

# ambienta

## Montes: nuevos retos, nuevos enfoques



n.º 108  
Septiembre  
2014  
3 €

# Trabajamos en proyectos como Red-ITAA

chil innova Inicio | Documentos | Eventos | Fotos | Noticias | Blogs | Prensa | Ayuda Iniciar Sesión

Red-ITAA European Network of Innovation and Technology in the Agricultural and Food Sectors

HOME  
THE PROJECT  
PARTNERS  
ACTIVITIES  
RESULTS

Los miembros del proyecto

El objetivo general del proyecto es: El desarrollo de un portal de conocimiento para la Agroindustria en los tres países con la tecnología Web 2.0 y su uso como herramienta de apoyo a las organizaciones en este sector, con un enfoque de colaboración.

Mapa Satélite Aliviar

France  
Toulouse  
Marsel  
Andorra  
Zaragoza  
Barcelona  
Espana (Spain)  
Porto  
Portugal

SUDOE  
Programa de Cooperación Territorial  
Programme de Coopération Territoriale

RED-ITAA en imágenes

**Para que nuestro sistema agroalimentario  
y el medio ambiente sean más sostenibles:  
Todo es cuestión de conocimiento.  
Conócelo en**

**<http://www.chil.org/innova/group/red-ita>  
y piensa lo que puedes hacer con él.  
Verás que es mucho**

**ambienta****108 / Septiembre 2014****Edita:**

Secretaría General Técnica  
Ministerio de Agricultura,  
Alimentación y Medio Ambiente

**Directora de la Revista:**

Maribel del Álamo Gómez

**Portada:**

Álvaro López

**Redacción:**

Plaza de San Juan de la Cruz, s/n.  
28071 Madrid  
Tel.: 91 597 67 96

**Consejo Asesor:**

Presidente:  
Adolfo Díaz-Ambrona  
Secretario General Técnico

**Vocales:**

José Abellán Gómez  
Maribel del Álamo Gómez  
Arturo Cortés de la Cruz  
Antonio Gómez Sal  
Esteban Hernández Bermejo  
Carlos Hernández Díaz Ambrona  
Fernando López Ramón  
Eduardo Martínez de Pisón  
Ángel Menéndez Rexach  
Eduardo Moyano Estrada  
Leyre Octavio de Toledo  
Antonio Sáenz de Miera



Depósito Legal: M-22694-2001

ISSN: 1577-9491

NIPO: 280-14-015-8

NIPO WEB: 280-14-014-2

Esta Publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel 100% reciclado.

---

**02** **Escriben en este número de Ambianta...**

---

**04** **La silvicultura y la planificación forestal: nuevos retos, nuevos enfoques**

**Miriam Piqué y Pau Vericat**

---

**20** **Apuntes sobre las nuevas claves para la regulación jurídica de la ordenación de los montes...**

**Blanca Rodríguez-Chaves Mimbreno**

---

**44** **El papel de la caza mayor en la gestión y conservación de los hábitats**

**Ramón Perea**

---

**52** **La función de la ganadería en el mantenimiento y aprovechamiento de los montes mediterráneos**

**Mena, Ruiz, Gutiérrez, Vázquez y Castel**

---

**68** **La gestión cinegética y la conservación de especies**

**Caro, Delibes-Mateos y Arroyo**

---

**80** **La gestión forestal frente a un nuevo contexto energético**

**Luis Fernández del Pozo**

---

**94** **Dehesas de encinas: el árbol que modeló el sistema...**

**Fernández Rebollo, Carbonero, García Moreno y Leal**

---

**106** **Gotilwa +: una herramienta para optimizar la gestión forestal adaptada al cambio climático**

**Nadal-Sala, Sabaté y Gracia**

---





**Beatriz Arroyo**

Doctora en Zoología por la Universidad de Oxford (Reino Unido), es Científico Titular del CSIC en el IREC desde 2006, adonde llegó después de trabajar seis años en el Centre of Ecology and Hydrology (Banchory, Escocia), y cuatro en el Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CNRS, Francia). Sus líneas de investigación tienen el objetivo general de contribuir a la compatibilización de las actividades humanas y la conservación de la fauna, a través de estudios de ecología aplicada, y estudios multidisciplinarios que integren los aspectos sociales y económicos asociados a la conservación del medio natural.



