



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



evenor  
Spin-Off del CSIC tech

# Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas forestales de Andalucía

Teodoro Marañón<sup>1</sup>, Beatriz Ibáñez<sup>1</sup>, María Anaya-Romero<sup>2</sup> y Miriam Muñoz Rojas<sup>2</sup>

(1) IRNAS, CSIC

(2) Evenor-Tech

Marzo 2012

## Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas forestales de Andalucía

0. Mensajes clave .....	3
1. Introducción .....	5
2. Caracterización del sistema socioecológico .....	6
2.1. Tipos de bosques .....	6
2.2. Relación con otros tipos operativos considerados en EMA .....	10
2.3. Distribución de los bosques .....	11
2.4. Entorno socio-económico .....	11
3. Estado de conservación general del ecosistema forestal .....	14
3.1. Conservación de ecosistemas y la Directiva Hábitats.....	14
3.2. Cambios y tendencias en los ecosistemas .....	21
4. Servicios suministrados. Métodos de evaluación y fuente de datos .....	24
4.1 Servicios de abastecimiento .....	24
4.2. Servicios de regulación .....	24
4.3. Servicios culturales .....	24
5. Condiciones y tendencias de los servicios evaluados .....	25
5.1. Servicios de abastecimiento .....	25
5.2. Servicios de regulación .....	29
5.3. Servicios culturales .....	33
5.4. Tendencias generales .....	34
6. Impulsores del cambio de los ecosistemas forestales .....	36
6.1. Cambios de uso .....	36
6.2. Introducción de especies exóticas .....	36
6.3. Cambio climático .....	37
6.4. Sobreexplotación .....	38
6.5. Contaminación .....	38
7. Análisis de compromisos (trade-offs) y sinergias .....	39
7.1. Compromisos entre servicios .....	39
7.2. Sinergias entre servicios .....	39
8. Respuestas e intervenciones de gestión .....	41
9. La conservación del ecosistema forestal y el bienestar humano .....	43
10. Lagunas de conocimiento e investigaciones futuras .....	45
11. Referencias bibliográficas .....	47
12. Anexos .....	50

# ESTADO Y TENDENCIA DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DE ANDALUCÍA

**Autores:** Teodoro Marañón y Beatriz Ibáñez (IRNAS, CSIC), María Anaya-Romero y Miriam Muñoz-Rojas (Evenor-Tech)

## 0. MENSAJES CLAVES

**La superficie de los ecosistemas forestales en Andalucía apenas ha cambiado en 50 años, pero sí su composición.** Los sistemas forestales ocupan casi la mitad (40%) de la superficie andaluza, estando dominados por bosques de quercíneas (22% de la superficie forestal, incluyendo las dehesas) y matorrales (57%). La superficie total de ecosistemas forestales ha disminuido solo un poco (2%) en 50 años, pero ha tenido importantes cambios en la composición. En la segunda mitad del siglo XX se plantaron coníferas (aumento del 212% respecto a la superficie en 1956) y eucaliptos (aumento del 396%). En la última década se han plantado principalmente frondosas.

**Los ecosistemas forestales andaluces son singulares a nivel español y europeo.** La singularidad de estos sistemas forestales es un valor añadido. Algunos elementos del ecosistema forestal mediterráneo tienen su mejor o única representación en Andalucía, como el pinsapo (*Abies pinsapo*), el lince (*Lynx pardinus*) y el águila imperial (*Aquila adalberti*). Los bosques mixtos de alcornoque tienen uno de sus mejores ejemplos europeos (unas 100.000 ha) en las sierras de Cádiz y Málaga; en total los alcornoques andaluces representan casi la mitad de su extensión en España y el 10% del mundo, dándole valor a su producto específico - el corcho. Las dehesas son formaciones silvo-pastorales singulares que han resultado de la gestión tradicional del sistema bosque-pasto-ganado, con razas ganaderas autóctonas como el cerdo ibérico y la vaca retinta. En Andalucía ocupan más de 800.000 ha; tienen importancia económica en la producción de alimento de calidad (productos del cerdo ibérico) y ecológico-cultural en la conformación del paisaje de Sierra Morena.

**Los bosques andaluces proporcionan importantes servicios de abastecimiento a la sociedad.** Entre las materias primas destaca el corcho (unas 40 mil toneladas que suponen el 60% de la producción española), así como la madera de pino (para tableros, embalajes, etc.) y de eucalipto para pasta de papel. La tendencia general de estos servicios ha sido a mejorar. También es importante el abastecimiento de alimentos como castañas, piñones y miel. En las dehesas se producen alimentos de alta calidad, como el jamón ibérico de bellota. La tendencia general de los servicios de alimentos ha sido mixta.

**Los servicios de regulación que proporcionan los sistemas forestales cada vez son más importantes.** Al aumentar la extensión y la espesura de los bosques ha mejorado su capacidad para almacenar carbono en la biomasa aérea y en el suelo. Esta función como sumideros de carbono tiene un especial papel en la mitigación del cambio climático. Otros servicios de regulación importantes son la capacidad para regular la calidad del agua y del aire, así como la formación de suelo y la protección frente a la erosión. Por otra parte, el aumento de combustible en los bosques aumenta el riesgo de incendio que se considera como un "disservicio" (servicio negativo).

**Los servicios culturales han tenido gran auge para la población urbana que aprecia y usa cada vez más las zonas forestales para actividades recreativas y de ecoturismo.** En contraposición, el abandono progresivo de las comunidades rurales ha llevado a una disminución del conocimiento local, de la identidad cultural asociada a los ecosistemas forestales, y un deterioro de la diversidad cultural de los paisajes silvo-pastorales.

**Los cambios en el uso del suelo durante los últimos 50 años constituyen el principal impulsor directo de cambio de los sistemas forestales.** Se han transformado zonas de bosques y matorrales en cultivos intensivos (en el sureste), en urbanizaciones (en la costa y periferias urbanas) y en infraestructuras (autovías). Se han plantado masivamente pinos y eucaliptos (en los años 50-70 del pasado siglo). El despoblamiento de las zonas rurales (a partir de los años 80) ha originado la matorralización de los cultivos abandonados. El aumento de la presión ganadera y de los herbívoros silvestres (sobre todo ciervos) está bloqueando el proceso de regeneración y produciendo un envejecimiento de las poblaciones de árboles. En general los cambios de uso del suelo han tenido efectos positivos sobre algunos servicios (los relacionados con el aumento de biomasa) y negativos sobre otros (los relacionados con el abandono del manejo).

**Otros impulsores directos de cambio son la sobreexplotación, la invasión de especies exóticas y el cambio climático.** La sobreexplotación histórica de ciertas especies valiosas como el pinsapo (*Abies pinsapo*) ha reducido sus poblaciones quedando pocos pinsapares relictos. Las especies exóticas que más están afectando a los sistemas forestales son los microorganismos introducidos que causan enfermedades a especies nativas que carecen de inmunidad: dos ejemplos graves son la fitóftora (*Phytophthora cinnamomi*), oomiceto que causa la podredumbre radical (la seca) en encinas y alcornoques, y el virus (del género *Leporipoxvirus*) que causa la mixomatosis de los conejos y que ha alterado la red trófica del monte mediterráneo. Los efectos del cambio climático en el pasado reciente (50 años) sobre los sistemas forestales no parecen muy intensos, pero la previsión es que el calentamiento global cada vez más rápido y la alteración del régimen de lluvias afecte a las interacciones entre organismos en el ecosistema forestal y modifique su estructura y composición.

**Los cambios socio-económicos, políticos, científico-tecnológicos y culturales son impulsores indirectos de cambio que subyacen en la variación experimentada por los sistemas forestales.** Las condiciones socio-económicas de Andalucía han cambiado drásticamente en 50 años provocando cambios en el uso del suelo y en el reparto espacial de la población (abandono de zonas rurales). La globalización de los mercados ha reducido el valor de la madera y otras materias primas. La tecnología que desarrolla alternativas al corcho puede cambiar la importancia relativa de este servicio. La sociedad andaluza ha experimentado cambios culturales y políticos importantes en este medio siglo que se reflejan en su percepción hacia los ecosistemas forestales, así como en su legislación y gestión.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de los servicios de los ecosistemas nos permite y nos obliga a mirar con nuevos ojos a los bosques de Andalucía. Por una parte, el análisis de la multitud de servicios diversos que proporcionan los ecosistemas forestales ponen en evidencia nuestra dependencia a múltiples niveles (económica, alimenticia, cultural, psicológica, etc.) de este capital natural. Por otra, la evaluación de sus tendencias y el análisis de los impulsores de cambio que las provocan, nos llevan a proponer medidas de gestión e intervenciones que eviten su degradación.

En la evaluación de ecosistemas del milenio (MA) a escala global, el grupo de expertos sobre sistemas forestales concluyó con 12 mensajes principales. Entre ellos destaca que el área global de los bosques ha disminuido un 40% en los últimos 300 años. Contrasta la situación actual de Europa y Norteamérica donde la cobertura y biomasa de los bosques se está recuperando frente a la deforestación continuada de los bosques tropicales (pérdida de unas 10 millones de hectáreas al año). Además del valor económico de los servicios (madera y otros productos), destaca el valor de los bosques en la provisión de agua de buena calidad y en la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono. Merece especial mención que una parte importante de la población mundial (unos 300 millones de personas en zonas rurales) dependen casi exclusivamente de los ecosistemas forestales para su subsistencia; entre ellos son especialmente dependientes los pueblos indígenas de las zonas selváticas (unos 60 millones de personas). Finalmente reclaman la necesidad de implementar una política de gestión forestal sostenible que además incorpore la resiliencia a los futuros impactos del cambio global (Shvidenko et al., 2005).

En España, se ha completado recientemente la evaluación de los ecosistemas del milenio (EME, 2011). En general se ha detectado que el 45% de los servicios de ecosistemas mostraban tendencias a empeorar; sin embargo, los bosques son los ecosistemas que mejor conservan sus funciones y por tanto su capacidad para generar servicios.

La investigación sobre servicios de los ecosistemas en bosques ha comenzado a despegar a partir de 2005, posiblemente como efecto de la publicación y difusión de los informes del Milenio Internacional (Vihervaara et al., 2010). Por ejemplo, en 2010 se publicaron 148 artículos en revistas indexadas, con las palabras clave "ecosystem services" y "forest", que suponían el 20% del total de artículos relacionados con los ecosistemas.

En este capítulo se realiza una caracterización de los ecosistemas forestales de Andalucía y de sus tipos operativos, analizando su estado actual de conservación. Se revisan los principales servicios que proporcionan y se evalúan sus condiciones y tendencias. Se analizan los impulsores de cambio, tanto directos como indirectos, que provocan la posible degradación de estos ecosistemas, y de forma conjunta se identifican posibles sinergias y compromisos entre ellos. Se proponen medidas de respuesta e intervenciones que garanticen el mantenimiento de los servicios y por último se destacan las principales contribuciones de los ecosistemas forestales para mantener y mejorar el bienestar de los andaluces.

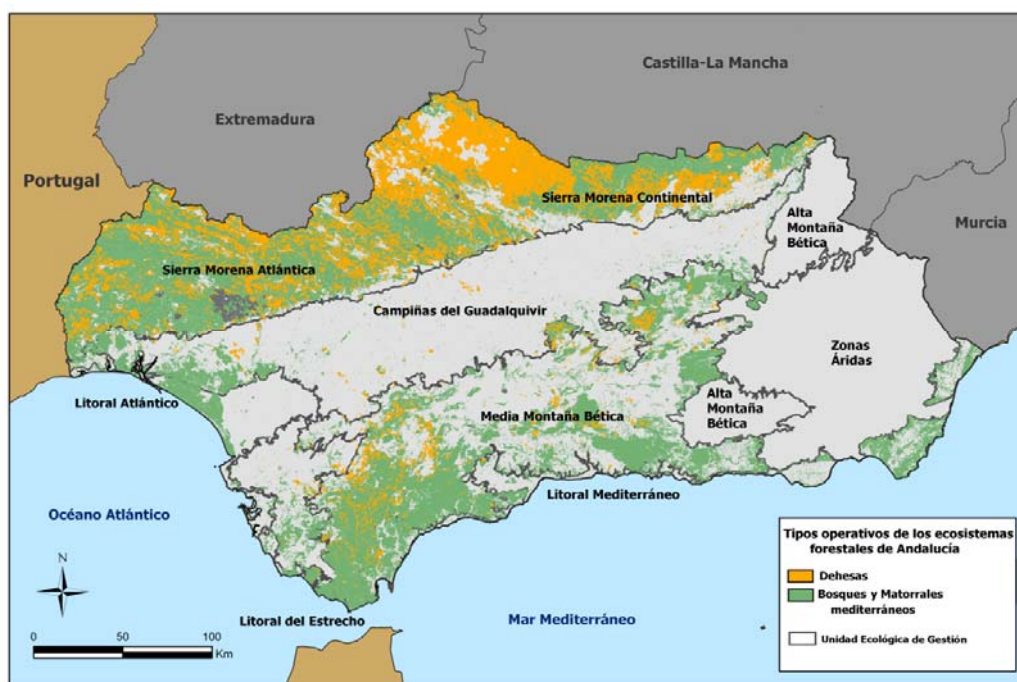
## 2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO

A mediados del siglo XX (en 1956) la extensión de las áreas naturales y forestales en Andalucía superaba los 4 millones y medio de hectáreas (4.520.578). Predominaban las zonas arboladas (52%) y el matorral sin arbolado (40%), mientras que los pastizales sin arbolado (7%) y los espacios con poca o nula vegetación (menos del 1%) eran menos importantes (Bermejo et al., 2011).

En la actualidad (datos de 2007) las áreas naturales y forestales de Andalucía ocupan 4.419.679 ha, por tanto se han reducido en un 2%. En total representan la mitad (50,5%) de la superficie regional y proporcionan importantes servicios a la población andaluza.

### 2.1. Tipos de bosques

El clima general es de tipo mediterráneo, con inviernos fríos y lluviosos y veranos secos y calurosos, que influye sobre el tipo de vegetación forestal. A escala regional hay importantes variaciones desde las costas con inviernos suaves y ecosistemas termófilos con acebuches y palmitos, hasta las cumbres de Sierra Nevada (3482 m) con matorral de alta montaña y bosques de pino negro (*P. uncinata*) y pino silvestre (*P. sylvestris* subsp. *nevadensis*). En cuanto a la precipitación acumulada durante el año, varía desde las zonas subhúmedas con más de 1200 mm en las sierras de Cádiz y de Huelva, con castañares y quejigares morunos, hasta las zonas semiáridas (menos de 300 mm) del Sureste. Localmente, en la humedad permanente de las riberas se establecen alisedas (*Alnus glutinosa*) y alamedas (*Populus alba*).



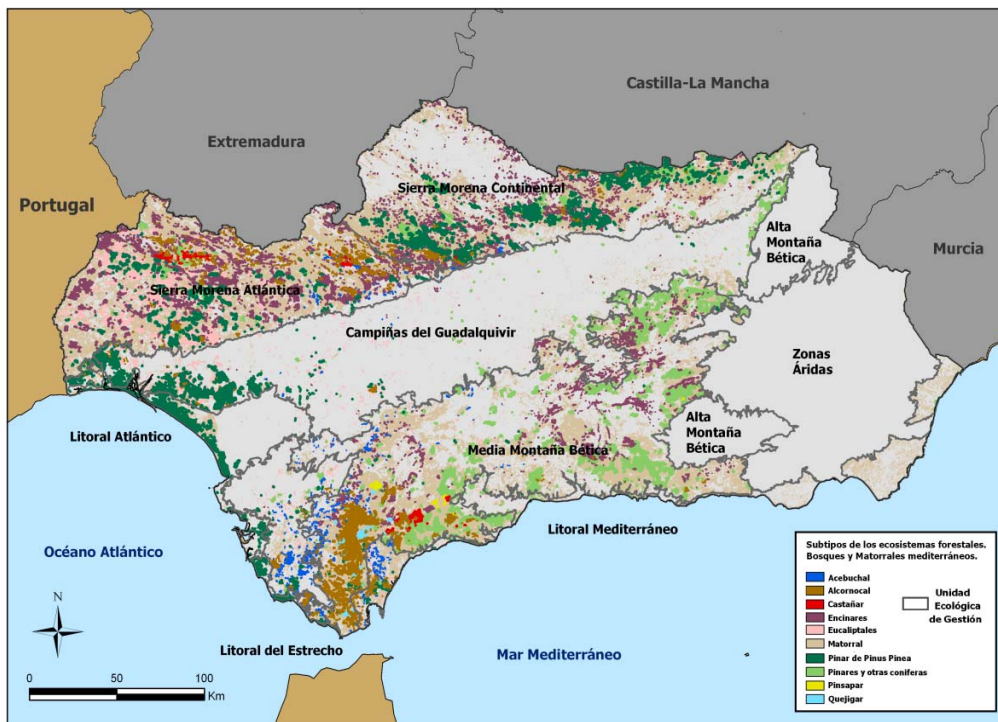
**Figura 1.** Distribución de los tipos operativos de ecosistemas forestales en las diferentes unidades ecológicas de gestión de Andalucía. Fuente: mapa de usos y coberturas de Andalucía (Moreira, 2007).

Para este trabajo de evaluación regional se han separado los ecosistemas de alta montaña (4% de la superficie total) y los ecosistemas de zonas áridas (7%) por sus características particulares y serán tratados en capítulos aparte. En cuanto a los ecosistemas forestales, se han distinguido dos

tipos operativos principales: uno general de bosques y matorrales mediterráneos, y otro para los bosques transformados en dehesas (Figura 1).

Se han distinguido 10 subtipos operativos de bosques y matorrales: el alcornocal con su importancia para el abastecimiento de corcho, dos tipos de bosques abastecedores de alimentos - el castañar y el pinar de pino piñonero -, dos tipos de bosques singulares con valor científico - el pinsapar y el quejigar moruno (*Q. canariensis*) -, las formaciones arbóreas más extendidas de acebuchal, de encinares (y otras frondosas) y de pinares (y otras coníferas) con su importante servicio de regulación, las formaciones arbustivas de matorral y por último las plantaciones de eucalipto (Figura 2).

**Alcornocal.** Los ecosistemas forestales con predominio de alcornoque (*Q. suber*) proporcionan los ecoservicios de regulación propios de los bosques de frondosas, además producen alimentos para el ganado y sobre todo corcho, un valioso servicio de abastecimiento de materia prima. A este subtipo operativo se le ha asignado en EMA una superficie de 66.527 ha (Tabla 1, ver cuadro sobre análisis espacial). Sin embargo, si se incluyen los bosques mixtos y dehesas con alcornoques la superficie total ocupa unas 240.000 ha (Andicoberry et al., 2007) representando casi la mitad de su extensión en España y el 10% del mundo. Su distribución se concentra en las unidades ecológicas de gestión (UEG) de la Media Montaña Bética (en especial en el Parque Natural Los Alcornocales) y la Sierra Morena Atlántica (Tabla 1 y Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de los subtipos operativos de ecosistemas forestales en las diferentes unidades ecológicas de gestión de Andalucía. Fuente: mapa de usos y coberturas de Andalucía (Moreira, 2007).

En general, los alcornoques han sido favorecidos (frente a otras especies competidoras) en los últimos 50 años por el alto precio alcanzado por el corcho (Urbieto et al., 2008). Las principales amenazas actuales son la falta de regeneración por la presión de herbívoros y el aumento de mortalidad, en parte debida a la enfermedad de podredumbre radical (causada por el oomiceto *Phytophthora cinnamoni*). La administración andaluza, a través del Servicio el Alcornocal y el Corcho en Andalucía (SACA), promueve la gestión del alcornocal con planes de calas, rodales selectos, suberoteca, etc. (CMA, 2010).

