYA, O. S. y KUMAR, S. (2006): «Analytic hierarchy process: An overview of applications». *European Journal of Operational Research*, Vol. 169: 1-29.
- VAN DER HORST, D. y GIMONA, A. (2005): «Where new farm woodlands support biodiversity action plans: a spatial multi-criteria analysis». *Biological Conservation*, Vol. 123: 421-432.
- 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.
- WALDHARDT, R. (2003): «Biodiversity and landscape- summary, conclusions and perspectives». *Agriculture Ecosystems and Environment*, Vol. 98: 305-309.
- WISCHMEIER, W. H. y SMITH D. D. (1978): Predicting Soil Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. *USDA Agricultural Handbook*, 537: 58 p.
- ZIGLIO, E. (1996): «The Delphi method and its contribution to the Decision-Making». En: Adler, M. y Ziglio, E. (eds) *Gazing into the oracle: the Delphi method and its application to the Social Policy and Public Health*. Jessica Kingsley, Londres.

Anexo I. Cuestionario de valoración de las funciones del olivar de baja producción

FUNCIONES SOCIOECONÓMICAS: | - Producción de aceite de calidad.
 - Generación de renta agraria.
 - Fijación de la población rural.

P1	Producción de aceite de calidad	
	Generación de renta agraria	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P2	Producción de aceite de calidad	
	Fijación de la población rural	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P3	Generación de renta agraria	
	Fijación de la población rural	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

FUNCIONES MEDIOAMBIENTALES: | - Preservación de hábitat adecuado para la conservación de la biodiversidad.
 - Lucha contra la erosión.
 - Prevención de incendios.

P4	Preservación de hábitat adecuado para la conservación de la biodiversidad	
	Lucha contra la erosión	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P5	Preservación de hábitat adecuado para la conservación de la biodiversidad	
	Prevención de incendios	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P6	Lucha contra la erosión	
	Prevención de incendios	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

FUNCIONES PAISAJÍSTICAS: (tipos de paisajes) | A. Paisaje de olivar con suelo desnudo entre calles.
 B. Paisaje de olivar con cubierta vegetal.
 C. Paisaje de olivar no productivo colonizado por el bosque mediterráneo

Por favor, indique los NÚMEROS de las fotografías que utiliza en las comparaciones:
 FOTO A _____ FOTO B _____ FOTO C _____

Indique sus preferencias visuales y la intensidad con que prefiere una foto sobre otra:

P7	FOTO A	
	FOTO B	

Preferencia similar
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P8	FOTO A	
	FOTO C	

Preferencia similar
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P9	FOTO B	
	FOTO C	

Preferencia similar
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

Por último, evalúe por favor de forma agregada estas funciones del olivar:

P10	Funciones socioeconómicas	
	Funciones medioambientales	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P11	Funciones socioeconómicas	
	Funciones paisajísticas	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

P12	Funciones medioambientales	
	Funciones paisajísticas	

La misma importancia
 Algo superior
 Superior
 Muy superior
 Preferencia absoluta

DATOS SOCIOECONÓMICOS:

1. Municipio en el que reside habitualmente _____

2. ¿Procede usted del medio rural? Sí No

3. Sexo: Mujer Hombre

4. Situación laboral:

Agricultor o trabajador agrícola	<input type="checkbox"/>
Empleado por cuenta propia	<input type="checkbox"/>
Empleado por cuenta ajena	<input type="checkbox"/>
Estudiante	<input type="checkbox"/>
Desempleado	<input type="checkbox"/>
Ama de casa	<input type="checkbox"/>
Jubilado/pensionista	<input type="checkbox"/>
Otros (indicar)	<input type="text"/>

5. Integrantes de la unidad familiar: N° total de integrantes _____ N° de hijos a su cargo _____

6. Edad:

35 o menos	<input type="checkbox"/>
36-50	<input type="checkbox"/>
51-65	<input type="checkbox"/>
más de 65	<input type="checkbox"/>