**Jesús Caro**

Doctor por la Universidad de Granada, ha realizado su tesis doctoral sobre la ecología y conservación del águila perdicera (*Aquila fasciata*) en el sur ibérico, estudiando diferentes aspectos de la población dispersante y reproductora. En la actualidad es investigador postdoctoral del IREC (CSIC-UCLM-JCCLM) y en los últimos años su actividad investigadora ha estado centrada en el estudio de conflictos entre la caza y conservación de fauna. Principalmente investiga los efectos de la caza y su manejo en las especies cinegéticas, como aves esteparias y carnívoros, y cómo las decisiones de regulación de la presión cinegética afectan a las especies de caza menor.



**José Mª Castel Genís**

Profesor jubilado de Producción Animal del Departamento de

Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla. Doctor Ingeniero Agrónomo.

**Líneas de investigación:** Caracterización y análisis técnico económico de sistemas ganaderos, especialmente los basados en el pastoreo en el que participan animales de la especie caprina de aptitud lechera. Ha dirigido tres proyectos importantes, uno relativo a la competitividad y gestión de los sistemas productivos caprinos españoles, financiado por el INIA; otro de caracterización y diseño de estrategias de mejora de la cabaña caprina criolla peruana, financiado por la Junta de Andalucía; y otro sobre la promoción de quesos artesanales de la cuenca mediterránea, financiado con fondos FEDER (UE).



**Miguel Delibes-Mateos**

Investigador postdoctoral en el IREC. Sus investigaciones pretenden integrar aproximaciones desarrolladas por diferentes disciplinas (ecológicas, sociales y económicas) para comprender mejor las relaciones entre la conservación de la biodiversidad y otras actividades humanas que hacen usos de los recursos naturales, como la caza.



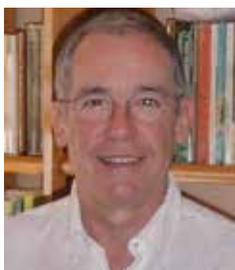
**Luis Fernández del Pozo**

Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de Salamanca (1995). Máster en Gestión de Energías Renovables y Máster en Agroecología para la Sustentabilidad Rural. Ha dado cursos sobre conservación y aprovechamiento forestal y sobre Energías Renovables. Como Consultor en Medio Ambiente, ha participado en informes de evaluación de empresas energéticas (SUSTENTIA S.L.), en asesoramiento a PYMES artesanas (FUNDESARTE) y en planes de ordenación forestal de montes de titularidad privada. En Bolivia (2004-2008) trabajó para el Parque Nacional Madidi y colaboró en informes sobre cultivos energéticos para ONG locales.



**Pilar Fernández Rebollo**

Doctora Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Córdoba. Profesora Titular del Departamento de Ingeniería Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes de la Universidad de Córdoba. Desde hace más de 15 años viene dedicándose a la docencia de materias relacionadas con la producción y gestión de los pastos, el pastoreo y los sistemas agroforestales. Su actividad investigadora se ha centrado en la interacción pastoreo-vegetación-suelo en áreas naturales y sistemas agroforestales del mediterráneo, prestando especial atención a la dehesa y los olivares adehesados. En los últimos años ha participado y coordinado distintos proyectos relacionados con métodos de control biológico y cultural de la podredumbre radical de los Quercus en la dehesa. Es autora de más de 100 publicaciones en revistas científicas o especializadas así como varios capítulos de libros.



**Carlos A. Gracia**

Doctor en Biología, Profesor Titular de Ecología de la Universidad de Barcelona e investigador del CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals). Sus investigaciones se orientan hacia diversos aspectos relacionados con la estructura y función de los ecosistemas forestales y en particular, los problemas relacionados con la producción primaria, los balances de agua y carbono y el cambio climático. Como miembro del CREAM, ha sido investigador principal en diversos proyectos relacionados con los ecosistemas forestales. Entre 1989 y 1999 dirigió el Inventario Ecológico y Forestal de Cataluña. Algunos de sus trabajos de investigación se han llevado a cabo en ecosistemas de Australia, Bolivia, Argentina o Perú. En la actualidad es investigador Prometeo en la Universidad de Cuenca (Azuay, Ecuador) donde investiga los efectos del cambio climático sobre *Polylepis reticulata*.

ta, una especie de árbol andino que crece por encima de los 4000 m de altitud.