**Castañar.** Los bosques de castaño (*Castanea sativa*) son importantes localmente por sus servicios de abastecimiento (producción de castaña y madera) y servicios culturales (estética del bosque caducifolio, turismo). Tiene poca extensión relativa; en EMA se le ha asignado unas 3.020 ha (Tabla 1, aunque según otras fuentes serían unas 12.000 ha, CMA, 2010.). Se extiende por las UEGs Sierra Morena Atlántica (Sierra de Aracena) y la Media Montaña Bética (Valle del Genal) (Tabla 1 y Figura 2).

**Pinar de pino piñonero.** Los bosques de pino piñonero (*Pinus pinea*) proporcionan servicios de abastecimiento (piñones y madera), además de regulación (general para las masas de coníferas) y culturales (recreativo y paisajístico). Son importantes las antiguas repoblaciones en las zonas costeras de la UEG Litoral Atlántico y también en algunas sierras del interior. A este tipo se le ha asignado unas 96.800 ha (Tabla 1; según otras fuentes unas 181.000 ha, CMA, 2010).

**Pinsapar.** Los bosques de pinsapo (*Abies pinsapo*) tienen carácter relictivo y están muy localizados en algunas sierras (Grazalema, Sierra de las Nieves, Sierra Bermeja) de la UEG Media Montaña Bética. Se le ha asignado 971 ha (Tabla 1; según otras fuentes serían 3.461 ha, CMA 2010). La especie *A. pinsapo* está incluida en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Andalucía como especie en extinción (Blanca et al., 1999) e incluida en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (Ley 8/2003 de la flora y fauna silvestre). Es una formación relegada a los microclimas más fríos (vertientes nortes y partes altas) en las sierras meridionales y por tanto vulnerable al calentamiento global.

**Quejigar moruno.** Los bosques de quejigo moruno (*Q. canariensis*) están muy localizados en las zonas más húmedas de las sierras de Cádiz y Málaga, en la UEG Media Montaña Bética. Tienen poca extensión (2.576 ha, Tabla 1) pero son importantes porque la especie *Q. canariensis* está catalogada como "vulnerable" y "Andalucía representa la gran reserva de material genético europeo del taxón" (Blanca et al. 2000). Su distribución está restringida a las zonas más húmedas (con precipitaciones superiores a 800mm/año), ocupando con preferencia laderas umbrías y fondos de valle, y por tanto es vulnerable al posible aumento de sequía con el cambio climático (Urbieta et al., 2008, 2011).

**Acebuchal.** Los ecosistemas forestales dominados por acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*), en general acompañado por otras especies con frutos carnosos, proporcionan alimentos ricos en energía para las aves migrantes y tienen un papel esencial en el mantenimiento de la biodiversidad, además de proporcionar los servicios de regulación propios de los bosques de frondosas. Se le ha asignado una extensión de 10.478 ha (Tabla 1; según otras fuentes serían 82.269 ha; CMA, 2010). Están distribuidos en su mayor parte por la UEG de Media Montaña Bética. En contraste con las formaciones de alta montaña (tolerantes al frío y restringidas a las cumbres), las predicciones indican que las formaciones de acebuchal tenderán a expandirse en latitud y altitud con el calentamiento global (Benito Pando, 2009), siempre que se lo permitan las condiciones del suelo.

**Encinares y otras frondosas.** Este subtipo operativo agrupa a los ecosistemas dominados por encina (*Q. ilex* subsp. *ballota*) junto a los de otras frondosas como melojares (*Q. pyrenaica*), quejigares (*Q. faginea*) y fresnedas (*Fraxinus angustifolia*). En EMA se les ha asignado una superficie de 126.319 ha (Tabla 1). Aunque si se consideran en sentido amplio y se incluyen a los encinares adhesados y algunas mezclas con pinos pueden abarcar hasta unas 1.200.000 ha., representando casi la mitad del total forestal arbolado (CMA, 2010). Las mezclas de pinares y encinares tienen importancia potencial para facilitar la regeneración natural de las frondosas (Urbieta et al., 2011). Los encinares se distribuyen principalmente por las UEG Sierra Morena y Cordilleras Béticas, con algunos reductos pequeños pero de gran importancia ecológica (los denominados bosques isla; Aparicio et al., 2001) en las Campiñas cultivadas.

**Pinares y otras coníferas.** En este subtipo operativo se agrupan la mayor parte de los pinares, tanto de origen natural como los procedentes de plantaciones, con un importante servicio de



abastecimiento (madera, biomasa, resina) y regulación (protección del suelo, secuestro de carbono). Los principales pinares (además de los de pino piñonero ya mencionados) son los de pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino resinero o pinaster (*P. pinaster*) y pino albar o silvestre (*P. sylvestris*), además de otras coníferas (mezclas de pinos con cipreses o cedros). En total los pinares (en sentido amplio) ocupan unas 82.110 ha (Tabla 1; según otras fuentes serían hasta 489.000 ha; CMA, 2010). Se extienden principalmente por las UEG de las Cordilleras Béticas y en menor medida por Sierra Morena (Tabla 1 y Figura 2).

**Matorrales.** El ecosistema forestal dominado por arbustos y matorrales (sin arbolado o con árboles muy dispersos) es un subtipo operativo muy extenso y heterogéneo. Se le ha asignado unas 1.892.900 ha (Tabla 1), teniendo en cuenta que se excluyen los matorrales de alta montaña (considerados en el capítulo de Ecosistemas de Alta Montaña) y los de zonas áridas (tratados en el capítulo de Ecosistemas de Zonas Áridas). En el Plan Forestal Andaluz se distingue la unidad "Matorral mediterráneo noble" que agrupa a lentiscales, coscojares y madroñales, con porte arborescente y estructura ecológica compleja, frente a la unidad "Otros matorrales mediterráneos" que agrupa a una variedad de formaciones dominadas por matas y arbustos, como jarales, retamares, tomillares y brezales (CMA, 2010).

**Eucaliptales.** Son plantaciones forestales que proporcionan servicios de abastecimiento (madera, celulosa) y de regulación (secuestro de carbono). Las técnicas de plantación utilizando aterrazamientos en laderas escarpadas pueden ocasionar conflictos con los servicios de regulación relacionados con la protección del suelo (Linares et al., 2002). Se les ha asignado una superficie de 55.400 ha (Tabla 1; otras fuentes estiman unas 196.000 ha; CMA, 2010). Estas plantaciones se extienden por las UEG Sierra Morena Atlántica (Huelva) y Campiñas (Tabla 1 y Figura 2).

**Dehesa.** La dehesa es un bosque transformado a un sistema agro-silvo-pastoral, mediante la gestión tradicional que ahueca el bosque y favorece la implantación de una cobertura herbácea aprovechada por el ganado. Es un sistema optimizado para la pobreza y sequía de los suelos, que provee con leña y carbón del arbolado, pastos y bellotas para el ganado, y en ocasiones cultivos de cereales o forrajes (San Miguel, 1994). En el Pacto Andaluz por la Dehesa se define como "sistema de uso y gestión de la tierra basado en la explotación principalmente ganadera y también forestal, cinegética y agrícola, de una superficie de pastizal y monte mediterráneo con presencia dispersa de vegetación arbórea, el cual da lugar a un agrosistema en el que la conjunción del manejo agrosilvopastoral propicia importantes valores ambientales, como un uso sostenible del territorio, un paisaje equilibrado y una elevada diversidad a distintos niveles de integración" (JA, 2008, pág. 22). Recientemente se ha aprobado la Ley para la Dehesa (ley 7/2010) que incluye la "caracterización de las dehesas de Andalucía" como parte de un Plan Director (JA, 2010).

Las dehesas tiene asignadas en EMA unas 879.000 ha principalmente en Sierra Morena (Tabla 1; otras fuentes han estimado un total de 1.258.475 ha; JA, 2008, pág. 24). La ganadería extensiva, con razas autóctonas de vacas, ovejas y cerdos supone un ecoservicio de acervo genético, además de producir alimentos de calidad, como el muy valorado jamón ibérico de bellota. El valor ecológico, ambiental y cultural de este tipo de ecosistema ha sido reconocido en la declaración por la UNESCO de la *Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena* (424.400 ha).

### **Metodología de análisis espacial**

El análisis de la distribución actual (referida a 2007) de los tipos y subtipos operativos de ecosistemas del presente capítulo (Tabla 1) se ha realizado considerando las coberturas del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE; Moreira et al., 2008). Ello se debe a la escala de detalle (1:10.000) y a la subdivisión de los tipos de usos del suelo

que presenta dicha cartografía, llegando a nivel de las especies forestales representativas de Andalucía. El uso de la cartografía SIOSE ha permitido un análisis de mayor detalle acerca del estado de los ecosistemas de Andalucía. A su vez, la cartografía SIOSE de Andalucía tiene un grado alto de compatibilidad con SIOSE nacional, lo que permite una comparación con otras regiones dentro de España.

Por otra parte, el análisis de cambios de usos del suelo referido al período 1956-2007 de tipos y subtipos operativos de ecosistemas del presente capítulo se ha realizado considerando el Mapa de Usos y Coberturas del suelo de Andalucía (Moreira, 2007). Dicha cartografía es la única fuente en Andalucía que dispone de información consistente y completa acerca de los usos del suelo correspondiente a un período superior a medio siglo, resultado de la recuperación y puesta en explotación del material histórico existente, lo que permite un exhaustivo análisis tanto cuantitativo como cualitativo, sobre el impacto que los cambios de usos del suelo tienen en el medio ambiente y el bienestar humano.

La posible desviación entre los valores de superficies asignados a los tipos de ecosistemas en su caracterización (Tabla 1) y en los análisis de sus cambios en 50 años (apartado 3.2) se debe a las distintas fuentes de información utilizadas.

## 2.2. Relación con otros tipos operativos considerados en EMA

Los ecosistemas que se relacionan a continuación se han analizado en el contexto de otros capítulos dedicados a ecosistemas de alta montaña, de ríos y riberas y de zonas áridas, según el caso, por lo que no se evalúan en el contexto de los ecosistemas forestales.

***Pinares de alta montaña.*** Están integrados en los Ecosistemas de Alta Montaña. Por una parte están los pinares incluidos en la unidad de Plan Forestal Andaluz (PFA) "Pinar de *Pinus nigra*" en las Sierras de Cazorla-Segura y Castril, en la UEG de Alta Montaña Bética. Por otra parte, están las plantaciones incluidas en la unidad "Pinares de *Pinus sylvestris*" y extendidas por zonas de alta montaña. Hay que destacar la importancia de las formaciones naturales de *Pinus sylvestris* subsp. *nevadensis*, muy localizadas en Sierra Nevada, con solo unas 120 ha en Monachil (Robledo-Arnuncio et al., 2009). Estas dos especies de pino tienen especial importancia por su servicio cultural (científico), como poblaciones meridionales de especies euro-siberianas (aportación a la diversidad genética de la especie), que son además vulnerables al calentamiento global.

***Sabinares y matorrales de alta montaña.*** Formado por los ecosistemas forestales (no arbóreos) de alta montaña. Agrupa a dos unidades del PFA: "Sabinar/enebral" con especies como *Juniperus sabina* y *J. communis* y a "Matorral de alta montaña" formado por piornales y matorrales almohadillados. Estas formaciones arbustivas tienen especial importancia por sus servicios de regulación, en particular de protección de suelos en las zonas de alta pendiente de las montañas.

***Bosques de ribera.*** Están formados por ecosistemas forestales de poca extensión, con formas lineales en las orillas de los cursos de ríos y arroyos, pero de gran importancia por sus servicios de regulación (calidad de agua, protección de orillas). Por una parte está la unidad del PFA "Vegetación ripícola" que incluye a bosques galería con fresnos, alisos, almeces, sauces, álamos, pero también adelfas y tarajes. Por otra parte, están las "Choperas" con frecuencia plantadas en las riberas. Estos ecosistemas forestales han sido tratados en el capítulo de Ecosistema de Ríos y Riberas.

***Formaciones arbustivas del semiárido.*** Aunque no los distingue el Plan Forestal Andaluz, las formaciones arbustivas de zonas áridas, con especies "africanas" como azufaifo (*Ziziphus lotus*), arto (*Maytenus senegalensis*), cambrón (*Lycium intricatum*), etc. tienen una identidad especial y han sido tratadas en los Ecosistemas de Zonas Áridas.

### 2.3. Distribución de los bosques

La distribución de los dos tipos y de los 10 subtipos operativos de sistemas forestales en las 11 unidades ecológicas de gestión (definidas en CMA, 2004) se muestra en la Tabla 1 (no se han incluido los valores para las UEG de Alta Montaña y de Sureste Árido que son tratadas por separado como otros tipos de ecosistemas) y en las figuras 1 y 2. El conjunto de Sierra Morena (Atlántica + Continental) es la UEG donde los sistemas forestales están mejor representados (53% del total) y por tanto sus servicios serán más relevantes. También son importantes en la Media Montaña Bética (29%).

La Media Montaña Bética es la UEG que alberga casi la totalidad de 2 subtipos operativos forestales de importancia cultural y científica: pinsapar (100%) y quejigar moruno (95%). También destaca en esta región la importancia de otros dos subtipos, con importante servicios de abastecimiento: alcornocal (61%) y castañar (54%).

Las Campiñas del Guadalquivir representan menos del 5% de los sistemas forestales, pero es una UEG con importante valor relativo para los subtipos pinar de pino piñonero (31%), acebuchal (26%) y eucaliptal (19%). La mayor parte de las plantaciones de eucalipto y sus servicios de abastecimiento están localizadas en Sierra Morena Atlántica (77%).

Los sistemas forestales de las tres UEG del Litoral representan solo el 6,3% del total, pero estas regiones costeras, en particular el Litoral Atlántico, son importantes para el subtipo pinar de pino piñonero (20%).

**Tabla 1.** Distribución de los tipos y subtipos operativos de ecosistemas forestales en las unidades ecológicas de gestión.

Unidad Ecológica de Gestión	Alcornocal	Castañar	Pinus Pinea	Pinsapar	Quercus canariensis	Acebuchal	Encinares y otras frondosas	Pinares y otras coníferas	Eucaliptales	Matorral	Dehesa	TOTAL por UEG	(%)	
Sierra Morena	<i>SIM Atlántica</i>	14244,49	1376,21	14715,61	0,00	0,00	1035,83	12895,87	3351,33	42393,82	482298,23	309624,94	880900,71	27,39%
	<i>SIM Continental</i>	3670,93	3,78	31058,38	0,00	0,00	226,80	42496,38	12424,35	414,56	402552,91	329098,39	821719,69	25,55%
Depresión Guadalquivir	<i>Campiñas</i>	2345,79	0,00	30277,08	0,00	0,00	2708,39	2574,38	3042,41	10267,26	78717,15	27574,66	154798,74	4,81%
	<i>Vegas</i>	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,56	9,35	38,18	192,45	710,30	428,59	1390,27	0,04%
Cordilleras Béticas	<i>Depresiones Intrabéticas y Piedemonte</i>	1660,87	0,00	137,67	0,00	36,39	1518,88	18048,45	6652,75	243,10	133918,07	45946,85	206792,12	6,43%
	<i>Media Montaña Bética</i>	40434,58	1639,72	1248,99	971,14	2450,20	3254,48	50201,40	54920,37	797,28	638608,30	147210,04	948447,57	29,49%
	<i>Alta Montaña</i>													
	<i>Sureste Árido</i>													
Litoral	<i>Atlántico</i>	6,78	0,00	17521,90	0,00	0,00	71,93	0,00	0,00	7,08	27730,52	789,62	46035,88	1,43%
	<i>Estrecho</i>	2069,31	0,00	1103,88	0,00	44,81	832,90	37,61	379,60	485,68	25765,42	8151,15	38219,73	1,19%
	<i>Costa del Sol Occidental</i>	2094,26	0,00	725,68	0,00	44,81	828,30	55,40	1301,40	603,54	102574,21	10252,87	117834,42	3,66%
<b>Total</b>	<b>66527,01</b>	<b>3019,72</b>	<b>96800,78</b>	<b>971,14</b>	<b>2576,21</b>	<b>10478,07</b>	<b>126318,85</b>	<b>82110,38</b>	<b>55404,77</b>	<b>1892875,10</b>	<b>879057,10</b>	<b>3216139,14</b>	<b>100,00%</b>	

### 2. 4. Entorno socio-económico

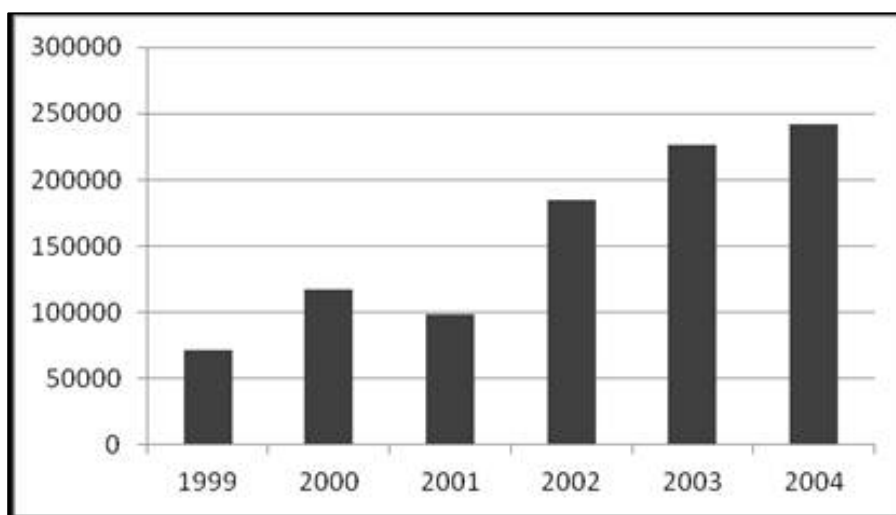
En Andalucía unas 150 empresas desarrollan su actividad en espacios forestales. Durante el año 2004 se estima que estas empresas generaron una riqueza de 446 millones de euros y dieron empleo a 6.706 trabajadores (CMA, 2010).

La industria forestal está ligada fundamentalmente a la producción de pasta de papel, corcho, madera y al abastecimiento de productos alimenticios como castaña y piñón. Existe un cierto declive en estas actividades; durante la pasada década (2000-2006) el número de empresas industriales de corcho y madera sufrieron un descenso del 2.3% (Plan Andaluz de Desarrollo Industrial 2008-2013).

En producción de pasta de papel, la primera suministradora de celulosa para la industria papelera de España se encuentra situada en Andalucía (Huelva) con una producción de 410.000 Tm/año de celulosa ECF (libre de cloro elemental). Existen actualmente 12 empresas relacionadas con el aprovechamiento del corcho (registradas en el GRIA), situadas al oeste de la

comunidad, con una producción anual aproximada de 40.000 Tm. A este sector se asocian industrias para la fabricación de productos de corcho como manufacturas de corcho natural (tapones) y corcho aglomerado (placas, planchas). La industria maderera incluye industrias productoras de madera aserrada y desenrollo (producción en 2010 de 22.676 m<sup>3</sup> procedente de madera de *Pinus sylvestris*, Encuesta Industrial Anual de Andalucía, Junta de Andalucía), postes, madera perfilada longitudinalmente, estacas y briquetas.