7. Nivel de estudios:

Sin estudios	<input type="checkbox"/>	Primarios	<input type="checkbox"/>
Secundarios (BUP, ESO, FP)	<input type="checkbox"/>	Universitarios	<input type="checkbox"/>

8. Renta mensual disponible (suma total de la unidad familiar):

< 600 €	<input type="checkbox"/>
600 - 1.500 €	<input type="checkbox"/>
1.500 - 3.000 €	<input type="checkbox"/>
3.000 - 5.000 €	<input type="checkbox"/>
Más de 5.000 €	<input type="checkbox"/>

Anexo II. Cuestionario de evaluación de las alternativas de gestión del olivar**A. Mantenimiento de la diversidad ecológica**

M1	Cese de la actividad productiva y restauración al bosque mediterráneo	
	Agricultura convencional sin cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>
M2	Cese de la actividad productiva y restauración al bosque mediterráneo	
	Agricultura integrada sin cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>
M3	Cese de la actividad productiva y restauración al bosque mediterráneo	
	Agricultura ecológica con cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>
M4	Agricultura convencional sin cubierta vegetal	
	Agricultura integrada sin cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>
M5	Agricultura convencional sin cubierta vegetal	
	Agricultura ecológica con cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>
M6	Agricultura integrada sin cubierta vegetal	
	Agricultura ecológica con cubierta vegetal	
<input type="checkbox"/>	Idoneidad similar	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Algo superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Muy superior	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Superioridad absoluta	<input type="checkbox"/>

Idem para los otros cinco objetivos:

- B. Producción de aceite de oliva
- C. Fijación de la población rural
- D. Lucha contra la erosión
- E. Prevención de incendios
- F. Mejora de la calidad visual del paisaje

RESUMEN

Evaluación social multicriterio del territorio agrícola: el caso del olivar de baja producción

El presente trabajo analiza el tipo de gestión del olivar, o su posible reconversión al bosque mediterráneo, que maximiza la provisión de bienes y servicios comerciales y no comerciales de este sistema agrario. Metodológicamente se combinan técnicas de análisis multicriterio de agregación de preferencias individuales, el método analítico jerárquico (AHP), y el análisis territorial mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La información primaria procede de una encuesta a la población para determinar sus preferencias sobre las funciones que deberían cumplir este sistema agrario y de varias entrevistas personales a grupos de expertos, uno para cada función, para evaluar cómo cada sistema de gestión contribuye a la consecución de estas funciones. Ambas fuentes de información se integran posteriormente un SIG que georreferencia el tipo de gestión que maximiza el bienestar de la sociedad. Los resultados sugieren que la función más valorada del olivar de montaña es la fijación de la población rural (un 24 por ciento), seguida por la producción de aceite de oliva (un 18 por ciento), la prevención de incendios (un 17 por ciento) y la lucha contra la erosión (un 16 por ciento). El modelo general de optimización plantea reconvertir aproximadamente dos tercios del olivar gestionado de forma convencional por otros tipos de gestión (integral o ecológica) o su reconversión al bosque mediterráneo.

PALABRAS CLAVE: olivar, AHP, ANP, SIG, optimización, territorio.

SUMMARY

Multicriteria assessment of agricultural land use: the case of marginal olive plantations

In this paper alternative management systems of olive plantations and its restoration to Mediterranean forest are analysed in order to optimise the provision of market and public goods of this agricultural system. Methodologically, the Analytic Hierarchy Process, to assess citizens' preferences for the functions that olive plantations (*Olea europaea* L.) in mountain areas should provide to Society and experts' opinion about the adequacy of each olive production system for the achievement of such functions, is combined with a Geographical Information System (GIS) to determine changes in agricultural land use to optimise social welfare. According to the population's responses, keeping the rural population in the villages (24%), the production of olive oil (18%), the prevention of wildfires (17%) and the reduction of soil erosion (16%) are the most valued functions. The general GIS model indicates that two thirds of the conventional production system should shift toward integrated and organic production systems and restoration of the Mediterranean forest to maximize social welfare.

KEYWORDS: Olive plantations, AHP, ANP, SIG, optimization, land use.