Es miembro de la International Society of Mediterranean Ecosystems (ISOMED), de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, a cuya junta directiva perteneció. Participó, como miembro de la delegación española, en los trabajos de la sexta y séptima reuniones del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) celebradas en Bonn y Marrakesch y ha sido miembro consultor del IPCC.



**Rosario Gutiérrez Peña**

Licenciada en Veterinaria y Máster en Zootecnia y Gestión Sostenible. Alumna de Doctorado del Programa en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural a través de la Universidad de Sevilla. Actualmente desarrolla su actividad como investigadora del Grupo de Investigación AGR 233 Tecnología de la Producción Animal, trabajando en proyectos relacionados con la innovación en los sistemas productivos de caprino, en estrecho contacto con ganaderos y sus asociaciones. Participa en la creación y mejora de herramientas relacionadas con la gestión técnico-económica de explotaciones y el análisis de la sostenibilidad.



**Yolanda Mena Guerrero**

Doctora en Veterinaria y profesora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla. La línea principal de investigación es el estudio y caracterización de los sistemas ganaderos, especialmente aquellos que basan su alimentación en el pastoreo (entre ellos la ganadería ecológica), y la mejora de la de la sostenibilidad de dichos sistemas mediante el uso de indicadores económicos, sociales y ambientales. Ha participado en proyectos de investigación de convocatoria europea,

nacional y autonómica y en contratos Universidad-Empresa, desarrollando diferentes metodologías y generando información sobre la sostenibilidad de los sistemas ganaderos. Asimismo mantiene una estrecha relación con organizaciones sectoriales y asociaciones de productores.



### Daniel Nadal i Sala

Licenciado en Biología, Máster en Ecología Fundamental y Aplicada por la Universidad de Barcelona y la Universidad de Girona. Investigador predoctoral en la Universidad de Barcelona bajo la codirección de los doctores Carlos A. Gracia y Santiago Sabaté, ha trabajado los últimos cuatro años en la modelización de los efectos del cambio climático sobre los bosques españoles, así como en la evaluación de estrategias de gestión forestal para hacer frente al cambio global. Ha participado en proyectos tanto a nivel regional (Sylvamed), como nacional (MONTES-CONSOLIDER, MedFORESTREAM) e internacional (DemORGEST, CLIMSAVE) como desarrollador de software con el modelo GOTILWA+, investigador asociado y técnico superior.



### Ramón Perea García-Calvo

Doctor Ingeniero de Montes y Licenciado en Ciencias Ambientales. Master en Restauración de Ecosistemas. Actualmente es investigador Marie Curie de la Universidad de Stanford, California (EE.UU) y la Universidad Politécnica de Madrid. Sus líneas principales de investigación están centradas en las interacciones entre plantas y animales (herbivoría, dispersión de semillas, granivoría, comportamiento animal) y en la conservación y gestión de especies animales y vegetales con el fin de entender mejor el proceso de la regeneración natural y su posible aplicación a la gestión integral del ecosistema. Es autor de 3 libros, 17 capítulos de libro y más de 50 artículos científicos y de divulgación. Ha llevado a cabo estancias de investigación en 4 centros

extranjeros así como en la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Ha recibido varios premios por su tesis doctoral (Premio Extraordinario y Premio de la Asociación Española de Ecología Terrestre) así como por la divulgación científica en la Universidad Politécnica de Madrid.



### Míriam Piqué Nicolau

Doctora Ingeniera de Montes, responsable del Área de Gestión Forestal Sostenible del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya CTFC. Experiencia durante más de 17 años en coordinación y participación en proyectos sobre dinámica forestal, gestión forestal adaptativa, planificación multifuncional de espacios forestales e integración del riesgo de grandes incendios forestales en la gestión del territorio, en el contexto de cambio global actual. Participación y coordinación de seminarios científicos, cursos y jornadas en relación a los temas citados. Profesora de dasometría e inventarios forestales de la Universidad de Lleida, durante 10 años. Autora o coautora de más de 80 publicaciones. Miembro del Comité asesor de la Fundación de Ecología del Fuego y Gestión de Incendios Pau Costa Alcubierre, desde 2003. Miembro de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Ciencias Forestales desde 2013.