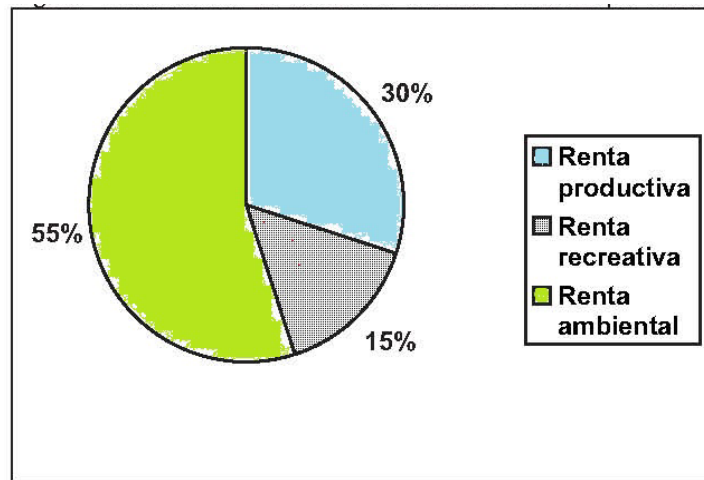
Los bosques andaluces constituyen una zona de atracción turística para el turismo de naturaleza, ecoturismo, excursionismo y turismo rural. Estas actividades contribuyen al desarrollo local, por un lado al generar la construcción de infraestructuras como centros de visitantes y jardines botánicos, a través de los cuales se produce la conexión entre el visitante y la población local. Por otro lado al producir un efecto positivo en sí mismo con la llegada de turistas y su conocimiento y apreciación de los valores de la zona. Asociado a este turismo se desarrollan otras actividades económicas como el comercio de productos típicos y la gastronomía tradicional. Considerando que un amplio porcentaje del turismo rural está asociado al turismo en los bosques, el incremento del turismo de naturaleza producido en Andalucía a principios de la última década se puede relacionar con un incremento en el turismo en los bosques andaluces (Figura 3).



**Figura 3.** Número de visitantes alojados en casas rurales en viaje de ocio. Fuente: Instituto de Estudios Turísticos. Elaboración propia.

El valor económico integral de los ecoservicios con valor de mercado derivados de los sistemas forestales en Andalucía se ha estimado en unos 30.365.050 euros (CMA, 2008; González Arenas, 2008). El valor productivo representa casi la tercera parte (9.075.200 €), destacando la importancia del corcho (3.702.300 €), la caza (3.582.700 €) y la madera (676.400 €).

El valor recreativo incluye el uso recreativo y el disfrute paisajístico (disposición a pagar por el paisaje), representando el 15% del valor total (4.575.550 €); en este apartado también se debería haber incluido la valoración de las actividades cinegéticas, como parte de un servicio cultural.



**Figura 4.** Distribución de la renta forestal en Andalucía, según el tipo de valor productivo, recreativo y ambiental. Modificado de González Arenas (2008).

Por último, dentro del concepto de "valor ambiental" se incluye la fijación de dióxido de carbono y el valor de no-uso (disposición a pagar porque no tenga un uso productivo el bosque), alcanzando más de la mitad del valor total (16.714.300 €) (Figura 4).



### 3. ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL DEL ECOSISTEMA FORESTAL

#### 3.1. Conservación de ecosistemas y la Directiva Hábitats

Los ecosistemas forestales andaluces cumplen un papel importante en la implementación de la política europea de conservación de la biodiversidad, en particular de la Directiva Hábitats (92/43/CEE). En total se han inventariado 76 hábitats de interés comunitario en Andalucía, de ellos 18 son prioritarios (CMA, 1997), para los que hay que establecer zonas de conservación dentro de la red Natura 2000. A continuación se revisan los principales tipos de hábitats de interés comunitario (HIC) que están relacionados con subtipos operativos forestales del EMA y se señalan las recomendaciones del reciente estudio de las bases ecológicas para su conservación (VVAA, 2009). En particular nos centraremos en los tipos de hábitats del grupo "9 Bosques".

**9330 Alcornocales de *Quercus suber*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que corresponde al subtipo operativo Alcornocal del EMA. Las formaciones de alcornocal no adeshadas de Andalucía se encuentran principalmente en el Parque Natural de los Alcornocales y en Sierra Morena. El uso y aprovechamiento principal de este subtipo es el corcho, y en segundo término caza, ganadería, paisaje, turismo y aprovechamientos asociados a la madera, brezo, leña o apicultura. De gran importancia en la economía de la región, estos ecosistemas constituyen a su vez uno de los principales ejemplos del bosque mediterráneo donde ha sido posible la conciliación entre el mantenimiento de sus valores naturales con la explotación económica. En estos bosques es posible apreciar la asociación de unas valiosas características naturales con una explotación económica cuyos trabajos forman ya parte del paisaje. Para la evaluación del estado de conservación de este subtipo de ecosistema existen una serie de índices relativos a la estructura y la capacidad de regeneración del bosque: estructura de la población de árboles (distribución espacial y estructura de tamaños), reclutamiento temprano de plántulas de alcornoque, producción de semillas y pérdidas predispersivas, supervivencia de semillas dispersadas y plántulas, índices de actividad de depredadores de bellotas (ungulados y ganado) e índice de abundancia de dispersantes (arrendajos, roedores y el escarabajo *Thorectes lusitanicus*). Estos índices permiten obtener indicadores del grado de conservación actual, la tendencia probable a corto-medio plazo, analizar las posibles causas según el estado y conocer si están cambiando y su dirección en el caso de ser medidos durante varios años.



**Imagen 1.** Bosque de alcornoque (*Quercus suber* L.) en el Parque Natural de los Alcornocales. Su conservación está muy ligada a la gestión de los ecoservicios de abastecimiento, especialmente el corcho. Fuente: B. Ibáñez.

Díaz et al. (2009) concluyen que "la conservación a largo plazo de los alcornoques debe basarse en a) prevenir el cambio a otros usos de la tierra (dehesas, explotaciones cinegéticas intensivas, urbanizaciones); b) promover la regeneración natural de las poblaciones de árboles; c) realizar la extracción de corcho de manera adecuada (en cuanto a estación, frecuencia y método); y d) evitar los incendios en las zonas recién descorchadas. Estas estrategias pasan por incentivar adecuadamente las explotaciones de manera que a los propietarios les resulte rentable mantenerlas".

**9260 Bosques de *Castanea sativa*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que corresponde al subtipo operativo Castañar de EMA. Este subtipo de ecosistema forestal tiene dos núcleos principales en Andalucía: la Sierra de Aracena y el Valle del Genal. Presenta una distribución muy localizada ya que aparece en zonas elevadas (por encima de los 600 m), asociados a suelos calizos ricos en hierro y magnesio y en zonas de umbría con abundantes precipitaciones. El principal aprovechamiento de estas formaciones es la castaña, y con menor importancia se explota la madera para la elaboración de vigas. En las últimas décadas el aprovechamiento del fruto ha sufrido un retroceso cuyas causas están asociadas, por una parte a los sistemas de comercialización y falta de rentabilidad económica, y por otra a los problemas de plagas y enfermedades sufridos por los castaños. Estos bosques caducifolios, además de su importancia por la producción de castaña y madera, destacan por sus funciones paisajísticas así como el papel que tienen en la representación de un aprovechamiento emblemático y tradicional.



*Imagen 2. Castaño santo de Istán, en la sierra de Málaga. Este árbol centenario (se estima su edad en 800 años) forma parte de la identidad y la historia local. Fuente: T. Marañón.*

El estado de conservación de los castañares puede evaluarse en función de las especies acompañantes, en función de cuya identidad se obtendrán índices de estado de conservación favorable, desfavorable-inadecuado y desfavorable-malo. Para la evaluación de la estructura y función se emplean diferentes índices: índice de forma de masa, área basimétrica, altura media de los pies dominantes, fracción de cabida cubierta de pies adultos de castaño e índice de Hart por número de cepas. Los mejores estados de conservación global para castañares son aquellos que presentan los mejores estados de conformación forestal en relación a la forma de la masa, el índice de Hart y área basimétrica, donde se está considerando paralelamente el aprovechamiento del fruto y de la madera y la posible afección por patógenos de estas masas. Entre las recomendaciones para su conservación se destaca la importancia de preservar los árboles



añosos, con oquedades, que sirven de refugio a quirópteros y otros animales del bosque (Rubio, 2009).

**9520 Abetales de *Abies pinsapo*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que corresponde al subtipo operativo Pinsapar en EMA. Las poblaciones principales de la Península Ibérica se encuentran en Andalucía en la Sierra de las Nieves, la Sierra Bermeja y la Sierra de Grazalema. Tolerancia a una gran variedad de litologías. En el límite inferior de distribución (1.000-1.200 m) contacta con otras formaciones mediterráneas y en su límite superior (1.700-1.800 m) con formaciones de matorral almohadillado de montaña. Este subtipo de ecosistema forestal, por su restringida distribución y su elevada singularidad, tiene un gran valor ecológico que ha sido reconocido por la legislación andaluza; la especie *Abies pinsapo* está incluida como especie en peligro de extinción en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Andalucía (Blanca et al. 1999) y sus poblaciones están protegidas en parques naturales. La existencia de abetales en el sur de España es posible por la combinación de elevadas precipitaciones en estos enclaves (debido a la localización de las Cordillera Bética y a los vientos húmedos provenientes del Atlántico) y a determinados factores topográficos y de relieve que permiten la modulación del clima. Estos ecosistemas, que ocupan refugios fríos y húmedos, son especialmente susceptibles al cambio climático (Linares y Carreira, 2006). Se propone evaluar el estado de conservación en función de la densidad de pies mayores, pies menores y regeneración tanto de esta especie como de las especies que pueden aparecer como acompañantes (quejigos y encinas). Entre las amenazas que afectan negativamente a los pinsapares están los hongos patógenos de raíz (*Heterobasidion abietinum*), la presión elevada de herbívoros, los incendios y el cambio de uso (Linares y Carreira, 2006).



**Imagen 3.** Pinsapar en la Sierra de las Nieves, Málaga. Fuente: T. Marañón.

**9240 Robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que incluye al subtipo operativo Quejigar moruno de EMA. *Quercus canariensis* tiene distribución restringida a Iberia y norte de África, estando las formaciones de la Península protegidas casi en un 93% de su superficie. El quejigar moruno se encuentra localizado en las zonas frescas del sur de Andalucía, principalmente en la Sierra del Aljibe y otras localidades de la Serranía de Ronda. Estos ecosistemas han sido explotados por el hombre durante años, tanto para la producción de madera como de carbón vegetal. Actualmente los principales aprovechamientos son el ecoturismo, la caza, la ganadería y en los bosques mixtos, la extracción de corcho de los alcornoques. Durante el último siglo se detectó una marcada



disminución de esta especie, en parte desfavorecida frente al alcornoque (Urbieta et al., 2008). En las últimas décadas está en recuperación gracias a la política de conservación que la considera "especie vulnerable" en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Andalucía (Blanca et al., 2000). Los factores propuestos para determinar el estado de conservación de la estructura y función de este subtipo de ecosistema forestal son: estructura de las masas de quejigar (número de pies por hectárea y área basimétrica), capacidad de regeneración de estas masa y bioindicadores (por ejemplo evaluación de las especies acompañantes). En la actualidad, la regeneración natural está amenazada por la presión de los herbívoros y las rozas extensivas. Se recomienda fomentar la investigación sobre técnicas de restauración y gestión sostenible de los quejigares en el escenario actual de cambio climático (Pérez Ramos y Marañón, 2009).



**Imagen 4.** Bosque mixto de quejigo moruno (*Quercus canariensis* Willd.) y alcornoque (*Quercus suber* L.) en el Parque Los Alcornocales. En los últimos 100 años se ha favorecido al alcornoque frente al quejigo moruno, en las zonas donde ambos conviven, para maximizar la producción de corcho. Fuente: B. Ibáñez.

**9320 Bosques de *Olea* y *Ceratonia*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que incluye al subtipo operativo Acebuchal de EMA. Son bosques termófilos que se encuentran en zonas de poca altitud, climas secos o semiáridos y sobre sustratos hídricamente desfavorables. Muchos aspectos de su función y dinámica están sujetos a la acción ganadera, que dan forma a la estructura de estos bosques y les confiere un valor como paisaje silvopastoral. Estas formaciones tienden a presentarse fragmentadas y su persistencia depende en gran medida de las aves dispersantes de sus semillas que permiten la conexión entre fragmentos (Nora et al., 2011). Tanto *Olea* como otras especies de estos ecosistemas (lentisco, mirto) tienen dispersión endozoócora (en el interior de animales). Para la estimación de la calidad de conservación de este subtipo de ecosistema forestal se proponen diversos índices que requieren un valor de referencia, obtenidos a partir de la información disponible hasta el momento. Estos índices son: grado de representación a escala paisaje (calculado como el porcentaje de la superficie potencialmente ocupable por el subtipo operativo en el territorio que está actualmente ocupada por fragmentos de acebuchal), tamaño mínimo apropiado de los fragmentos, distancia entre fragmentos a escala del paisaje, cobertura arbórea de *Olea* a escala de fragmento, cobertura arbustiva a escala de fragmento, potencial de reclutamiento, movimientos de dispersantes entre fragmentos, abundancia de aves dispersantes durante la invernada, grado de afección por

ramoneo y riqueza específica de árboles, arbustos y lianas de las comunidades climácicas. Este tipo de formación tiene gran capacidad de recuperación tras una perturbación de gran intensidad, estando mucho más afectada por las presiones recurrentes como el pisoteo o ramoneo continuo. Se recomienda la restauración ecológica de estos ecosistemas, que en muchas zonas está degradado, utilizando arbustos pioneros y plantas nodrizas que alivian el estrés hídrico y la fotoinhibición de las plántulas de *Olea*, mientras que su reclutamiento queda inhibido bajo acebuches adultos o al descubierto (Rey et al., 2009).



**Imagen 5.** Acebuchar en la Dehesa de Abajo, Puebla del Río, Sevilla. Está señalizado para que los visitantes respeten a la colonia de cigüeña blanca que nidifica en este bosque. Los modelos de simulación predicen una expansión del acebuche con el calentamiento global. Fuente: T. Marañón.

**9340 Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*.** Tipo de hábitat de interés comunitario que incluye parte del subtipo operativo Encinares y otras frondosas de EMA. Los encinares no adherados se presentan principalmente en Sierra Morena y las Cordilleras Béticas. La encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) vive en casi todo tipo de suelos (excepto los salinos, los hidromorfos y los fuertemente yesosos), desde el nivel del mar hasta los 1800-2000 m de altitud. El óptimo climático de los encinares se encuentra en zonas de ombroclima húmedo o subhúmedo en los pisos climáticos mesomediterráneo y supramediterráneo. Su gestión suele generar masas de monte bajo; en muchas zonas constituye un estrato arbóreo monoespecífico resultado de la labor antrópica, que ha favorecido a esta especie frente a otras para la producción de carbón o bellotas. Para la evaluación del estado de conservación de estos bosques parece indicado utilizar los siguientes índices: estructura de la masa forestal (pies de encina y especies acompañantes), madera muerta (su abundancia es un buen indicador de la madurez del bosque), cantidad de invertebrados saproxílicos, comunidad de carnívoros (aves y mamíferos), presencia de especies emblemáticas, fragmentación forestal, regeneración de árboles y arbustos forestales, crecimiento diametral de los árboles dominantes y co-dominantes, nivel de herbivoría (tanto una elevada carga como la escasa presencia de herbívoros puede resultar en detrimento de este tipo de hábitat) y nivel de defoliación de los árboles. A partir de estos índices será posible considerar si su estado global es desfavorable-malo, desfavorable-inadecuado y adecuado. Entre las recomendaciones para la gestión y conservación de estos ecosistemas se pueden destacar: favorecer la heterogeneidad horizontal, manteniendo o generando mosaicos de bosque-matorral-



pastizal; regular la carga de herbívoros (que no sea insuficiente ni excesiva); favorecer la resiliencia y resistencia a la sequía con tratamientos adecuados; preservar árboles viejos y dejar madera muerta para favorecer la biodiversidad; evitar la fragmentación y restaurar la conectividad biológica entre fragmentos (Rodà et al., 2009).

**6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp.** Tipo de hábitat de interés comunitario dentro del grupo 6 - Formaciones herbosas naturales y seminaturales: corresponde con el tipo operativo Dehesa de EMA. Según Díaz y Pulido (2009, modificando la definición inicial de este hábitat) está caracterizado "por pastizales arbolados con un dosel de densidad variable compuesto por robles esclerófilos... en los que se intercalan pequeñas parcelas de cultivo de secano y manchas de matorral bajo o arborescente. La configuración sabanoide de arbolado y pasto herbáceo con manchas cultivadas e invadidas por matorral se mantiene mediante prácticas de gestión, cuyo objetivo es el aprovechamiento de la vegetación por ganado vacuno, ovino, caprino y/o porcino en régimen extensivo y, de modo alternativo o complementario, por ungulados silvestres (ciervos, jabalíes, gamos o corzos) que son explotados cinegéticamente. Es un hábitat importante para las aves rapaces, las grullas comunes y el lince ibérico". La intervención humana es necesaria para gestionar de una forma sostenible este ecosistema agro-silvo-pastoral, por una parte para evitar que la excesiva carga ganadera degrade los pastos e impida la regeneración del arbolado; por otra para impedir que el abandono lleve a una matorralización uniforme que reduzca la biodiversidad (Díaz et al., 2003; Bugalho et al., 2011). Las manchas de matorral obtenidas mediante exclusión local del ganado permiten la regeneración de las encinas, de modo que una gestión de la dehesa con manchas rotatorias de matorral y una matriz de pastizal harían compatibles sus valores ecológicos y comerciales. La conservación a largo plazo de la dehesa debe mantener su rentabilidad económica para evitar el cambio de uso (a urbanización, caza intensiva, cultivo de regadío, abandono) y al mismo tiempo promover la regeneración del arbolado (Díaz y Pulido, 2009).



*Imagen 6. Dehesa en la Sierra Norte de Sevilla. El aprovechamiento de los frutos de las encinas (montanera) por el ganado porcino ibérico es uno de los principales servicios de abastecimiento de este ecosistema. Fuente: T. Marañón.*

**9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos.** Tipo de hábitat de interés comunitario que corresponde en parte con los subtipos operativos "Pinar de pino piñonero" y "Pinares y otras coníferas" de EMA. En este tipo de hábitat se incluyen tanto los pinares naturales como las plantaciones antiguas naturalizadas, con sotobosque desarrollado. Las

especies de pino dominante en Andalucía son *Pinus pinea*, *P. halepensis*, *P. pinaster* y *P. sylvestris*. En general son especies frugales que están adaptadas a condiciones ecológicas muy limitantes y juegan un papel muy importante al favorecer el asentamiento de otras especies, ya que actúan como pioneras en la sucesión hacia bosques de quercíneas (Urbieta et al., 2011). Cuando el clima y el tipo de sustrato son limitantes para las quercíneas pueden ser sustituidas por pinares. Los ecosistemas de pinares han sido tradicionalmente muy manejados por el hombre; se han plantado o repoblado diferentes especies de pinos en forma extensiva, se han gestionado para producción de materia prima como madera, piñón o resina. Por lo tanto son ecosistemas forestales con un importante papel tanto ecológico como socioeconómico. Un indicador de su calidad para la conservación es la composición de las especies del sotobosque. En general, la presencia de helechos, fagáceas, rosáceas y leguminosas indica una buena calidad del pinar, mientras que la presencia de cistáceas, ericáceas, labiadas y leguminosas espinosas indican que la calidad del pinar es inferior a la media. Los mayores riesgos a los que se enfrenta este tipo de hábitat son los incendios y la matorralización. Para determinar el estado de conservación de este subtipo de ecosistema forestal se establece una tipología del estado de conservación con tres categorías: favorable, desfavorable-inadecuado y desfavorable-malo. Los factores propuestos para la evaluación del estado de conservación son la abundancia de parcelas con presencia de ese tipo de pinar, el área basimétrica, volumen maderable con corteza, cantidad de pies mayores, cantidad de pies menores, media de incendio acumulados, rango anual de incendio y talas, que comparados con unos valores de referencia obtenidos a partir del análisis de los datos del Inventario Forestal Nacional, permiten clasificar el pinar en una de las tres categorías establecidas. Entre las recomendaciones para la conservación se destacan: seguimiento de los efectos del ozono troposférico en particular sobre el pino carrasco (*P. halepensis*) de gran sensibilidad; fomentar la conectividad entre las manchas de pinares fragmentados; gestión urgente de las antiguas repoblaciones que con frecuencia permanecen como masas regulares estáticas sin evolución y con alto riesgo de incendios; aplicación de una ordenación forestal a escala de paisaje (Ruiz Benito et al., 2009).

**Otros tipos de hábitats.** En el inventario de HIC de Andalucía se relacionan 15 hábitats del grupo 9 Bosques (CMA, 1997). Además de los 7 citados anteriormente están los siguientes. Melojares béticos - 9230 Robledales de *Quercus pyrenaica*- que hemos agrupado en el tipo operativo "encinares y otras frondosas" de EMA. Dos tipos de hábitats del subgrupo 95 - Bosques de coníferas de las montañas mediterráneas-, que serán tratados en el capítulo de Ecosistemas de Alta Montaña del EMA. Cinco tipos de hábitats de bosques y vegetación de ribera, que serán tratados en el capítulo de Ecosistemas de Ríos y Riberas del EMA.

Dentro del grupo 5 -Matorrales esclerófilos-, en Andalucía se han inventariado 8 tipos de hábitats. Mientras que otros cuatro tipos de hábitats andaluces corresponden al grupo 4 - Brezales y matorrales de la zona templada-. En conjunto, estos 9 tipos de hábitats de interés comunitario con predominio de plantas arbustivas se han incluido en el subtipo operativo Matorrales de EMA (excluyendo los propios de alta montaña y de zonas áridas).

### 3.2. Cambios y tendencias en los ecosistemas

Los ecosistemas forestales de Andalucía han sufrido una larga historia de manejo y perturbaciones, resultando una variación espacial en la composición de las especies y en su distribución territorial. Las roturaciones de bosques para transformarlos en cultivos y pastos, el abastecimiento de leñas para los hornos de la industria metalúrgica, el pastoreo extensivo y los incendios provocados para mejorar la calidad del pasto, la extracción de madera para la construcción de barcos y viviendas, las plantaciones recientes de pinos y eucaliptos para obtener madera y pasta de papel, todos ellos son factores relacionados con la actividad humana que han conformado el actual paisaje forestal andaluz.

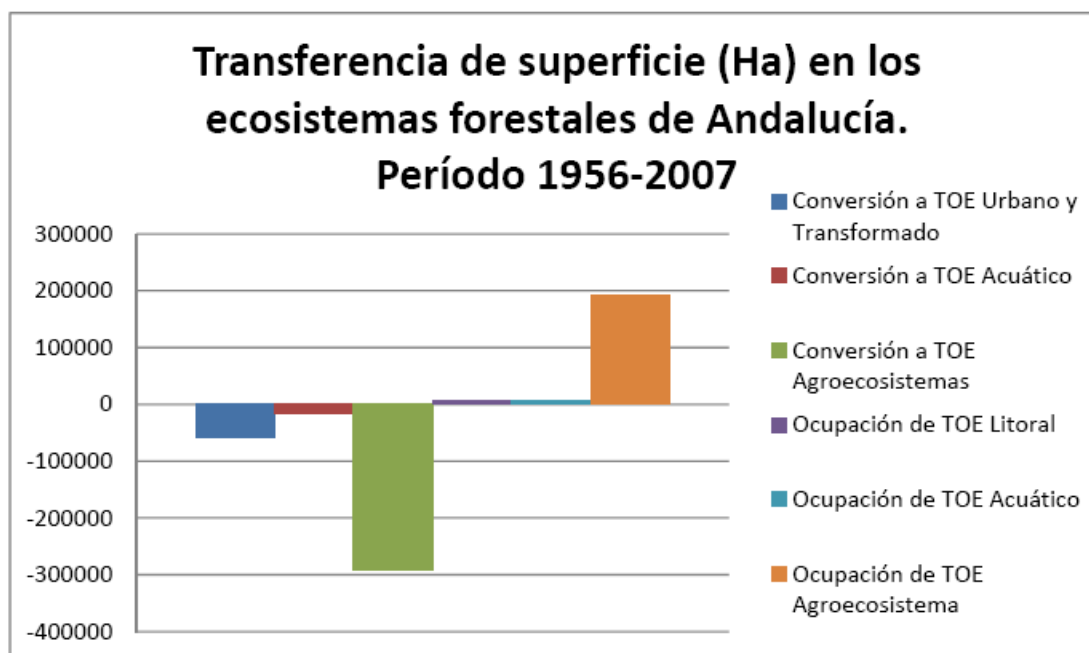
Los ecosistemas forestales ocupan un 80% de la superficie de áreas naturales y forestales de Andalucía y serán tratados de forma general en este apartado (ver recuadro de metodología espacial en el apartado anterior). Se puede considerar que en el último medio siglo (1953-2007) los ecosistemas forestales han presentado un grado de conservación relativo, manteniendo globalmente el 88% de las áreas que cubrían hace 50 años (Bermejo et al., 2011). No obstante, ha existido un cambio en la composición de los bosques y en sus relaciones con otros tipos de ecosistemas, originado por la intensa evolución socio-económica durante esta época (Figura 5).

A partir de la década de los 50 del pasado siglo comienza una paulatina mejoría económica que permite construir infraestructuras hidráulicas para poner tierras en regadío y se amplía la superficie dedicada a cultivos. En general la superficie de terrenos forestales sufre un detrimento en todo el territorio. Destaca la conversión de 190.852 ha forestales, principalmente ocupadas por quercíneas y dehesas, a ecosistemas agrícolas en secano. En particular, las plantaciones de olivo han experimentado una fuerte expansión durante los últimos años.

Posteriormente, en los años 80 del pasado siglo los cambios socio-económicos provocaron una reducción en la rentabilidad de los cultivos marginales que fueron abandonados y se produjo un despoblamiento general de las zonas rurales. El sistema de subvenciones comunitarias contribuyó a este proceso de transformación del paisaje rural.

En sentido contrario, ha existido una transferencia de 206.040 ha desde otros ecosistemas al ecosistema forestal. Destacan las plantaciones extensivas llevadas a cabo a través del Plan Nacional de Repoblación Forestal del año 1940. En aquellas plantaciones realizadas en el período 1950-1980 se utilizaron especies de crecimiento rápido (eucaliptos y coníferas de varias especies) con el objetivo de frenar la erosión, recuperar terrenos forestales degradados y contribuir a la estabilidad social mediante la generación de empleo (CMA, 2010). El resultado fue que entre 1956 y 2007 se produjo un aumento de 90.990 ha de coníferas y 40.065 de eucaliptos en Andalucía.

Los ecosistemas dominados por coníferas han experimentado un fuerte crecimiento neto en 50 años, ya que las plantaciones masivas han compensado ampliamente las pérdidas. Entre las superficies perdidas, sobresalen las transformaciones a eucaliptal (cambio de uso forestal), la degradación a matorral y la regeneración del bosque de quercíneas. En cuanto a las superficies transferidas a ecosistema de coníferas provienen principalmente de superficies de matorral y pastizal sin arbolado (reforestación de zonas degradadas), pero también de zonas arboladas de quercíneas (transformación del bosque autóctono, generando controversia ambiental).



**Figura 5.** Transferencia de superficie entre los ecosistemas forestales y los restantes Tipos Operativos de Ecosistemas (TOE) de Andalucía entre 1956 y 2007. Fuente: Mapa de Usos y Coberturas de Andalucía (Moreira, 2007)

El eucaliptal es el tipo de ecosistema forestal que ha tenido mayor crecimiento neto de superficie relativa en los últimos 50 años, en especial durante el período 1956-1989 (aumento del 689%; CMA, 2010) con una tendencia posterior a disminuir. La transferencia a este uso forestal proviene en su mayoría de plantaciones en superficies de matorral sin arbolado, pastizales y cultivos. También se han transformado en eucaliptal antiguos bosques de coníferas (cambio de uso forestal) y superficies de arbolado de quercíneas (transformación del bosque autóctono con la consecuente controversia ambiental). Las plantaciones de eucaliptos son necesarias para la producción de pasta de papel y generan importantes beneficios económicos relacionados con la industria de la celulosa, pero también han sido motivo de conflictos ambientales cuando se han realizado en zonas sensibles por su valor de biodiversidad o se han utilizado técnicas de aterrazamientos con efectos erosivos. En la actualidad, en zonas protegidas donde existen antiguas plantaciones de eucaliptos se están eliminando y sustituyendo por frondosas; por ejemplo mediante el Plan Especial de Restauración del hábitat del buitre negro (*Aegypius monachus*) en el Paraje Natural Sierra Pelada y Ribera del Aserrador (Huelva). Por otra parte, la pérdida de superficie de eucaliptal se ha transferido a zonas de cultivos (cambio a uso agrícola) o a otros tipos de ecosistemas forestales como matorrales (con frecuencia por incendio y degradación) y bosques de frondosas (restauración).

Las actividades de plantación de coníferas y eucaliptos, la restauración con frondosas y los procesos naturales de regeneración del bosque en cultivos abandonados y zonas de matorral han contribuido a compensar las pérdidas por deforestación y a mantener la superficie arbolada en Andalucía, de forma que siga proporcionando los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales basados en el capital natural derivado de funcionamiento ecológico y de su biodiversidad.

Un factor importante a tener en cuenta en la dinámica de los ecosistemas forestales mediterráneos es el efecto de los incendios. Durante el periodo 1999-2007 la superficie de zonas incendiadas ha aumentado en 16.973 ha. Aunque la vegetación mediterránea es bastante resiliente a los incendios episódicos y es capaz de regenerarse, bien por rebrote (alcornoque,

madroño, etc.) o por germinación del banco de semillas (jaras), cuando los fuegos son muy repetidos pueden degradar los ecosistemas de bosques de quercíneas y de matorral, transformándolos en formaciones herbáceas.

La dinámica espacial y temporal de los ecosistemas forestales durante los últimos 60 años se puede resumir en los siguientes tres puntos. 1) La superficie forestal total se ha mantenido en más de un 80%. 2) Las pérdidas de superficie forestal se han debido principalmente a la conversión en agroecosistemas (290.454 ha), de forma secundaria a superficies urbanas y transformadas (59.650 ha) y a ecosistemas acuáticos (15.803 ha). 3) Las incorporaciones a nuevas superficies forestales se han producido por transformación de agroecosistemas (190.852 ha) y en menor medida de ecosistemas acuáticos (6.902 ha) y litoral (6.131 ha).

#### **4. SERVICIOS SUMINISTRADOS. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y FUENTE DE DATOS**

Los sistemas forestales andaluces suministran servicios de abastecimiento, de regulación y culturales. Los indicadores más robustos para cada tipo de servicio y en cada tipo operativo de ecosistema se relacionan en el Anexo.

##### **4.1. Servicios de abastecimiento**

Los bosques y matorrales abastecen con alimentos, en particular con castaña, piñones y miel. Las dehesas son una fuente importante de producción ganadera de carne de calidad. Las reservas freáticas en zonas cubiertas por vegetación forestal son una fuente de abastecimiento de agua dulce. Entre las materias primas de origen biológico destacan el corcho, la madera y la pasta para papel. Los bosques abastecen con energía renovable en forma de biomasa para la producción de biocombustible. Son reservas de recursos genéticos forestales (alcornoques, castaños, pinos) y de razas ganaderas autóctonas en las dehesas. También abastecen de medicinas naturales y principios activos.

##### **4.2. Servicios de regulación**

Los servicios de regulación se pueden considerar generales para todos los tipos operativos de ecosistemas forestales. Los servicios de regulación climática están indicados por la capacidad de los suelos y la biomasa forestal para almacenar carbono y así mitigar el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera. La regulación de la calidad del aire está indicada por la capacidad para retener partículas en el dosel del bosque. La regulación hídrica está indicada por la capacidad de almacenar agua y recargar los acuíferos. La regulación morfosedimentaria está indicada por la protección del suelo frente a la erosión. La formación y fertilidad del suelo está indicada por la profundidad del suelo y por la estima de la productividad del sistema. La capacidad de regular los incendios (a veces el "disservicio" de aumentar el riesgo de incendios) está indicada por la frecuencia e intensidad de los incendios forestales. El control biológico está indicado por la reducción en el número y extensión de las plagas. El servicio de polinización está indicado por el número de colmenas alimentadas por los sistemas forestales.

##### **4.3. Servicios culturales**

Los servicios culturales también se pueden considerar generales para los diferentes tipos operativos de ecosistemas forestales. El conocimiento científico está indicado por el número de publicaciones dedicadas a los ecosistemas forestales andaluces; en este sentido, algunos tipos de bosque como los pinsapares y los alcornocales reciben una mayor atención por los investigadores. El conocimiento ecológico local redundante en un aprovechamiento más adaptado a las condiciones locales y está indicado por las explotaciones forestales certificadas y la ganadería ecológica. La identidad cultural y sentido de pertenencia están indicados por la toponimia y la singularidad cultural de árboles y arboledas. El servicio para el disfrute espiritual y religioso y para el disfrute estético y paisajístico está indicado por los lugares de culto o de meditación, y por los miradores y puntos de visión panorámica. Las actividades recreativas, de ecoturismo y de educación ambiental están indicadas por el número de visitas a los ecosistemas forestales, la red de alojamientos rurales y los centros de interpretación. En general existe una diferencia clara entre los servicios culturales para las poblaciones rurales y para las poblaciones urbanas, aunque algunos sean comunes.



## 5. CONDICIONES Y TENDENCIAS DE LOS SERVICIOS EVALUADOS

Los bosques y matorrales andaluces proporcionan importantes servicios de abastecimiento, regulación y culturales que redundan en el bienestar de la sociedad. Los cambios socio-económicos y ambientales de los últimos 60 años han transformado los bosques y también la percepción y la demanda que la sociedad tiene de sus servicios. En general se ha detectado que un 23% de los servicios han empeorado o han mostrado tendencias a empeorar en los últimos 60 años. En la Evaluación del Milenio de España ya se encontró que los bosques son los ecosistemas que mejor conservan sus funciones y por tanto su capacidad para generar servicios, mientras que para otros tipos de ecosistemas un 45% de los servicios mostraba tendencias a empeorar.

### 5. 1. Servicios de abastecimiento

El bosque fue la fuente esencial de abastecimiento de alimentos (frutos, caza), energía (leña), materiales para construcción (madera) y productos químicos (taninos para curtir las pieles) que permitió la supervivencia y expansión de los primeros pobladores de Andalucía. La sociedad globalizada actual es menos dependiente de los servicios de abastecimiento locales pero estos ecoservicios forestales siguen teniendo una importancia social y económica.

**Alimentos.** En las dehesas y otros ecosistemas forestales se crían de forma extensiva unos 745 mil cerdos ibéricos, 458 mil vacas, casi 3 millones de ovejas y 720 mil cabras que abastecen de carne de calidad (JA, 2008). El monte andaluz provee de los recursos necesarios para el aprovechamiento tanto cinegético como de ganadería extensiva aportando como principales fuentes de alimentación los pastizales, el matorral y los frutos, principalmente la bellota. Ha aumentado la valorización de productos tradicionales como el jamón ibérico de bellota y el queso de cabra artesanal. En los últimos años ha habido un aumento de la superficie declarada en producción ecológica, destacando los aprovechamientos de pastos, pradera y forrajes y bosques, monte y recolección silvestre. La cabaña ganadera, en gran parte formada por razas autóctonas, supone una reserva de acervo genético adaptado a las condiciones locales. También abastece el bosque de carne de fauna silvestre: jabalí, ciervo, conejo y aves.

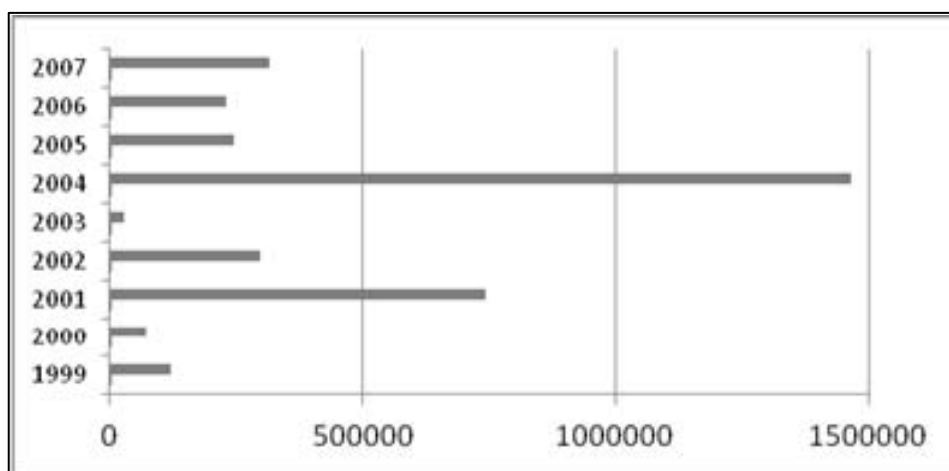
Los bosques andaluces producen al año unas 4 mil toneladas de piñones y 12 mil toneladas de castañas. España es el primer productor y exportador mundial de piñón, siendo Andalucía la segunda región productora, con el 37% de la producción nacional (CMA, 2010). En los últimos años se han realizado tratamientos selvícolas en los bosques de pino piñonero con la perspectiva de aumentar la producción. El aprovechamiento de castaña en Andalucía se encuentra localizado principalmente en la Sierra de Aracena en Huelva y en el Valle del Genal en Málaga. La producción media anual es de 900-1300 kg/ha, aunque en la Sierra de Aracena se ha detectado un descenso en la producción en los últimos años apenas llegando a los 500 kg/ha (CMA, 2010). En general, a nivel nacional se ha constatado el descenso en la producción de castaña, en parte debido a los sistemas de comercialización (encarecimiento de la mano de obra y estancamiento del precio de la castaña) y por otra parte a los problemas de conservación del castaño asociados a la climatología, plagas y enfermedades.

Las setas y trufas cada vez tienen más importancia como alimento de calidad, además del aspecto recreativo de su recolección. Producto de gran tradición forestal, en los últimos años ha despertado el interés por ellos lo cual se demuestra con la apertura de lonjas micológicas, que permiten tener un control sobre la productividad de los montes y la atracción turística que ejerce este sector. La riqueza de este producto y su valor llevó a la creación del Plan de Conservación y Uso Sostenible de Setas y Trufas de Andalucía (Plan CUSSTA) en 2001, entre cuyas labores consta la creación de un Inventario Micológico Básico de Andalucía (IMBA), el Libro Rojo de los Hongos Amenazados de Andalucía, promoción del micoturismo y creación de Puntos de Información Micológica. Asociadas a matorrales y bosques se producen unas 6.700 toneladas de

miel al año y las abejas también contribuyen a fecundar los cultivos y frutales como servicio de polinización. Ha habido en los últimos años una mayor profesionalización del sector apícola, lo que ha permitido que en tan solo 15 años se haya podido doblar la producción. A raíz de los beneficios obtenidos de este aprovechamiento se ha desarrollado un Mapa de Aprovechamiento Apícola de los Montes Públicos de Andalucía.

**Agua dulce.** El abastecimiento de agua limpia es un servicio esencial para las comunidades rurales y urbanas. La vegetación forestal de las laderas de la parte alta de la cuenca contribuye a mejorar la calidad del agua en los embalses y los ríos. Los bosques constituyen, en la mayor parte de los casos, la cobertura óptima del terreno para recoger agua dulce como suministro para necesidades domésticas, industriales, agrícolas y ecológicas. Dada la importancia que tienen los bosques en este recurso, durante los últimos años se han intensificado las políticas orientadas al incremento de las superficies forestales para la protección del suelo y del agua. Otra muestra de la mayor atención hacia este tema son las conferencias organizadas entre 2008-2010 centradas en la relación bosques-agua desde distintas perspectivas (captación de agua, manejo y papel de los bosques en la precipitación).