### Blanca Rodríguez-Chaves Mimbrero

Profesora contratada doctora de Derecho Administrativo de la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente adscrita al departamento de Derecho Público y Filosofía Jurídica. Coordinadora Practicum Master en Gobernanza y Derechos Humanos en la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid. Sus principales líneas de investigación, respecto de las cuales cuenta con diversas publicaciones son: Relaciones entre la ordenación del territorio, urbanismo y medio

ambiente, la protección de los recursos naturales, especialmente montes y aguas. Los enclaves de propiedad particular en la zona marítimo-terrestre; Procedimiento administrativo; Derecho de organización general y aplicado a diferentes sectores



### Francisco de Asís Ruiz

Ingeniero Técnico Agrícola, Licenciado en Ciencias Ambientales, Master en Zootecnia y Gestión Sostenible y Doctor en Ciencias. Actualmente Técnico Especialista en Investigación y Transferencia del Área de Economía y Sociología Agrarias del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria (IFAPA). Su experiencia investigadora se centra dos temáticas: la Gestión sostenible de sistemas ganaderos y la Comercialización de productos de origen animal. Este trabajo lo ha desarrollado en diferentes centros de investigación y universidades, como la Universidad de Sevilla (España), la Agencia para la Investigación Agraria de Cerdeña (Italia), y el Instituto Francés de Ganadería (Francia) y en su actual centro de investigación. Actualmente, además ejerciendo de representante de la Asociación Internacional de Caprino (IGA) en España.



### Dr. Santiago Sabaté Jorba

Biólogo. Profesor Titular de Universidad del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona e investigador del CREA (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals). Especializado en ecología forestal. Su actividad de investigación y docencia se centra en el estudio de la estructura y función de los ecosistemas, los balances de carbono, agua y nutrientes, así como en el estudio de las respuestas ecofisiológicas de los bosques al cambio climático, la sequía, los incendios y la gestión. Esta actividad la realiza en trabajos experimentales y de modelización. Es coautor de GOTILWA+ (<http://www.creaf.uab>).

cat/gotilwa+). Imparte docencia en el ámbito de la Ecología en los grados de Biología y Ciencias Ambientales de la Universidad de Barcelona, así como de asignaturas de Gestión Forestal. También en materias relacionadas participa en el Máster de Ecología, Gestión y Restauración del Medio Natural, que se imparte en la Universidad de Barcelona. Ha participado en 42 proyectos de investigación competitivos, europeos, estatales y nacionales.



### Marta Vázquez Arias

Licenciada en veterinaria, Posgrado de nutrición animal y actualmente realizando un Master en Zootecnia y gestión sostenible. Durante seis años, responsable de un proyecto para el fomento de la ganadería extensiva y tradicional dentro del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada, a través de la empresa pública Tragsatec. En él se llevó a cabo el seguimiento y estudio de los censos y de las cargas ganaderas, los estados sanitarios, las infraestructuras ganaderas y las razas autóctonas. Asimismo, se realizaron encuestas para caracterizar mejor su ganadería y conocer la opinión y necesidades de los ganaderos de Sierra Nevada. Todo ello con el objeto de elaborar finalmente el plan sectorial para la gestión de la ganadería extensiva de este espacio natural, pendiente ahora de aprobación.

### Pau Vericat



Ingeniero de Montes y Máster en Investigación de sistemas forestales, trabajando en desarrollo e innovación en el Área de Gestión Forestal Sostenible del Centro Tecnológico Forestal de Cataluña. Experiencia durante más de 10 años en el desarrollo de herramientas para la gestión y planificación forestal en ecosistemas mediterráneos, especialmente clasificaciones de tipologías forestales, orientaciones de gestión forestal y modelos selvícolas. Participación y coordinación de seminarios, cursos y jornadas en relación a los temas citados y autor o coautor de diversas publicaciones.