**Materias primas.** El valor de los bosques ha sido definido por el valor de su madera hasta hace mucho. Sin embargo, debido a la globalización del mercado, las condiciones de baja productividad, el bajo precio y los altos costes de extracción, el abastecimiento local de madera ha perdido bastante importancia, sufriendo grandes fluctuaciones en la producción de los últimos años. En Andalucía el aprovechamiento de la madera es un sector poco competitivo respecto al mercado nacional. Los principales aprovechamientos de madera son fundamentalmente de pino (predominando *Pinus pinaster* y *P. halepensis*) y en mucha menor medida de frondosas. Una excepción son las plantaciones de chopo y de eucaliptos que abastecen a la industria papelera.



**Figura 6.** Producción de madera (en m<sup>3</sup>) en los montes públicos andaluces (pino, eucalipto y chopo). Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

El corcho es una materia prima de origen biológico que se extrae de forma renovable de un tipo especial de árbol, el alcornoque (*Q. suber*). Debido a sus características de impermeabilidad, elasticidad y alta resistencia a la alteración química, es un producto con numerosas aplicaciones, lo que unido a la importante superficie que ocupa el alcornocal en Andalucía hace que sea una de las principales fuentes de ingreso del sector forestal andaluz.

### ***El corcho, un servicio de abastecimiento singular***

El Plan Suber comenzó en 2006 con el objetivo de fomentar una mejora ecológica y económica del alcornoque en Andalucía. A raíz de este Plan durante los años 2006-2010 se invirtieron 29,3 millones de euros. Parte de la inversión se destinó a la construcción de una suberoteca donde se albergan muestras de corcho de 697 montes andaluces disponibles para ser consultadas, mejorando así la transparencia en el mercado del corcho. También se ha invertido en el Plan de Calas, servicio creado en 1994 dentro de la acción SACA (Servicio del Alcornoque y del Corcho en Andalucía), que lleva a cabo el análisis de las calidades de corcho. Con este Plan de Calas se consigue conocer mejor los alcornoques y la calidad de su corcho, y se aumenta la eficiencia en la explotación de este recurso. El Plan Suber también contempla una fuerte inversión en proyectos de I+D para favorecer el alcornoque.

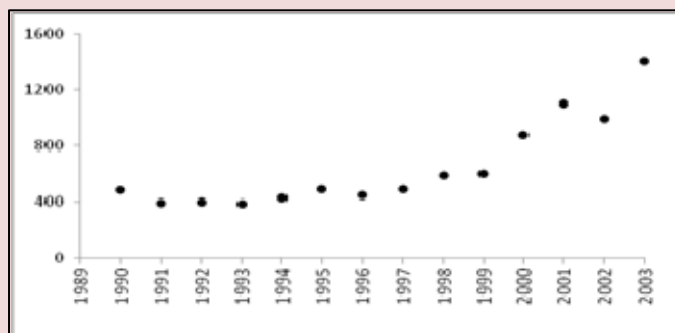
En Andalucía se producen unas 40 mil toneladas de corcho al año, que supone el 60% de la producción española y 10% de la mundial. La productividad de España es de unos 200-225 kg de corcho por hectárea y año, siendo Andalucía la comunidad con mayor producción (Tabla 2).

**Tabla 2.** Datos sobre la producción de corcho de reproducción de 2006 a 2010. Andalucía es la comunidad con mayor producción de corcho de España, seguida por Extremadura. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

**Producción anual de corcho en Andalucía (toneladas)**

<b>2006</b>	41.024,09
<b>2007</b>	44.995,54
<b>2008</b>	37.085,43
<b>2009</b>	26.141,45
<b>2010</b>	37.410,51

En los últimos años la producción anual de corcho ha ido fluctuando. La valorización del corcho y su importancia para la economía de las zonas rurales está asociada a la industria bodeguera y la utilización del tapón de corcho, aunque crece la competencia de los tapones sintéticos. Se considera como el primer producto forestal en valor comercial de Andalucía. El precio del corcho ha ido en aumento durante los años 90 y principio del siglo XXI (Figura 7).



**Figura 7.** Evolución de precios del corcho (en euros por tonelada). Fuente: SECF, 2010.

Sin embargo, en los últimos años se ha producido una disminución en el mercado de los tapones de corcho especialmente debido al avance de los tapones de aluminio (Tabla 3). Distintos programas, especialmente dirigidos desde el sector corchero en Portugal, están destinados a fomentar el uso de este material para otras aplicaciones en áreas como la construcción, farmacéutica y aeroespacial.

**Tabla 3.** Evolución del mercado de tapones a nivel mundial. Fuente IPROCOR.

	<b>Corcho</b>	<b>Sintético</b>	<b>Aluminio</b>
<b>2004</b>	75.00%	12.60%	10.80%
<b>2005</b>	70.20%	12.00%	12.60%
<b>2006</b>	67.20%	11.67%	14.40%
<b>2007</b>	66.10%	11.68%	16.10%

Se ha estudiado la evolución de la calidad del corcho desde el año 2005 para poder evaluar la evolución de la calidad de los montes y ampliar la información para futuros estudios. A partir de este estudio se obtiene un informe comparativo que permitirá detectar las causas que hayan podido propiciar un cambio en la calidad y por lo tanto tomar las medidas necesarias en el caso correspondiente. Desde el año 1995 se desarrolla en Andalucía una línea de trabajo para la mejora del monte alcornocal y el aprovechamiento del corcho. Para ello se han establecido rodales selectos para la obtención de semilla (material forestal de reproducción) de procedencia y calidad conocidas. Actualmente existen en Andalucía 57 rodales selectos los cuales son revisados periódicamente con el objetivo de verificar su categoría y emitir un informe sobre su estado actual.



**Imagen 7.** Panas de corcho almacenadas tras “la saca” previo a su tratado para la producción de tapones. Fuente: I. Santos

**Energía renovable.** Los bosques son acumuladores de energía. Tradicionalmente han abastecido de leña y carbón vegetal a las comunidades rurales, hasta la llegada del gas y la electrificación hace unos 50 años. Existe un interés creciente por la biomasa forestal para su conversión en biocombustible como fuente de energía renovable. Se estima el potencial de unos 2,8 millones de toneladas por año de biomasa forestal para producción de energía. El aprovechamiento de la biomasa tiene el interés añadido de reducir los riesgos de incendio y por otra parte de rentabilizar las tareas selvícolas que mejoran la producción de madera en las plantaciones de pino muy densas.

**Acervo genético.** Para garantizar la persistencia de las masas, las especies forestales deben presentar una diversidad genética suficiente para tener capacidad de adaptación ante los posibles cambios. Debido a la importancia de conservar la variabilidad genética se han desarrollado a nivel internacional, entre otros, el Convenio de la Diversidad Biológica, el Proceso Paneuropeo de Protección de Bosques y la Estrategia Forestal Europea y, a nivel nacional, la Estrategia Española para la Conservación y Uso sostenible de la Diversidad Biológica y la Estrategia Forestal Española. En 1991 empieza a publicarse el Catálogo Nacional de los Materiales de Base, donde a finales de 2006 Andalucía cuenta con fuentes semilleras definidas para 28 especies que crecen en diferentes regiones de procedencia en Andalucía. Entre las especies forestales estudiadas genéticamente para conservar su viabilidad destaca el alcornoque (*Q. suber*). Se ha establecido una red de rodales selectos que permite la obtención de ejemplares con material genético óptimo para el aprovechamiento del corcho de calidad y para la restauración ambiental. Otras especies para las que existen fuentes semilleras en Andalucía son el castaño y el pinsapo.

En septiembre de 2011 se aprueba en Andalucía la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad (CMA, 2011a). El objetivo general de esta Estrategia es frenar la pérdida de biodiversidad en Andalucía y recuperar el adecuado funcionamiento de sus ecosistemas. Andalucía es una región con una alta diversidad biológica (tanto a nivel de genético como taxonómico y de ecosistemas) y está considerada como uno de los puntos calientes de la biodiversidad a escala planetaria. Algunos de estos puntos calientes coinciden con áreas forestales como la media montaña bética occidental (Alcornocales, Sierra Bermeja y Sierra de las Nieves), la alta montaña bética (Sierras de Cazorla y Segura, Sierra Nevada, Sierras Tejeda y Almijara, Sierra de Gádor) y Sierra Morena oriental (Sierra de Andújar). La mayoría de estos puntos coinciden con Espacios Naturales Protegidos incluidos en la RENPA (Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía), lo que demuestra el esfuerzo de la región por proteger los valores de estos ecosistemas. Andalucía es por tanto una región pionera en el desarrollo de herramientas para la conservación, gestión y uso sostenible del patrimonio natural y la biodiversidad. Uno de los instrumentos de la Estrategia es el Programa de Conservación de Recursos Genéticos que tiene como objetivo mantener y recuperar la diversidad genética de Andalucía (CMA, 2011a).

La reserva de diversidad genética de las razas ganaderas andaluzas es un patrimonio y un servicio de abastecimiento de genotipos seleccionados por su adaptación a las condiciones locales. En el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España se han registrado 26 razas andaluzas de ganado caprino, ovino, vacuno, equino, porcino y aviar (CMA, 2011a, pág. 85).

**Medicinas naturales.** Desde tiempos inmemoriales se han recolectado plantas para usos medicinales y actualmente los ecosistemas forestales siguen proporcionando este servicio cuyo aprovechamiento (uso y consumo) forma parte de la cultura local. Andalucía, por su posición geográfica, su clima y suelo y la extensa tradición cultural, posee una gran riqueza de elementos etnobotánicos con diversas aplicaciones como las medicinas naturales. Entre los años 1999 y 2007 se han recolectado en los montes públicos de Andalucía 6.405.285 kg de plantas aromáticas y medicinales. Debido a la necesidad de conocer el uso y manejo de los valores etnobotánicos andaluces, en 2006 se terminó el Inventario y Cartografía de Recursos Etnobotánicos de Andalucía, donde se establecen las pautas de la normativa necesaria para regular la extracción de plantas medicinales en el medio natural, garantizando el uso sostenible de este ecoservicio.

## 5. 2. Servicios de regulación

Los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos en los ecosistemas forestales son menos tangibles y con frecuencia no están valorados económicamente por el mercado pero son igualmente importantes para el bienestar humano.

**Regulación climática.** Paradójicamente, en el contexto de globalización de las emisiones de gases invernaderos y en particular el aumento exponencial de dióxido de carbono en la atmósfera (389 ppm en noviembre 2011), el bosque local ha cobrado un nuevo valor por su contribución al almacenamiento y secuestro del carbono global. De esta forma los bosques andaluces (se estima que acumulan más de 6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año) contribuyen a la mitigación del cambio climático. Por el contrario, los grandes incendios forestales agravan el problema con la emisión de grandes cantidades de dióxido de carbono.

### ***Secuestro de carbono, un servicio de regulación global***

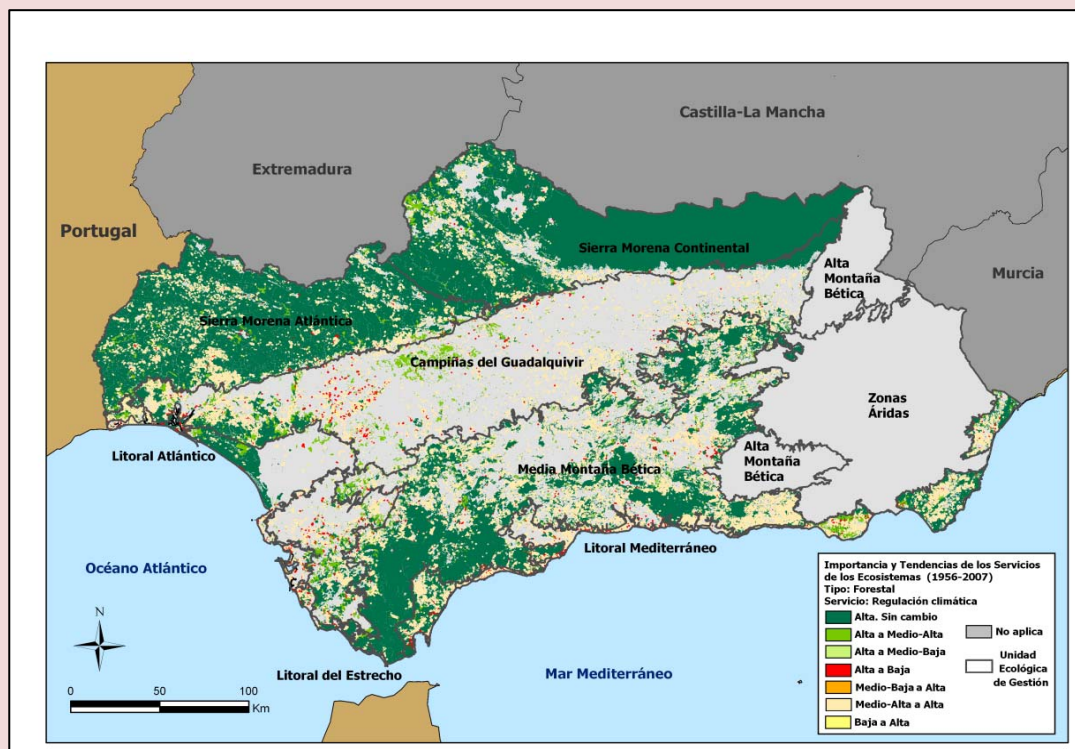
La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> se ha incrementado desde 280 ppm en 1750 hasta 390 ppm a finales de 2011, con una tasa de incremento anual de 1.5 ppm, lo que equivale a 3.3 Pg de carbono. En concreto, durante el último siglo aproximadamente 150 Pg de carbono han sido liberados a la atmósfera, como consecuencia de los cambios en el uso del suelo lo que equivale a casi 30 años de emisiones de quema de combustible fósil. En conjunto, la emisión originada por los cambios de uso (deforestación, extracción de madera, agricultura intensiva) se estima en un 12% de la emisión total de origen antrópico (Le Quere et al., 2009).

En todo el mundo, los contenidos de carbono en los distintos reservorios son de 38.400 Gt en océanos, 4.130 Gt en estratos geológicos, 2.500 Gt en suelos (de los cuales unas 1.550 Gt correspondientes a carbono orgánico), 760 Gt en la atmósfera y 560 Gt en la vegetación (Lal, 2004). Por tanto los cambios en los reservorios de carbono (emisión o secuestro) pueden tener un gran impacto en el balance global. En los ecosistemas forestales y naturales el secuestro de carbono se efectúa mediante su intercambio con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración, con el resultado neto de su almacenamiento en la biomasa y en el suelo.

En Andalucía se ha estimado la densidad de carbono en la biomasa vegetal (incluyendo troncos, ramas, hojas y raíces) para los diferentes tipos de ecosistemas forestales (Figura 2): para los bosques de coníferas 59.48 Tm de C ha<sup>-1</sup>; para los eucaliptares 29.01 Tm de C ha<sup>-1</sup>; para los bosques de quercíneas 20.85 Tm de C ha<sup>-1</sup>; para las dehesas 8.22 Tm de C ha<sup>-1</sup> y para los matorrales 17.74 Tm ha<sup>-1</sup> (Muñoz-Rojas et al., 2011; Pereira et al., 2009).

Los cambios en el secuestro de carbono durante los últimos 50 años han sido muy diferentes según el tipo de ecosistema forestal (figura 8). Desde 1956 se han acumulado 10,56 millones de toneladas (Mt) de carbono en la biomasa de los pinares andaluces, siendo los contenidos actuales (para 2007) de unos 19,76 Mt. En los eucaliptales ha aumentado en 1,16 Mt, con contenidos actuales de aproximadamente 1,5 Mt. En los bosques de quercíneas por el contrario, los contenidos han disminuido en unas 299.823 Tm C, siendo en la actualidad de unos 4 Mt. En las dehesas el almacén de carbono también ha disminuido, en este caso en 290.207 Tm y se estima actualmente en 7,4 Mt. En los matorrales el descenso ha sido de 9,8 Mt con unos contenidos actuales de 22,6 Mt (Muñoz-Rojas et al., 2011).





**Figura 8.** Distribución del cambio de la importancia del ecoservicio "Regulación climática" en los ecosistemas forestales entre 1956 y 2007. Fuente: Elaboración propia a partir de criterio experto y Mapa de Uso y Coberturas de Andalucía (Moreira, 2007).

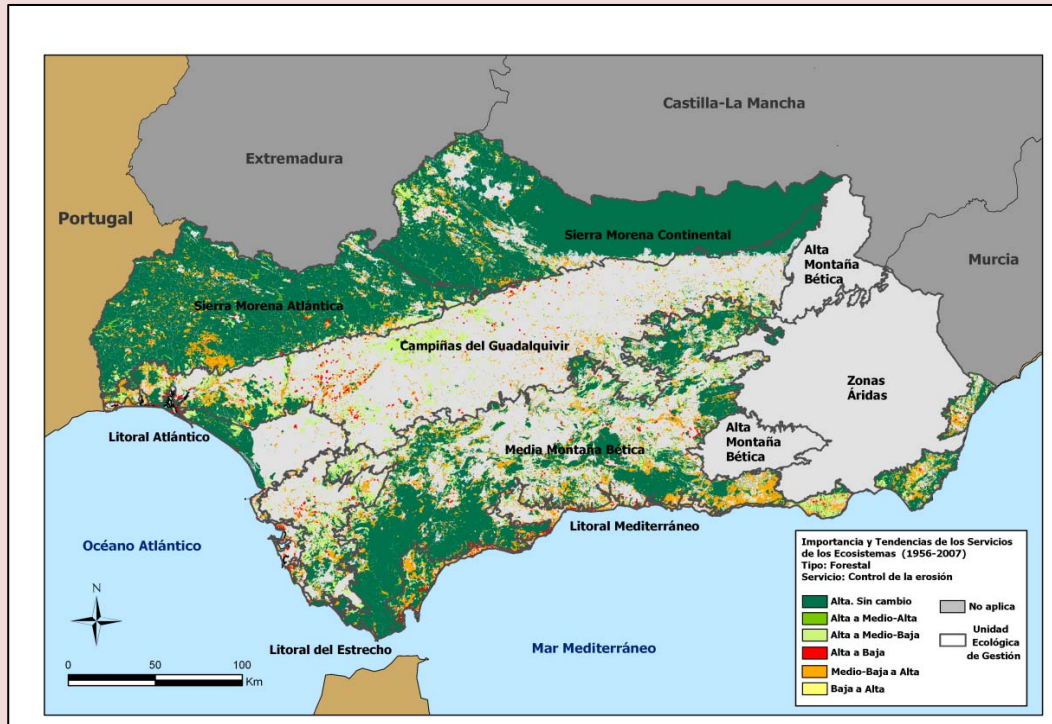
Los bosques de coníferas constituyen las formaciones con mayores tasas de carbono en la vegetación, representando algo más del 36% del contenido de carbono acumulado en la biomasa forestal; estimado en un total de 54,9 Mt en Andalucía (Pardos, 2010; Muñoz-Rojas et al., 2011). Los eucaliptales representan el 2,8%, los bosques de quercíneas el 36% y las dehesas el 14% del total de biomasa forestal. Por último los matorrales, con el 41%, constituyen el mayor reservorio de carbono en la vegetación de Andalucía.

**Regulación hídrica.** La cubierta forestal en la superficie de la cuenca es fundamental para la regulación hídrica: frena la escorrentía superficial, facilita la recarga de los acuíferos, aumenta la capacidad de almacenamiento de agua del sistema, depura la calidad del agua y reduce el riesgo de avenidas catastróficas.

**Fertilidad del suelo y control de erosión.** Los bosques son formadores de suelo fértil a través del bombeo de nutrientes desde sus raíces y el reciclado con la hojarasca. Al mismo tiempo retienen el suelo y lo protegen de la erosión, en particular en las laderas de fuertes pendientes. Una parte importante (11%) de la superficie total de Andalucía está afectada por tasas muy altas de erosión y pérdida de suelo, la mayor parte en zonas desprovistas de vegetación y roturadas.