# La silvicultura y la planificación forestal: nuevos retos, nuevos enfoques

Miriam Piqué Nicolau y Pau Vericat Grau

Área de Gestión Forestal Sostenible. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña

## RETOS DE LA GESTIÓN FORESTAL EN EL SIGLO XXI

En las últimas décadas la gestión forestal en Europa se ha desarrollado en un entorno de rápida evolución de la sociedad, con una demanda explícita de sostenibilidad y multifuncionalidad, a la vez que una fuerte toma de conciencia sobre el contexto de cambio global y sus posibles efectos sobre los bosques.

Esta realidad ha forzado a abordar un nuevo enfoque de los principios y objetivos de la silvicultura y la planificación forestal respecto a cómo fue aplicada hasta los años 80.

### El reto de la sostenibilidad: ser (y parecer) sostenibles

Por gestión forestal se entiende el conjunto de actuaciones que el hombre realiza sobre el sistema forestal con uno o varios objetivos concretos (González *et al.*, 2011). A tenor de esta definición, un aprovechamiento intensivo y desordenado de los recursos forestales podría considerarse también “gestión forestal”. ¿Qué diferencias existen pues entre la gestión (a secas) y la gestión forestal sostenible?

El principio de sostenibilidad tiene un evidente origen forestal. Hace casi 300 años, en 1713,

von Karlowitz lo definía por primera vez como *Nachhaltigkeit* en alemán y supuso el fundamento teórico para el arranque de la ciencia y gestión forestal moderna. Definido como el uso de los recursos forestales de tal manera que no consuma ni condicione los derechos de las futuras generaciones, constituyó sin duda una de las más preclaras contribuciones de la Ilustración europea al progreso de la Humanidad (Schmithuesen y Rojas, 2013).

La sostenibilidad en la gestión de los bosques europeos se abordó en la segunda Conferencia Ministerial sobre la Protección de los Bosques en Europa de Helsinki (1993), en que se definió la gestión forestal sostenible como “*la administración y uso de los bosques y tierras forestales de forma e intensidad tales que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a escala local, nacional y global, y que no causan daño a otros ecosistemas*”.

A partir de esta conferencia, se inició un proceso de definición de los criterios e indicadores que deben cumplir los bosques para asegurar una gestión forestal sostenible en Europa (“Proceso de Helsinki”). Los seis criterios finalmente definidos en la Conferencia de Lisboa (1998) fueron:



Abetal de Riu de Cerdanya (Girona). Una gestió forestal realitzada des de fa un segle i que coincideix amb el concepte actual de gestió sostenible ha donat lloc a un extens abetal de gran valor des del punt de vista econòmic, ambiental i social.

- Mantenimiento y correcto aumento de los recursos forestales y de su contribución al ciclo del carbono.
- Mantenimiento de la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales.
- Mantenimiento y fomento de las funciones productivas de los montes (maderables y no maderables).
- Mantenimiento, conservación y aumento correcto de la biodiversidad biológica en los ecosistemas forestales
- Mantenimiento, conservación y aumento correcto de las funciones protectoras en la gestión forestal (especialmente sobre el suelo y el agua).
- Mantenimiento de otras condiciones y funciones socioeconómicas.
- Funciones económicas. Engloban la producción de bienes que en ese momento tienen un precio de mercado que responde a una valoración económica tradicional. Como ejemplos de estos productos, en la actualidad, se pueden citar en la actualidad la madera, corcho, leñas y carbón, pastos, setas, piñón, piezas de caza, etc.
- Funciones ambientales. Recogen, por una parte, las funciones que tienen carácter de bien público de uso indirecto: regulación del régimen hídrico, atenuación de los procesos erosivos, fijación de CO<sub>2</sub>, reserva de biodiversidad, etc. Por otro lado, agrupa los elementos que se asimilan a bienes públicos de no-uso: valores de existencia, de opción, de donación y de legado.
- Funciones sociales. Reflejan aquellos bienes que proporcionan amenidad directa y que se asimilan a bienes públicos de uso y disfrute (uso indirecto): paisaje y entorno para la actividad recreativa.

A nivel global, en la Conferencia Internacional sobre Criterios e Indicadores de la Gestión Forestal Sostenible, auspiciada por la FAO en 2003, con el objetivo de armonizar las distintas iniciativas regionales de gestión forestal sostenible, se añadió un séptimo criterio referente al contexto legal, político e institucional de la gestión forestal.

Actualmente, cada país (y región en su caso) debe avanzar hacia el cumplimiento de estos criterios para la gestión forestal sostenible mediante medidas políticas y legislativas. Por otra parte, se han implementado en los últimos años iniciativas de certificación de la gestión forestal sostenible, con estándares de seguimiento voluntario, como pueden ser los sistemas de certificación FSC o PEFC.

### Bosques más multifuncionales

La multifuncionalidad de los bosques es la prestación simultánea de diferentes funciones (bienes y servicios) a la sociedad. Las distintas prestaciones de los bosques pueden agruparse en (González *et al* 2011):

En España, la diversidad de formaciones forestales y de condiciones geográficas y culturales hace que la multifuncionalidad de los montes sea especialmente elevada.

Tradicionalmente, se ha venido atribuyendo a la gestión forestal un carácter “monofuncional” basado en el objetivo preferente de producción maderera, y que respondía, no lo olvidemos, a las necesidades sociales de los momentos pasados. No obstante, lo cierto es que en su aplicación a los montes españoles desde mediados del S. XIX, la selvicultura incorporó, implícita o explícitamente, un importante grado de multifuncionalidad. Tal es el caso de la selvicultura para lograr cubiertas arboladas más densas y estables, más productivas, pero que también proporcionaban una mejor regulación hidrológica, o la restauración de sistemas de forestales muy degradados mediante reforestaciones y acotados al pastoreo, que incidían en las funciones productivas a largo plazo, pero a corto plazo potenciaron las funciones ambientales: regulación hidrológica, atenuación de la erosión, biodiversidad.



Así, muchos de los Espacios Naturales Protegidos declarados durante el último cuarto del S. XX y muchos de los espacios donde se asientan actualmente poblaciones de fauna protegida, se sitúan en áreas forestales con montes ordenados desde antiguo donde se aplicó una selvicultura con objetivo preferente productivo. Sirvan como ejemplos los Pirineos, las Sierras de Cazorla y Segura, Serranía de Cuenca, Sistema Central, Serranías de Cádiz y Málaga, etc.

En la actualidad, el reconocimiento del papel multifuncional de los espacios forestales y una gestión que lo potencie es clave para una gestión socialmente aceptada y que en muchos casos será también la más eficiente desde el punto de vista técnico-económico.

### Adaptación al cambio global

El cambio global está integrado por una serie de componentes, fuertemente interrelacionados, que en última instancia son atribuibles a la actividad humana. Entre estos componentes destacan los cambios climáticos, cambios en la composición atmosférica y en los ciclos biogeoquímicos, cambios en la gestión y usos del suelo y, finalmente, cambios biogeográficos de distribución de organismos. De todos ellos, sin duda el cambio climático ha sido el aspecto más estudiado y el que más preocupación genera debido a la magnitud de sus posibles efectos.

Los efectos previsibles del cambio global sobre los sistemas forestales son muy variables de-

Bosque mixto de alta montaña en el Val d'Aran (Lleida). Ejemplo de multifuncionalidad en que se generan diferentes funciones económicas (madera y leñas), ambientales (biodiversidad, regulación hidrológica en cabeceras) y sociales (paisaje).

pendiendo de la zona geográfica. A nivel mundial cabe destacar (IPCC, 2007):

- Cambios en las áreas de distribución de las especies. Redistribuciones de bioma (e. g. expansión del bosque templado en el área boreal), extinciones, desaparición de determinados tipos de bosque (e. g. bosques de montaña en áreas tropicales y subtropicales).
- Cambios en la composición específica, estructura y funcionamiento de las biocenosis, afectando a la biodiversidad forestal.
- Cambios en los regímenes de perturbaciones: variación en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos, fuego o perturbaciones bióticas (plagas y enfermedades).
- Cambios en la productividad forestal: aumento de la productividad en zonas donde actualmente el frío es la principal restricción y donde no habrá reducción de pluviometría (e. g. bosque boreal). Descenso de la producción en zonas donde actualmente la disponibilidad hídrica es la principal restricción y donde habrá reducción de la pluviometría (e. g. área mediterránea).
- Decaimiento del bosque en las áreas donde las condiciones climáticas empeoran, aún dentro del rango de tolerancia de las especies (e. g. Amazonia, Mediterráneo).