### **Control de erosión, un servicio de regulación para el futuro**

La erosión del suelo constituye el principal proceso de degradación de las tierras. Diversos estudios predicen que las tasas de erosión se verán aumentadas como consecuencia de los cambios en el clima global, principalmente a causa del aumento en la cantidad e intensidad de las precipitaciones y cambios en la biomasa de la vegetación (Zhang et al., 2005.)



**Figura 9.** Distribución del cambio de la importancia del ecoservicio "Control de la erosión" para los ecosistemas forestales entre 1956 y 2007. Fuente: Elaboración propia a partir de criterio experto y Mapa de Uso y Coberturas de Andalucía (Moreira, 2007).

La cubierta vegetal es un factor fundamental en la protección del suelo frente a la erosión, frenando la acción directa del agua y ejerciendo de soporte mecánico para la retención del suelo. Además, la vegetación mejora de la porosidad del suelo, aumenta su materia orgánica y estabiliza los agregados.

En Andalucía, una parte importante (11%) de la superficie total está afectada por tasas muy altas de erosión, con pérdidas de suelos superiores a las 100 Tm ha<sup>-1</sup>; una superficie algo mayor (15%) por tasas altas, con valores de pérdida de suelos comprendidos entre 50-100 Tm ha<sup>-1</sup>. La clase moderada es la que ocupa la mayor parte (53%) y resulta en una pérdida anual de suelo de 12-50 Tm ha<sup>-1</sup>; mientras que la clase de tasas bajas de erosión representa la quinta parte (21%) de la superficie y supone una pérdida de 0-12 Tm ha<sup>-1</sup>.

Las formaciones arboladas constituyen el tipo de vegetación con mayor grado de protección del suelo frente a la erosión ya que interceptan en su copa y follaje las gotas de lluvia, evitando el impacto de ellas sobre el suelo; además lo protegen del efecto del viento y del agua, y mediante sus raíces fuertes actúan como una malla de protección. Por otra parte, el matorral sin arbolado es un elemento fundamental del paisaje mediterráneo que cumple una función indispensable en la protección del suelo frente a la erosión, especialmente en los medios semiáridos, donde constituye la única cubierta vegetal posible. Los cambios en las distribuciones de los tipos de ecosistemas forestales durante los últimos 50 años han afectado a la capacidad de protección del suelo a nivel regional (Figura 9).



**Regulación de perturbaciones.** La regulación de las perturbaciones naturales es uno de los servicios que prestan los bosques y matorrales, por ejemplo al reducir el riesgo de las avenidas en las zonas bajas de la cuenca. También hay que tener en cuenta el "disservicio" (servicio negativo) que puede tener un ecosistema forestal con una gran cantidad de biomasa inflamable, por ejemplo una plantación muy densa de pinos, al aumentar el riesgo de incendios.

**Polinización.** El servicio de polinización permite la fecundación de cultivos y frutales gracias a las poblaciones de insectos que se crían y alimentan en los matorrales y bosques. El uso extensivo de plaguicidas ha provocado una reducción general de la abundancia y diversidad de polinizadores. Las abejas domésticas (*Apis mellifera*), con unas 433 mil colmenas en Andalucía, contribuyen a este servicio de polinización además de abastecer con miel. La introducción de una plaga en los años 80 del pasado siglo, la varroasis (causada por el ácaro *Varroa destructor*, procedente de Asia) ha afectado negativamente a las poblaciones domésticas y silvestres de abejas.

**Control biológico.** La biodiversidad de los ecosistemas forestales supone un reservorio de depredadores generalistas y especialistas, así como de parásitos y patógenos que sirven para regular y controlar nuevas plagas potenciales. El uso de estos organismos como herramientas de control biológico es un servicio de regulación que permite reducir o eliminar el empleo de pesticidas y contribuye a la estabilidad del ecosistema (Zhang et al., 2007).

### 5. 3. Servicios culturales

La sociedad andaluza obtiene beneficios no materiales de los bosques que son esenciales para su bienestar físico y mental, además de formar parte de su patrimonio histórico y cultural.

**Actividades recreativas.** Los lugares con arbolado son espacios preferidos para actividades recreativas. El aumento de las poblaciones urbanas ha llevado consigo una necesidad creciente de actividades de ocio en zonas naturales, aumentando la demanda de áreas recreativas, rutas de senderismo y cicloturismo, y redes de alojamientos rurales. En los paisajes forestales se busca un disfrute estético y espiritual. Para algunos, los árboles y bosques también tienen un sentido religioso. La renta recreativa total (suma del uso recreativo más la valorización del paisaje) de los ecosistemas forestales se ha estimado, como una primera aproximación, en más de 90 millones de euros (González Arenas, 2008). Es necesaria una integración de la red de espacios naturales protegidos (RENPA) con las políticas de turismo sostenible en Andalucía (CMA, 2011b).

La actividad cinegética ha cobrado gran importancia para la economía rural representado el segundo sector productivo en valor comercial (después del corcho y antes de la madera) de los ecosistemas forestales de Andalucía. Se ha estimado una renta de más de 70 millones de euros a partir de las actividades relacionadas con la caza (González Arenas, 2008). La Administración regional ha puesto en marcha el Plan Andaluz de la Caza para promover esta actividad y al mismo tiempo garantizar su sostenibilidad (CMA, 2010).

**Identidad cultural y conocimiento local.** La cultura de un pueblo está muy ligada al medio natural donde se desarrolla. La diversidad de paisajes forestales en Andalucía influye sobre la diversidad cultural de sus pueblos. Históricamente los bosques han sido una fuente de inspiración para el arte, el folclore, la religión y han contribuido al sentido de identidad y pertenencia de la comunidad. El despoblamiento de las zonas rurales en los últimos 50 años ha supuesto una pérdida de diversidad cultural.

El conocimiento local de los bosques, de su flora y su fauna, ha guiado una gestión tradicional de los ecosistemas forestales. Esta cultura ecológica local también se pierde con el abandono de los pueblos y aldeas.

**Conocimiento científico.** En contraposición, la investigación científica sobre los sistemas forestales ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas, principalmente desde las universidades y centros de investigación andaluces, pero también desde otros centros de España y Europa. Estos espacios forestales son laboratorios de gran interés por su elevada biodiversidad y por su situación de frontera entre Europa y África.

**Educación ambiental.** Con el mayor conocimiento científico y la mayor sensibilidad ambiental de la población ha aumentado la educación ambiental. Los espacios naturales de Andalucía protegen los ecosistemas forestales más representativos (el 85% de su superficie es forestal). Ofrecen un servicio educativo para los numerosos visitantes que disfrutan y a la vez se instruyen en los centros de interpretación ambiental. Las publicaciones divulgativas en formato impreso o digital sobre los ecosistemas forestales de Andalucía siguen en aumento en respuesta a la creciente demanda social. Las campañas educativas como la de "Crece con tu árbol" contribuyen a la sensibilización sobre los valores y servicios que prestan los ecosistemas forestales (CMA, 2006).









#### **5. 4. Tendencias generales**

El resumen de la importancia de los servicios y sus tendencias se muestran en la Tabla 4. Los ecosistemas forestales tienen importancia alta por sus servicios de abastecimiento de alimentos (carne de calidad en las dehesas), materias primas (corcho y madera) y agua dulce; por sus servicios de regulación climática, del agua y de la protección del suelo; por sus servicios culturales para las actividades recreativas, el disfrute estético de los paisajes y la educación ambiental.

La tendencia de la mayor parte de los servicios proporcionados por los ecosistemas forestales en las últimas décadas ha sido bien estable o bien hacia un aumento, asociados a su aumento general en superficie y en espesura. Sin embargo, algunos servicios han mostrado tendencias a disminuir, como los de abastecimiento de recursos genéticos debido a la disminución de la cabaña ganadera de razas autóctonas. También han disminuido los servicios culturales asociados a las poblaciones rurales, como el conocimiento local o la identidad cultural, debido al despoblamiento de muchas zonas forestales.

**Tabla 4.** Importancia y tendencia de los servicios de los ecosistemas forestales.

TIPO DE SERVICIO	SERVICIO		Importancia y Tendencia
ABASTECIMIENTO	1.-Alimentos	tradicionales	↔
		tecnificados	↗
	2.-Agua dulce		↗
	3.-Materias primas de origen biológico		↗
	4.-Materias primas de origen mineral		↔
	5.-Energías renovables		↗
	6.-Acervo genético		↘
	7.-Medicinas naturales y principios activos		↘
REGULACIÓN	8.-Regulación climática		↑
	9.-Regulación de la calidad del aire		↗
	10.-Regulación hídrica		↔
	11.-Regulación morfosedimentaria		↔
	12.-Formación y fertilidad del suelo		↗
	13.-Regulación de las perturbaciones naturales		↔
	14.-Control biológico		↔
	15.-Polinización		↘
CULTURALES	16.-Conocimiento científico		↑
	17.-Conocimiento ecológico local		↘
	18.-Identidad cultural y sentido de pertenencia		↘
	19.-Disfrute espiritual y religioso		↗
	20.-Paisaje-Servicio estético		↔
	21.-Actividades recreativas y ecoturismo		↑
	22.-Educación ambiental		↗

IMPORTANCIA		TENDENCIA	
	Alta		Aumenta
	Medio-Alta		Tendencia a aumentar
	Medio-Baja		Tendencia mixta
	Baja		Disminuye

## 6. IMPULSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

Los cambios recientes (últimos 50 años) ocurridos en los ecosistemas forestales y por tanto en su capacidad para proporcionar servicios han sido inducidos por impulsores directos e indirectos. Entre los impulsores directos el principal ha sido el cambio de uso (transformación en otro tipo de ecosistema), también han sido importantes la introducción de organismos exóticos (en especial agentes de enfermedades) y la sobreexplotación.

### 6. 1. Cambios de uso

Casi un 20% de la superficie forestal de 1956 ha sido transformada a un uso no forestal, por ejemplo cultivos intensivos (en el sureste), urbanizaciones (en la costa y las periferias urbanas) e infraestructuras (autovías, embalses). Por otra parte, el despoblamiento de las zonas rurales, a partir de los años 80, ha originado la matorralización de los cultivos abandonados y un aumento relativo de la superficie forestal (Bermejo et al., 2011).

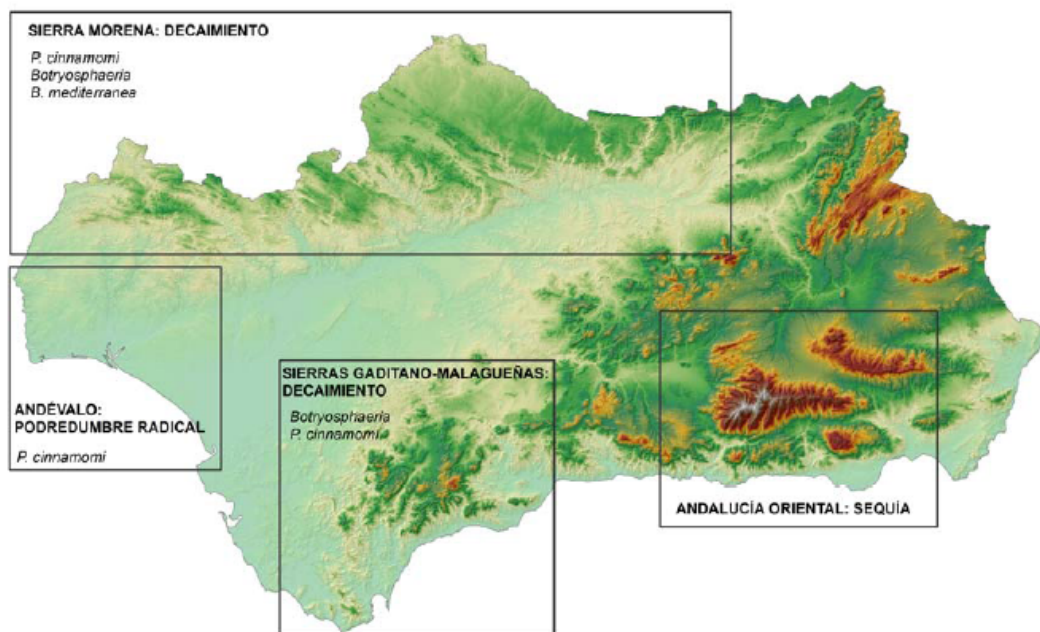
Aunque la extensión neta de la superficie del ecosistema forestal en Andalucía se ha mantenido relativamente (con una pérdida de solo el 2%), la estructura y composición de los bosques ha cambiado bastante en consonancia a los cambios de objetivos de la política forestal. En medio siglo (1956-2007) aumentó la superficie de coníferas un 112% con las plantaciones extensivas de diversas especies de pino para la producción de madera (eran años de autoabastecimiento) y la protección de suelos; también se impulsó la plantación de eucaliptos (la superficie aumentó un 219%) para abastecer a la industria papelera. Gran parte de las plantaciones fueron en terrenos de matorral, pero también se sustituyeron bosques de quercíneas. Las formaciones de matorral han disminuido desde el 66% de la superficie de ecosistema forestal en 1956 hasta el 58% en la actualidad; parte han sido plantados con pinos y eucaliptos (6% de la superficie de matorral en 1956), parte han evolucionado por sucesión a bosques de quercíneas (1%) y otra parte han sido transformados en cultivos o en otros usos. En los últimos 20 años han cambiado estas tendencias, con una reducción paulatina de la superficie de pinos y eucaliptos, y un aumento de frondosas (CMA, 2010).

Se puede considerar como cambio de uso al aumento de la presión de herbivoría causado por la mayor densidad de carga ganadera (en parte gracias a las subvenciones) y de animales silvestres (sobre todo ciervos, por la valorización comercial de la actividad cinegética). Esta mayor presión sobre las plántulas y brinzales de las especies arbóreas está bloqueando el proceso de regeneración y produciendo un envejecimiento de sus poblaciones.

### 6. 2. Introducción de especies exóticas

El transporte de productos forestales de unas partes a otras del planeta ha provocado numerosas introducciones accidentales de organismos. De especial gravedad son los organismos que producen enfermedades al encontrarse con huéspedes nativos que no tienen adquirida resistencia. Uno de los casos más conocidos es la grafiosis, una enfermedad provocada por un hongo (*Ophiostoma* spp., procedente de Asia) que es dispersado por escolítidos (escarabajos de las cortezas) y que ha diezmado las poblaciones de olmos en Europa; se ha estimado que en los años 80 del pasado siglo más del 80% de las olmedas españolas estaban afectadas por grafiosis (Gil, 1990).

Más preocupación causa el fitóftora (*Phytophthora cinnamomi*; originario de Asia), oomiceto que causa la podredumbre radical (la seca) en encinas y alcornoques (Carrasco et al., 2009). Esta enfermedad supone una amenaza grave al servicio singular (jamón de bellota) del ecosistema de la dehesa y a la producción de corcho en alcornocales.



**Figura 10.** Distribución de los focos de Seca según datos de 1999. Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Modificado de Carrasco et al. (2009).

En ocasiones el organismo fue introducido como control biológico y se expandió con consecuencias imprevistas. Es el caso del virus de la mixomatosis (del género *Leporipoxvirus*, originario de América) que fue introducido en Francia en 1952 para controlar las poblaciones de conejos. Posteriormente se expandió por Europa. En España ha tenido efectos devastadores para la red trófica del monte mediterráneo afectando negativamente a las poblaciones de lince y águila imperial (Ferrer y Negro, 2004). Otro ejemplo de introducción reciente de un organismo exótico es el ácaro *Varroa destructor* (procedente de Asia) que produce la varroasis y que desde los años 80 ha diezmando las poblaciones domésticas y silvestres de abejas.

### 6. 3. Cambio climático

El cambio climático ha tenido un efecto moderado sobre los sistemas forestales en los últimos 50 años, pero es previsible que se intensifique en el futuro. El calentamiento global afecta al funcionamiento y las interacciones en el ecosistema. Se espera un desplazamiento gradual en altitud de las especies menos tolerantes al frío que pueden eliminar por exclusión competitiva a los endemismos alpinos de Sierra Nevada. Las plagas, como la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), están limitadas por las bajas temperaturas de invierno y se están viendo favorecidas por el calentamiento; en consecuencia están amenazando a las poblaciones relictas de pino silvestre (*P. sylvestris nevadensis*) refugiadas a más de 2000 m (Hódar y Zamora, 2004). El calentamiento global está induciendo cambios en la fenología de flores y frutos que están alterando las interacciones en los ecosistemas.

La reducción de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración afectarán a estos ecosistemas mediterráneos que ya tienen una fuerte limitación por la sequía. Algunas especies relictas del Terciario que apenas tienen regeneración natural, como el ojaranzo (*Rhododendron ponticum*), podrían estar afectadas por el cambio hacia primaveras más secas de las últimas décadas (Mejías et al., 2007). Es de esperar que en el futuro cambie la composición y la estructura de los ecosistemas forestales afectados por este cambio climático. Existe una incertidumbre sobre cómo se verán afectados los diferentes servicios que proporcionan.

#### **6. 4. Sobreexplotación**

Históricamente los bosques han sido explotados para obtener madera y leña. En muchos casos esta explotación ha tenido una intensidad y duración que han superado la capacidad del sistema a regenerarse causando la deforestación del territorio. Casos históricos de sobreexplotación de los bosques se han dado en las zonas mineras para la industria metalúrgica. Algunas especies valiosas como el pinsapo (*Abies pinsapo*) ha sido explotada y solo quedan algunas poblaciones relictas (la última corta a hecho de pinsapos en Grazalema fue en 1904 para traviesas de ferrocarril). En la época reciente (últimos 50 años) ha cambiado totalmente la situación desde la extracción relativamente intensa de madera, leña y carbón al abandono del bosque y la acumulación de biomasa.

La elevada carga ganadera en las dehesas y las altas densidades de fauna cinegética en los cotos de caza se pueden considerar como ejemplos de sobreexplotación de los recursos, en este caso recursos forrajeros. Esta sobreexplotación tiene efectos indirectos negativos sobre las poblaciones de árboles que sufren el bloqueo de su regeneración natural y así amenazan el futuro de todo el ecosistema forestal.

#### **6. 5. Contaminación**

El aumento en la deposición de nitrógeno y en dióxido de carbono parece favorecer a las especies forestales de crecimiento rápido. Es difícil predecir los efectos complejos de la contaminación difusa de ozono, azufre y otros compuestos sobre los sistemas forestales. Las zonas más afectadas son las que están en las proximidades de los polos químicos (Huelva y Bahía de Algeciras). Un caso singular de contaminación fue el vertido minero de Aznalcóllar (1998) que afectó a más de 4.000 ha de tierras de cultivos en la Vega del Guadiamar. Después de la retirada del lodo y la remediación del suelo contaminado por metales pesados fueron forestadas y declaradas paisaje protegido - Corredor Verde del Guadiamar (Montes y Carrascal, 2005).

## **7. ANÁLISIS DE COMPROMISOS (TRADE-OFFS) Y SINERGIAS**

La gestión de los ecosistemas forestales para obtener unos servicios determinados puede entrar en conflicto y reducir o empeorar otros servicios del mismo ecosistema; se produce por tanto un compromiso o "trade-off" entre diferentes servicios que se debe analizar y resolver. Por el contrario existen servicios que se refuerzan mutuamente en un proceso de sinergia. En los últimos 50 años se ha producido un cambio socio-económico de Andalucía y en consecuencia un cambio en la política y gestión de los bosques. Con el cambio de los objetivos hay que tomar nuevas decisiones: priorizar los servicios a conseguir de los ecosistemas, implementar los métodos para resolver los compromisos y aprovechar las sinergias, de forma que se asegure un flujo variado de servicios para el bienestar humano. A continuación se comentan algunos ejemplos de servicios de ecosistemas forestales que tienen relaciones contrapuestas (compromisos) o comunes (sinergias) (basado en Quine et al., 2011).