Los sistemas forestales mediterráneos, situados en una zona de transición climática, se encuentran especialmente amenazados a causa del cambio global (IPCC, 2007; EEA, 2008). Entre las principales amenazas destacan los decaimientos y mortalidad por estrés hídrico, incremento de incendios forestales, problemas de regeneración de los bosques y el incremento de problemas debidos a plagas y enfermedades (Regato, 2008; Serrada *et al.*, 2011).

Los sistemas forestales mediterráneos presentan diferentes características en función de su situación y especies principales que los compo-

nen, pero en cualquier caso la mayoría de ellos se caracterizan por:

- Una gran diversidad biológica y riqueza de especies de flora y fauna.
- Una gran variedad de estaciones forestales, debido a la diversidad climática, edáfica y fisiográfica del territorio. Las estaciones forestales, en el contexto mediterráneo, condicionan extremadamente la composición específica de los montes a nivel de rodal, así como su estado vegetativo, crecimiento y riqueza biológica, entre otros. Por ello, deberán tenerse muy en cuenta en la toma de decisiones sobre la gestión forestal.
- Una historia de usos intensa y diversa, al ser ecosistemas muy antropizados.
- Una gran multifuncionalidad, ofreciendo bienes y funciones como la producción de madera y productos forestales no madereros, biodiversidad, valor medioambiental, recreo, paisaje, etc.
- Una elevada vulnerabilidad a perturbaciones, principalmente incendios forestales, y a condiciones de estrés hídrico, que seguramente se agravarán en el actual contexto de cambio global.

Los sistemas forestales se adaptarán a las nuevas condiciones, como ya hicieron en el pasado, aunque ello implicará profundos cambios en la cubierta vegetal en cuanto a tipo, composición específica y estructuras. No obstante, la sociedad es hoy muy dependiente de las funciones (bienes y servicios) ofrecidos por los ecosistemas forestales tal como son ahora. El nivel de prestación de estas funciones puede verse seriamente amenazado según sean los cambios de la cubierta vegetal ante las nuevas condiciones.

De ahí la importancia de gestionar el cambio para reducir los impactos negativos del cambio global sobre las funciones que prestan nuestros bosques y que la adaptación de la sociedad a



los nuevos escenarios pueda hacerse de la manera menos traumática posible.

## NUEVOS ENFOQUES EN LA GESTIÓN

Desde mediados de la década de los 90, se vienen implantando en España una serie de nuevos planteamientos y enfoques de la gestión forestal que dan respuesta a los retos antes planteados. Estas tendencias, que sin duda continuarán en los próximos años, se concretan en los siguientes aspectos.

### Sostenibilidad

#### a) *Silvicultura y planificación*

La silvicultura es la herramienta fundamental de gestión, ya que la mayor parte de las actuaciones en el ámbito forestal requerirán la utilización de técnicas selvícolas como son claras, entresacas, cortas de regeneración, desbroces

y rozas de matorral, reforestaciones, quemas prescritas, etc.

En la actualidad, se define la silvicultura como “una ciencia aplicada que rige el manejo ecológicamente sostenible de los ecosistemas forestales para la satisfacción de las demandas de la sociedad (bienes y servicios). Para conseguir estos objetivos, la silvicultura diseña tratamientos ecológicamente sostenibles, abiertos al ejercicio de otras opciones por las generaciones venideras” (Grupo IUFRO S6.04-06, en Serrada, 2002).