### **7.1. Compromisos entre servicios**

Pueden existir compromisos entre servicios de abastecimiento y de regulación. La producción de madera implica las cortas de árboles y su transporte fuera del sistema. A corto plazo suponen una pérdida de la biomasa almacenada en la parte aérea y también una pérdida de carbono en el suelo por la modificación de las condiciones ambientales. Todo ello tiene como consecuencia una reducción temporal en la capacidad del ecosistema para fijar y almacenar carbono atmosférico, y por tanto merma su capacidad de regulación climática. Las cortas también afectan negativamente a la capacidad de regulación hídrica, hasta que se vaya recuperando la cobertura vegetal.

Los servicios de abastecimiento también pueden tener compromisos con los culturales. Las cortas de árboles y su retirada suelen necesitar de maquinarias pesadas y temporalmente se controla e impide el acceso a la zona por razones de seguridad. Existe un conflicto con las actividades recreativas, por las limitaciones de acceso, las perturbaciones a la fauna silvestre por el ruido de las maquinarias y en general por la pérdida de naturalidad del paisaje.

El conflicto entre servicios culturales y de abastecimiento puede ser a la inversa. La gestión del bosque para favorecer la actividad cinegética (un tipo de servicio cultural) suele llevar a densidades altas de ciervos que "sobrerramonean" la vegetación impidiendo la regeneración de las poblaciones arbóreas, por ejemplo de alcornoque. A medio plazo supone una degradación del servicio de abastecimiento de materia prima (corcho).

Los compromisos se pueden dar entre servicios de regulación y culturales. Para mejorar la regulación climática mediante el secuestro de carbono se propone plantaciones de especies de crecimiento rápido como eucaliptos y chopos. Se deben tener en cuenta compromisos con otros servicios como el mayor consumo de agua por estas especies, la degradación del subsistema suelo por la composición química de las hojas (en el caso de los eucaliptos), el aumento del riesgo de incendios y la pérdida del valor estético del paisaje.

La gestión de un ecosistema forestal determinado en un momento concreto debe analizar los compromisos entre servicios y elegir las mejores opciones. El gestor debe usar herramientas de planificación como el análisis de decisiones con criterios múltiples, análisis coste-beneficio, estudios de impactos ambientales, inclusión de pagos por servicios ecosistémicos, y gestión adaptativa con uso de simulaciones (Quine et al., 2011).

### **7.2. Sinergias entre servicios**

Los servicios de abastecimiento y de regulación pueden tener sinergias. El aumento del crecimiento y de la biomasa forestal supone una mayor riqueza en abastecimiento de madera. Al

mismo tiempo, la mayor superficie de cobertura forestal (superficie fotosintéticamente activa) fija más carbono, lo almacena en madera y raíces, reduce el CO<sub>2</sub> atmosférico y contribuye a mitigar el cambio climático.

Los servicios de abastecimiento también pueden tener sinergias con servicios culturales. La gestión de pinares abandonados muy densos mediante claras mejora la producción de madera. Al mismo tiempo aumenta el acceso para actividades recreativas y para la recolección de frutos y setas. El aumento de la luz que llega al sotobosque suele aumentar la biodiversidad del ecosistema y su valor paisajístico.

Existen ejemplos de sinergia entre servicios de regulación y culturales. La restauración de los bosques de riberas tiene una importante función como regulación hídrica, reduciendo y retrasando la ocurrencia de avenidas extremas. Por otra parte, los bosques de ribera son refugios micro-climáticos durante el seco y caluroso verano mediterráneo. Tienen un valor cultural como zona de actividades recreativas en verano. En otoño destacan en el paisaje por su colorido y su valor estético.

**Tabla 5.** Ejemplos de compromisos y sinergias entre los servicios de los ecosistemas forestales.

	Abastecimiento	Regulación	Cultural	
Abastecimiento		Aumento de producción de madera y aumento en el secuestro de carbono.	Clareo de pinares abandonados mejora la producción de madera y facilita el acceso para actividades recreativas.	Sinergias
Regulación	Cortas de madera reducen la capacidad de fijar carbono y de regulación hídrica.		Los bosques de ribera regulan el riesgo de avenidas y tiene un valor cultural: actividades recreativas y disfrute del paisaje.	
Cultural	Plantaciones intensivas para producción de madera reduce la calidad del ecosistema para las actividades recreativas y su valor paisajístico. Mayor densidad de animales de caza puede limitar la regeneración del arbolado.	Plantaciones de chopos y eucaliptos para aumentar el secuestro de carbono pueden tener efectos negativos sobre la calidad del hábitat y el valor paisajístico.		
<b>Compromisos / Conflictos</b>				



## 8. RESPUESTAS E INTERVENCIONES DE GESTIÓN

Las opciones de respuesta para gestionar los sistemas forestales y sus servicios deben estar enmarcadas en un programa general de desarrollo socialmente justo y ecológicamente sostenible. Siguiendo el marco conceptual del Milenio de España, se propone un conjunto de opciones de respuestas integradas en tres niveles de actuación (EME, 2011).

En el primer nivel se proponen los principios de la sostenibilidad en los que tienen que estar basadas las estrategias y actuaciones. La investigación científica de los ecosistemas forestales y también de los sistemas sociales, y en particular de los vínculos entre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano serán fundamentales para establecer los principios de su sostenibilidad. En EME se proponen 5 principios relacionados con la reducción de la contaminación, el uso de energías renovables, la limitación del consumo, la gestión adaptativa y el principio de precaución. El objetivo es conservar la integridad y resiliencia de los ecosistemas forestales, para mantener su capacidad de suministrar servicios y contribuir al bienestar humano.

En el segundo nivel se proponen opciones de respuesta para adecuar el marco institucional de gobernanza y la participación social a los objetivos de sostenibilidad. Entre las propuestas se incluye incorporar un sistema de cuentas de los servicios de ecosistemas en la contabilidad económica. Un intento en ese sentido ha sido la Primera valorización económica integral de los ecosistemas forestales de Andalucía (2002, actualizada en CMA, 2008) que se está ampliando con el proyecto RECAMAN (Valoración de las rentas y el capital de los montes de Andalucía). Otras propuestas son la aplicación de nuevos indicadores de desarrollo y bienestar humano (que sustituyan al PIB); una planificación económica que reduzca la presión sobre los ecosistemas y la huella ecológica; reforma del sistema financiero según criterios éticos y ecológicos; nuevo sistema fiscal que grave los impactos ambientales; planes sectoriales que supongan ahorro y eficiencia en el uso de materiales y energía, y reducción en la generación de residuos; revisión de la política de incentivos para que sean compatibles y positivos para la sostenibilidad. En todo este proceso de cambio es fundamental la participación activa e informada de los agentes sociales, en especial de las poblaciones directamente vinculadas a los territorios y ecosistemas forestales.

En el tercer nivel están los instrumentos y estrategias de gestión que pretenden frenar la degradación de los ecosistemas y promover la sostenibilidad de sus servicios. Los más importantes son la legislación ambiental, los incentivos económicos, las tecnologías limpias, la cogaestión de las poblaciones locales y la educación ambiental.

La Ley Forestal de Andalucía (2/1992) y el Plan Forestal Andaluz (1989) han marcado la estrategia y la normativa de la gestión de los bosques andaluces con una perspectiva de 60 años; la tercera adecuación del Plan Forestal abarca el período 2008-2015. Posteriormente se aprobó en España la Ley de Montes (43/2003) que sustituía a la antigua Ley de Montes de 1957 (vigente para los montes andaluces hasta las transferencias de las autonomías); la Estrategia Forestal Española (1999, que recoge y aplica las directrices europeas), y el Plan Forestal Español (2002, vigente hasta 2032) que apoya y complementa a las iniciativas autonómicas en materia forestal.

La Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible (Agenda 21; CMA, 2003) pretende armonizar el desarrollo rural con la protección del medio ambiente; contempla áreas temáticas sobre gestión del monte mediterráneo y sobre la gestión sostenible de la ganadería. En particular, la Ley para la Dehesa (7/2010) promueve la conservación y la gestión sostenible de las dehesas andaluzas. A nivel español la Ley para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural (45/2007) adapta políticas europeas al medio rural español.

La gestión de los espacios naturales de Andalucía como piezas esenciales para la construcción de paisajes resilientes ha sido planteada en el Documento AN+20 (CMA, 2011b) que conmemora los 20 años de la Ley de Inventarios de Espacios Naturales Protegido de Andalucía (2/1989). La ordenación y gestión de los ecosistemas forestales, que forman parte de estos Espacios Protegidos, se ha implementado mediante los respectivos planes para cada parque: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) y Plan de Desarrollo Sostenible (PDS). La red andaluza de espacios protegidos (RENPA) está integrada dentro de la red europea Natura 2000 que fue creada en 1992 por la Directiva Hábitats (92/43/CEE) para conservar los hábitats naturales y frenar la pérdida de biodiversidad. A nivel español la Ley de Conservación de la Biodiversidad y el Patrimonio Natural (42/2007) supone un avance al reconocer la importancia de los servicios que genera la biodiversidad. En Andalucía se ha aprobado recientemente la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad (CMA, 2011).

Los ecosistemas forestales están además afectados por planes sectoriales entre los que se pueden destacar el Plan de Lucha contra Incendios Forestales (INFOCA, 1993), el Plan Suber (2006) para la mejora del alcornoque y la producción de corcho, el Plan de la Caza (2007) y el Plan de Conservación y Uso Sostenibles de Setas y Trufas (CUSSTA, 2001).

Los incentivos económicos, como el pago por servicios ambientales, puede ser una herramienta útil para la población rural que recibe un ingreso complementario en pago a los servicios de los ecosistemas y puede así mantener una gestión tradicional, con frecuencia poco rentable. Dentro de la política forestal andaluza se han dado ayudas para el desarrollo y la gestión sostenible de los recursos forestales, para la prevención de incendios forestales, y ayudas agroambientales para sistemas adhesionados. El programa de forestación de tierras agrarias, dentro de la Política Agraria Común (PAC) de Europa, supuso la forestación de unas 150.000 ha en Andalucía y una inversión de más de 500 millones de euros (CMA, 2010).

La gestión sostenible de los ecosistemas forestales debe adaptar tecnologías limpias y energías renovables a la explotación y transformación de sus productos. Al mismo tiempo reducir los residuos y minimizar la contaminación de las actividades forestales y ganaderas.

Es importante que la población local participe activamente en la cogestión adaptativa de los ecosistemas forestales. La responsabilidad compartida entre los grupos de usuarios, las comunidades locales, las organizaciones no-gubernamentales y la administración (local y regional) en la gestión de los ecosistemas forestales es una herramienta útil para el desarrollo rural sostenible.

La educación y sensibilización en los principios de la sostenibilidad, tanto de las poblaciones rurales como urbanas, es la única manera de conseguir que los ecosistemas forestales se gestionen de forma adecuada, no se degraden y sigan proporcionando sus servicios tan necesarios para el bienestar de la sociedad.

## 9. LA CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA FORESTAL Y EL BIENESTAR HUMANO

Los ecosistemas forestales han sido indispensables para el abastecimiento de alimentos, madera y leña, garantizando la supervivencia y la expansión de las poblaciones humanas en el sur de la Península Ibérica a lo largo de la Historia. Al comienzo del tercer milenio, la sociedad andaluza debe encontrar nuevas formas de gestionar sus bosques que le permita disfrutar de sus servicios de abastecimiento, regulación y culturales, necesarios para el bienestar humano, en la incertidumbre actual del cambio global.

Los servicios de los ecosistemas forestales se han definido como aquellos procesos de los ecosistemas que soportan directa o indirectamente el bienestar humano. Este bienestar supone satisfacer las necesidades físicas, sociales, psicológicas y espirituales del ser humano. Se han distinguido cinco dimensiones o componentes del bienestar: los materiales básicos para el buen vivir (alimentos, casa, vestido, acceso a los bienes), salud (estar sano y vivir en un ambiente saludable), tener buenas relaciones sociales, seguridad (acceso seguro a los recursos, vivir en un ambiente seguro y predecible) y tener libertad y capacidad de elección (ver definiciones en MEA, 2005).

El reto de la sociedad actual es gestionar de forma adaptativa el capital natural para el bienestar de toda su población. En este cambio de modelo el objetivo central debe ser mantener la capacidad de los ecosistemas para seguir suministrando servicios mediante la gestión de su integridad ecológica y de su resiliencia socioecológica frente a perturbaciones y cambios rápidos tanto de origen natural como de origen humano (EME, 2011).

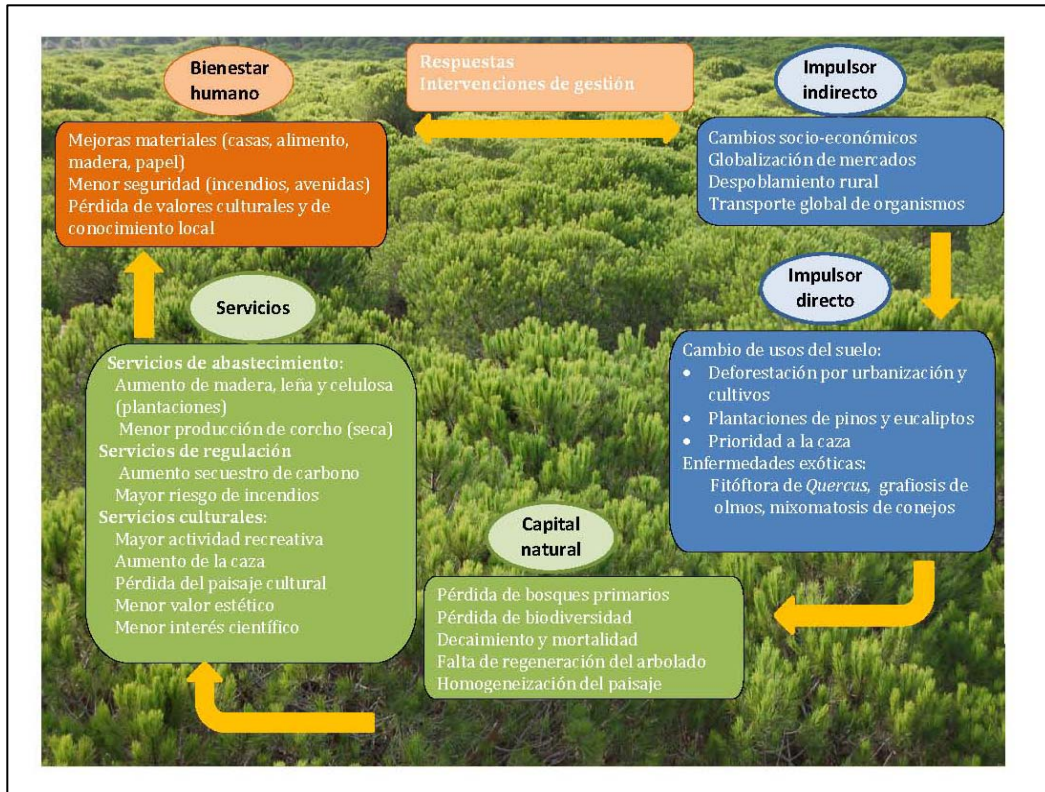
En la Figura 11 se ha representado un esquema simplificado de las interacciones entre los impulsores, el capital natural y sus servicios, y el bienestar humano. Los impulsores indirectos como los cambios socio-económicos, la globalización de mercados y el transporte de organismos han producido importantes cambios en el uso del suelo durante los últimos 50 años (principal impulsor directo) que han llevado a una pérdida de los bosques primarios transformados en urbanizaciones o en cultivos, y en parte sustituidos por plantaciones madereras. La intensificación de la caza perjudica al regenerado del arbolado. Por otra parte, se han introducido accidentalmente patógenos exóticos (como el fitóftora) que están produciendo un decaimiento de encinas y alcornoques. El abandono rural y la reducción de la gestión tradicional homogeneiza el paisaje.

Los cambios en el capital natural afectan a los servicios de los ecosistemas. La mortalidad de alcornoques (por la seca) disminuye la producción de corcho; aunque las plantaciones masivas de pinos y eucaliptos han aumentado el abastecimiento de madera, leña y pasta de papel. La mayor espesura y densidad de los bosques ha aumentado su capacidad de secuestro de carbono y por tanto el servicio de regulación climática; aunque el abandono y falta de manejo de muchas plantaciones han aumentado el riesgo de incendios (un "disservicio"). Han aumentado los servicios culturales de actividades cinegéticas y recreativas, principalmente para la población urbana; mientras que el abandono rural ha supuesto una pérdida de los servicios asociados a la identidad local y los paisajes culturales.

Con los cambios de los últimos 50 años el bienestar humano general se ha visto beneficiado en la componente de mejoras materiales (mejores casas y más alimento) con la transformación de bosques en urbanizaciones o en cultivos. También dispone de mayor cantidad de maderas y papel (con las plantaciones). En contraposición, ha disminuido la seguridad ambiental por tener mayor riesgo de avenidas (en las zonas deforestadas) y mayor riesgo de incendios (cerca de las plantaciones abandonadas). La componente social del bienestar ha sufrido una pérdida importante por la desaparición de valores culturales locales.

La sociedad andaluza, en su conjunto, ha respondido a los cambios socio-ecológicos modificando los instrumentos y las estrategias de gestión de los ecosistemas forestales. El reto

del tercer milenio es frenar la degradación de los ecosistemas y promover la sostenibilidad de sus servicios. Entre las herramientas más adecuadas están la legislación ambiental, los incentivos económicos, las tecnologías limpias, la cogestión de las poblaciones locales y la educación ambiental.



**Figura 11.** Esquema de las influencias de los impulsores directos e indirectos sobre el capital natural y sus servicios, que condicionan el bienestar humano. A su vez, la sociedad responde y modifica la gestión de los ecosistemas y la presión de los impulsores.

## 10. LAGUNAS DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIONES FUTURAS

Durante la evaluación del Milenio en Andalucía se han podido detectar lagunas en el conocimiento y en la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas forestales y de sus servicios. A continuación se comentan algunos aspectos de información que se deberían ampliar y profundizar, y se sugieren algunas líneas para investigar.

**Estados y tendencias de ecosistemas y sus servicios.** En el presente trabajo se han generado resultados metodológicos para la evaluación y el seguimiento de los servicios de los ecosistemas forestales en Andalucía. Se han definido tipos y subtipos de ecosistemas, se han listado los servicios asociados y se ha evaluado su importancia relativa. Se ha realizado un esfuerzo en la estandarización y armonización de la tipología de ecosistemas utilizando las cartografías de usos del suelo (SIOSE y Mapa de Usos y Coberturas de Andalucía), obteniendo una cuantificación objetiva del balance de superficie suministradora de servicios de los ecosistemas y su vigilancia en el tiempo. No obstante se han observado discrepancias en los resultados finales asignados a las superficies de los diferentes ecosistemas según la fuente de información usada (SIOSE o Usos y Coberturas). Será necesario una revisión y actualización de la cartografía para definir de una forma más precisa el estado y la superficie de los diferentes tipos operativos de ecosistemas forestales.

Por razones operativas, desde el comienzo de EMA (siguiendo la pauta del proyecto español) se han separado grandes grupos operativos de ecosistemas: forestales, de montaña, de ribera, etc. Sería deseable que, una vez evaluados por separado, se realizara una síntesis de los resultados para todos los ecosistemas forestales de Andalucía (con independencia de si están en el litoral, en la montaña o en la ribera) para facilitar su gestión unificada.

La información sobre los servicios que proporcionan los ecosistemas forestales es irregular y dispersa. Los servicios de abastecimiento que tienen importancia económica, como la madera, el corcho y los alimentos, están bien conocidos y en general contabilizados en detalle. Algunos servicios de regulación, como la capacidad de almacenar y secuestrar carbono, comienzan a ser analizados y cuantificados por su interés económico potencial. En general, hay poca información detallada sobre la cantidad y calidad de los servicios de regulación: hídrica, de la calidad del aire, morfosedimentaria, fertilidad del suelo, polinización, etc. que se puedan asignar a los diferentes tipos de ecosistemas forestales. En cuanto a los servicios culturales, están bien cuantificados los asociados a la caza, por su interés económico, y los relacionados con el turismo rural y las actividades recreativas. Es más difícil conocer la calidad y cantidad de otros servicios culturales como el estético y paisajístico, la identidad cultural y conocimiento local, que se pueden asignar a los diferentes tipos de ecosistemas. Sería deseable avanzar hacia una caracterización y evaluación integrada de los diferentes tipos de servicios (no solo de los que tienen valor económico) para cada tipo de ecosistema forestal.

La valoración y contabilidad de los diferentes servicios que proporcionan los ecosistemas es uno de los temas críticos a resolver en las evaluaciones del Milenio (p. ej., Patterson y Coelho, 2009; Quine et al., 2011). La iniciativa de Naciones Unidas sobre el “National Account System” y la reciente propuesta de la Agencia Europea de Medio Ambiente “Simplified Ecosystem Capital Accounts” (SECA; Weber, 2011) son avances metodológicos para esta contabilidad de servicios. Sería deseable tener una herramienta homologada que sirva de sistema de vigilancia regional a través del tiempo, y al mismo tiempo poder comparar el estado de los ecosistemas andaluces con los de otras regiones del mundo.

**Impulsores de cambio.** El cambio de uso es el principal impulsor directo que ha afectado (positiva y negativamente) al estado de los ecosistemas forestales en Andalucía. Se tiene una información muy detallada sobre la distribución espacial de los tipos de ecosistemas y sus cambios en los últimos 50 años, asociados a los cambios de uso del suelo (Anaya-Romero et al.

2011; Bermejo et al., 2011). Aunque para algunos subtipos de ecosistemas no se ha podido analizar la evolución porque la cartografía de 1956 no era suficientemente detallada.

El cambio climático cada vez tendrá más importancia como impulsor directo. Es necesario avanzar en la comprensión y la predicción de los efectos del cambio climático sobre los bosques andaluces y sus servicios. Existen estudios de simulación sobre la posible distribución espacial de las especies vegetales para distintos escenarios de cambio (Benito Pando, 2009). En los ecosistemas, las especies de organismos no viven solas sino que compiten, se facilitan e interaccionan entre ellas; es necesario desarrollar modelos complejos que tengan en cuenta estas interacciones.

La introducción de organismos exóticos que puedan llegar a plagas y enfermedades se puede ver agravada si las condiciones del clima les son más favorables. Hay que seguir investigando sobre las plagas y enfermedades que ya están introducidas, para diseñar herramientas químicas y biológicas que permitan controlarlas. Al mismo tiempo es necesario continuar con las medidas de prevención para impedir la introducción de nuevas plagas y enfermedades.

La regeneración del arbolado está siendo afectada por la presión excesiva del ganado y de ungulados silvestres (sobre todo ciervos). Es necesario investigar sobre los "cuellos de botella" que reducen la regeneración natural y sobre métodos de manejo que hagan compatible la explotación ganadera o cinegética con una estructura equilibrada del arbolado.

**Gestión sostenible e integrada.** Es necesario desarrollar métodos de gestión adaptativa de los ecosistemas forestales que favorezcan las sinergias entre servicios y resuelvan los conflictos y compromisos. Existen diferentes herramientas de apoyo a la decisión para valorar y elegir entre opciones alternativas de manejo (ver Quine et al., 2011). El "pago por servicios" puede estimular el manejo de sistemas forestales hacia la provisión de servicios con poco valor monetario.

Se debe investigar sobre tecnologías limpias y energías renovables para aplicarlas a la explotación y transformación de los productos de los ecosistemas forestales. Igualmente, es necesario desarrollar técnicas para reducir y reciclar los residuos, y minimizar la contaminación de las actividades forestales y ganaderas.

La investigación sobre la percepción social de los servicios de los ecosistemas permitirá desarrollar instrumentos eficaces para la educación y sensibilización en los principios de la sostenibilidad. Se deben implementar métodos sociales y políticos que faciliten la co-gestión adaptativa de los ecosistemas forestales por parte de la población local.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya-Romero M, Pino R, Moreira JM, Muñoz-Rojas M, De la Rosa D. 2011. Analysis of soil capability versus land-use change by using CORINE Land Cover and MicroLEIS in Southern Spain. *International Agrophysics* 25 (4): 395-398.
- Andicoberry S, Arias MJ, Benítez MA, Carrasco A, Ceacero CJ, Cordero L, Díaz MC, Gimeno D, González E, Jiménez ME, Madueño S, Ruiz JM, Sánchez MF, de la Hoz FM, Moreira JM, Giménez de Azcárate F, Quijada J, Gil Y, Torres E, Vela J. 2007. *El alcornoque y el corcho en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Aparicio A, Pérez Porras C, Ceballos G. 2001. *Inventario y caracterización florística de los "bosques isla" de la campiña de Cádiz*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Benito Pando BM. 2009. *Ecoinformática aplicada a la conservación: simulación de efectos del cambio global en la distribución de la Flora de Andalucía*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Bermejo, D., Cáceres, F., Moreira, JM., Montes, JE., Sánchez, S., Laguna, D., Caballo, A., Anaya-Romero, M., Asensio, B. 2011. *Medio siglo de cambios en la evolución de usos del suelo en Andalucía 1956-2007*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Blanca G, Cabezudo B, Hernández-Bermejo JE, Herrera CM, Molero Mesa J, Muñoz J, Valdés B. 1999. *Abies pinsapo*. En: *Libro Rojo de la Flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo I. Especies en peligro de extinción*, pág. 34-38. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Blanca G, Cabezudo B, Hernández-Bermejo JE, Herrera CM, Muñoz J, Valdés B. 2000. *Quercus canariensis*. En: *Libro Rojo de la Flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo II. Especies vulnerables*, pág. 299-302. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Bugalho MN, Caldeira MC, Pereira JS, Aronson J, Pausas JG. 2011. Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Frontiers in Ecology and Environment* 9: 278-286.
- Carrasco A. y cols. 2009. *Procesos de Decaimiento Forestal (la Seca), Situación del Conocimiento*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 112 pp. Córdoba.
- CMA. 1997. *Inventario de hábitats de interés comunitario de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2003. *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible. Agenda 21 Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2004. *Regionalización ecológica de Andalucía y Unidades Ecológicas de Gestión en el marco del Plan Director de la RENPA*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2006. *Estrategia Andaluza de Educación Ambiental*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2008. *Actualización de la valoración económica integral de los sistemas forestales de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2010. *Adecuación del Plan Forestal Andaluz. Horizonte 2015*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2011a. *Estrategia andaluza de gestión integrada de la biodiversidad*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CMA. 2011b. *AN+20. El desafío de la Gestión de los Espacios naturales de Andalucía en un mundo cambiante. Una cuestión de valores*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Díaz M, Pulido FJ. 2009. 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 69 págs.

- Díaz M, Pulido FJ, Marañón T. 2003. Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adhesionados. *Ecosistemas* 3, 10 págs.
- Díaz M, Pulido F J, Pausas J D. 2009. 9330 Alcornocales de *Quercus Suber*. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 58 págs.
- EME, 2011. *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 305 págs.
- Ferrer M, Negro JJ. 2004. The near extinction of two large European predators: super specialists pay a price. *Conservation Biology* 18: 344–349.
- Gil L (editor). 1990. *Los olmos y la grafiosis en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Icona. Madrid.
- González Arenas J. 2008. Evolución del valor económico integral de los sistemas forestales de Andalucía. *9º Congreso Nacional de Medio Ambiente*. Comunicación técnica, 8 págs.
- JA. 2008. *Caracterización socioeconómica de la dehesa de Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla.
- JA. 2010. *Ley para la Dehesa (Ley 7/2010)*. BOJA 144 (23 julio 2010): 6-11.
- Hódar JA, Zamora R. 2004. Herbivory and climatic warming: a Mediterranean outbreaking caterpillar attacks a relict, boreal pine species. *Biodiversity and Conservation* 13: 493–500.
- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123: 1-22.
- Le Quere C et al. 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide, *Nature Geoscience* 2: 831-836.
- Linares JC, Carreira JA. 2006. El pinsapo, abeto endémico andaluz. O, ¿Qué hace un tipo como tú en un sitio como éste? *Ecosistemas* 3, 21 págs.
- Linares R, Rosell J, Palli L, Roqué C. 2002. Afforestation by slope terracing accelerates erosion. A case study in the Barranco de Barcedana (Conca de Tremp, NE Spain). *Environmental Geology*, 42: 11-18
- MEA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: current state and trends*. Report of the Millenium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington.
- Mejías JA, Arroyo J, Marañón T. 2007. Ecology and biogeography of plant communities associated with the post Plio-Pleistocene relict *Rhododendron ponticum* subsp. *baeticum* in southern Spain. *Journal of Biogeography* 34: 456–472.
- Montes C., Carrascal F (coordinadores). 2005. *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto Corredor Verde. La historia de un paisaje emergente*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Moreira JM. 2007. *Mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía. Escala 1/25000. Guía Técnica*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Moreira JM, Quijada J, Ortega E, Romero D, Gil Y. 2008. El proyecto SIOSE en Andalucía. En: Hernández L y Parreño J M (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial (Jornadas Técnicas)*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Págs. 941-953.
- Muñoz-Rojas M, de la Rosa D, Zavala L M, Jordán A, Anaya-Romero M. 2011. Changes in land cover and vegetation carbon stocks in Andalusia, Southern Spain (1956-2007). *Science of the Total Environment* 409: 2796-2806.
- Nora S, Albaladejo RJ, González Martínez SC, Robledo-Arnuncio JJ, Aparicio A. 2011. Movimiento de genes (polen y semillas) en poblaciones fragmentadas de plantas. *Ecosistemas* 20 (2): 35-45.
- Pardos JA. 2010. *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.
- Patterson TM, Coelho DL. 2009. Ecosystem services: foundations, opportunities, and challenges for the forest products sector. *Forest Ecology and Management* 257: 1637-1646.

- Pereira TC, Seabra T, Maciel H, Torres P. 2009. *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990–2007 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Amadora. Portuguese Environmental Agency.
- Pérez Ramos IM, Marañón T. 2009. 9240 Robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*. En: VV.AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 56 págs.
- Quine C, Chalan C, Hester A, Humphrey J, Kirby K, Moffat A, Valatin G. 2011. Woodlands. En: *UK National Ecosystem Assessment. Synthesis of the Key Findings*, Chapter 8, pp. 1-53.
- REDIAM. 2007. *Unidades del Plan Forestal Andaluz 2007, escala 1:25.000*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Rey PJ, Alcántara JM, Fernández JM. 2009. 9320 Bosques de *Olea* y *Ceratonia*. En: VV.AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 66 págs.
- Robledo Arnuncio JJ, Navascués M, González Martínez SC, Gil L. 2009. Introgresión genética en las poblaciones relictas de *Pinus sylvestris* L. var *nevadensis* del Parque Nacional de Sierra Nevada. En: *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2005-2008*, págs. 97-105. OAPN, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Madrid.
- Rodà F, Vayreda J, Ninyerola M. 2009. 9340 Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 94 págs.
- Rubio A. 2009. 9260 Bosques de *Castanea sativa*. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 64 págs.
- Ruiz Benito P, Álvarez-Uría P, Zavala MA. 2009. 9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 112 págs.
- San Miguel A. 1994. *La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- SECF, 2011. *Situación de los bosques y del sector forestal en España. Informe 2010*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Madrid.
- Shvidenko A, Barber CV, Persson R. 2005. Forest and woodland systems. En: *Ecosystems and human well-being: Current state and trends*, Volume 1 (eds R. Hassan, R. Scholes & N. Ash), pp. 585-621. Island Press, Washington.
- Urbietta IR, García LV, Zavala MA, Marañón T. 2011. Mediterranean pine and oak distribution in southern Spain: Is there a mismatch between regeneration and adult distribution? *Journal of Vegetation Science* 22: 18-31.
- Urbietta, I.R., Zavala, M.A. & Marañón, T. 2008. Human and non-human determinants of forest composition in southern Spain: evidence of shifts towards cork oak dominance as a result of management over the past century. *Journal of Biogeography*, **35**(9), 1688-700.
- Vihervaara, P., Rönkä, M., & Walls, M. 2010. Trends in ecosystem service research: early steps and current drivers. *AMBIO*, 39, 314-324.
- VV.AA., 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Weber JL. 2011. *An experimental framework for ecosystem capital accounting in Europe*. European Environment Agency, Technical report, 13/2011, Copenhagen.
- Zhang GH, Nearing MA, Liu BY. 2005. Potential effects of climate change on rainfall erosivity in the Yellow River basin of China. *Transactions of the ASAE* 48: 511–517.
- Zhang W, Ricketts TH, Kremen C, Carney K, Swinton SM. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics* 64: 253-260.

## 12. ANEXOS

Indicadores más robustos para los servicios suministrados por los ecosistemas forestales.

*Anexo I. Indicadores para los servicios de abastecimiento.*

TIPO	SUBTIPO	1.A- Alimentación tradicional	1.B- Alimentación tecnificada	2.-Agua dulce	3.A-Materias primas de origen biológico (tradicional)	3.B-Materias primas de origen biológico (tecnificado)	4.-Materias primas de origen mineral	5.-Energías renovables	6.-Acervo genético	7.-Medicinas naturales y principios activos	SÍNTESIS ABASTECIMIENTO TRADICIONAL	SÍNTESIS ABASTECIMIENTO TECNIFICADO		
I. Bosques y Matorrales mediterráneos		Producción de castaña, piñones y miel		Captación de agua para uso humano (mm)	Producción de corcho (Tm)	Producciones de madera y pasta de papel		Biomasa (ktep/año)*	Regiones de procedencia de recursos forestales: corcho, castaña, piñón y aceituna (olivos silvestres)	Diversidad de plantas con propiedades medicinales (estima de número de especies para cada subtipo)	Abastecimiento de materia prima (corcho, alimentos (castaña, piñón y miel), agua, recursos genéticos y compuesto medicinales.	Abastecimiento de madera, celulosa y energía hidráulica		
	Alcornocal				Producción de corcho (Tm)				Diversidad genética de Q. suber		Producción de corcho (Tm)			
	Castañar	Producción de castaña (Tm)							Diversidad genética de Castanea sativa		Producción de castaña (Tm)			
	Pinar de Pinus pinus	Producción de piñones (Tm)				Producción de madera (m3)			Diversidad genética de Pinus pinus		Producción de piñones (Tm)			
	Pinetar					EC			EC					
	Quejigar de Quercus agrifolia								EC		EC		Ecosistemas conservados que no se explotan para materias primas o alimentos	
	Arbustal											Diversidad genética de Olea europaea	Abastecimiento de agua, recursos genéticos y compuesto medicinales.	
	Sabinares y otras frodoceas													Producción de madera (m3)
	Pinar y otras coiferas						Producción de madera (m3)							Producción de pasta de papel (Tm)
	Bucaloptilos						Producción de pasta de papel (Tm)							Producción de miel (Tm)
Formaciones arbustivas y matorrales	Producción de miel (Tm)													
II. Dehesas	Producción ganadera (Tm)				Producción de corcho (Tm)			Biomasa (ktep/año)*	Razas ganaderas		Producción ganadera (Tm)			
ECOSISTEMA FORESTAL	Producciones de castaña, piñones, miel y ganadería				Producción de corcho (Tm)	Producciones de madera y pasta de papel			Recursos genéticos de variedades forestales y razas ganaderas		Abastecimiento de materia prima (corcho, alimentos (ganado, castaña, piñón y miel), agua, recursos genéticos y compuesto medicinales.	Abastecimiento de madera, celulosa y energía hidráulica		

EC = Ecosistemas conservados que no se explotan para materias primas o alimentos

\* tep = tonelada equivalente de petróleo



**Anexo 2. Indicadores para los servicios de regulación.**

TIPO	SUBTIPO	8.-Regulación climática	9.-Regulación de la calidad del aire	10.-Regulación hídrica	11.-Regulación morfoedimentaria	12.-Formación y fertilidad del suelo	13.-Regulación de las perturbaciones naturales	14.-Control biológico	15.-Polinización	SÍNTESIS REGULACIÓN
I. Bosques y Matorrales mediterráneos										Capacidad del sistema para fijar CO <sub>2</sub> , retener contaminantes del aire, almacenar agua, formar suelo fértil, regular incendios y plagas, y promover la actividad de polinizadores.
	Alcornocal	Capacidad del sistema para almacenar carbono en suelo y vegetación (Tn/ha/año)	Capacidad del sistema para mitigar la contaminación del aire por deposición en las hojas (LAI, índice del área foliar, m <sup>2</sup> hoja / m <sup>2</sup> suelo)	Almacenamiento de agua en el suelo, nieve, recarga de acuíferos (Miles de Min3) y capacidad autodepuradora	Protección frente a la pérdida de suelo / ha * año)	Profundidad del suelo (cm). Estimación de la productividad potencial (Kg/ha)	Regulación de incendios forestales: frecuencia (ha/año) y extensión (ha/año)	Regulación de plagas forestales: frecuencia (nº focos/año) y extensión (ha/año)	Capacidad del sistema para ofrecer hábitat y alimento a polinizadores de plantas cultivadas en zonas adyacentes (nº de colmenas).	
	Castañar									
	Pinar de Pinus pinus									
	Pinajal									
	Quejigar de Quercus canariensis									
	Arbuzchal									
	Encinares y otras frondosas									
	Parrales y otras coníferas									
	Escobillales									
	Formaciones arbustivas y matorrales									
II. Dehesas										
ECOSISTEMA FORESTAL										

**Anexo 3. Indicadores para los servicios culturales.**

TIPO	SUBTIPO	16.-Conocimiento científico	17.-Conocimiento ecológico local	18.-Identidad cultural y sentido de pertenencia	19.-Disfrute espiritual y religioso	20.-Paisaje-Servicio estético	21.-Actividades recreativas y ecoturismo	22.-Educación ambiental	SÍNTESIS CULTURALES RURALES	SÍNTESIS CULTURALES URBANOS
I. Bosques y Matorrales mediterráneos									Los servicios culturales para las poblaciones rurales se reflejan en la artesanía local de la madera, las empresas locales de ganadería ecológica y forestales certificadas, la toponimia local relacionada con el bosque, la selección de ciertos árboles y arboledas por su valor cultural, la localización de lugares de culto en zonas forestales y el interés por los programas de educación ambiental.	Los servicios culturales para las poblaciones urbanas son principalmente los relacionados con las actividades recreativas (uso de alojamientos rurales y senderos), la educación ambiental (centros y programas con temas forestales) y la investigación científica (tesis doctorales, publicaciones).
	Alcornocal	Interés científico: nº de publicaciones sobre los sistemas forestales andaluces	Empresas locales con explotaciones forestales certificadas o ganadería ecológica. Artesanos que trabajan la madera.	Inventario de árboles y arboledas singulares con significado cultural. Número de topónimos relacionados con el bosque y los árboles.	Lugares de culto (ermitas, santuarios, cruces) incluidos en las zonas dominadas por el ecosistema.	Miradores (nº) y senderos (nº y longitud) inventariados en la zona dominada por el ecosistema	Frecuencia de visitantes a las zonas dominadas por el ecosistema (nº / año) y servicios de alojamientos rurales (nº)	Programas de educación ambiental relacionados con los sistemas forestales. Inventario de Centros de educación ambiental en zonas dominadas por sistemas forestales.		
	Castañar									
	Pinar de Pinus pinus									
	Pinajal									
	Quejigar de Quercus canariensis									
	Arbuzchal									
	Encinares y otras frondosas									
	Parrales y otras coníferas									
	Escobillales									
	Formaciones arbustivas y matorrales									
II. Dehesas										
ECOSISTEMA FORESTAL										