De la propia definición de silvicultura se infiere que esta es intrínsecamente sostenible. Pero más allá de la silvicultura, la gestión, para ser sostenible, debe estar planificada. La gestión de un espacio forestal requiere la consideración simultánea de una serie de aspectos de distinta importancia, dimensión y escala temporal: usos y funciones, objetivos del gestor, legislación, mercados, infraestructuras, técnicas, personal, etc. La organización coherente de todos estos

El cambio de usos es uno de los componentes más importantes del cambio global en el ámbito mediterráneo. El abandono de la gestión da lugar a bosques más vulnerables a perturbaciones, más débiles, menos vitales, más susceptibles a incendios y menos productivos en términos económicos.

aspectos para alcanzar los objetivos perseguidos es compleja, y debe realizarse mediante la planificación (González *et al.*, 2011).

*b) Buenas Prácticas Forestales (BPF) y certificación*

Una gestión forestal sostenible debe considerar, además del cumplimiento de la legislación vigente, un conjunto de buenas prácticas a diferentes niveles, especialmente en la ejecución de los trabajos: conservación de hábitats, fauna y flora, prevención y reducción de daños al suelo y a las infraestructuras viarias, prevención de incendios, gestión de residuos forestales y no forestales, etc. La recopilación de estas medidas en códigos de Buenas Prácticas Forestales, trasladables o su definición en los correspondientes Pliegos de Condiciones Técnicas de Ejecución permite mejorar la sostenibilidad de la gestión.

Por otra parte, la certificación de la gestión forestal sostenible significa que una tercera parte independiente garantiza que la gestión en un

monte, que ha obtenido la condición de certificado, es acorde a unos criterios e indicadores de Sostenibilidad Forestal, y por tanto sus productos generados de forma sostenible.

*c) Sostenibilidad económica de la gestión*

No es posible desligar sostenibilidad de la economía. Teniendo en cuenta que la gestión de muchos montes es deficitaria en términos de valor de mercado, la implantación de herramientas, procedimientos y capacidades que hagan más eficientes los trabajos relacionados con la gestión es clave, como por ejemplo: nuevas técnicas de inventario forestal, modelos selvícolas y orientaciones de gestión, herramientas de apoyo a la toma de decisión, mayor tecnificación y formación por parte de las empresas ejecutoras de trabajos, entre otros.

*d) Modernización del sector forestal*

Debe incidirse en una mayor exigencia de profesionalidad, calidad y credibilidad de toda

La implantación de sistemas de certificación forestal, que garantizan la sostenibilidad de la gestión, y de sistemas de calidad y trazabilidad por parte de las empresas ejecutoras de trabajos y transformadoras de los productos forestales es una tendencia sin vuelta atrás.



la cadena productiva forestal, que incluye la planificación y gestión (aprovechamientos), la transformación y la comercialización. La implantación de sistemas de certificación forestal, que garantizan la sostenibilidad de la gestión, y de sistemas de calidad y trazabilidad por parte de las empresas ejecutoras de trabajos y transformadoras de los productos forestales es una tendencia sin vuelta atrás.

A nivel europeo, iniciativas como el Reglamento de la Madera de la Unión Europea (EUTR) (Reglamento (UE) N° 995/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 Octubre 2010) aplicable a partir del 3 Marzo 2013, inciden en el control del mercado europeo de madera, estableciendo una serie de requisitos que las empresas de la UE deben cumplir para minimizar el riesgo de comercializar madera ilegal (sistema de diligencia debida).

## Multifuncionalidad: ¿Cómo integrar la multifuncionalidad en la gestión?

### a) *Correcta elección de objetivos*

Es evidente qué, en un mismo rodal forestal (en general unas pocas ha) no se pueden dar todas las funciones simultáneamente y al máximo nivel. Por eso, a la hora de gestionar, hay que priorizar una función o algunas pocas, garantizando un nivel adecuado del resto.

La verdadera multifuncionalidad se alcanza a una escala superior a la de la unidad de gestión o rodal, y nace de la asignación de diferentes objetivos a los diferentes rodales o unidades de gestión, de acuerdo a sus características y restricciones. Esta visión global a escala monte, de suma importancia, se aborda en la planificación

Robledal con adhesado suave para producción ganadera extensiva en terrenos de poca pendiente y bien insolados. El éxito y la eficiencia de la gestión dependen de una elección adecuada de los objetivos, que tienen que ajustarse a las diferentes vocaciones de cada uno de los rodales.



El éxito y la eficiencia de la gestión dependerán, en primer término, de una elección adecuada de los objetivos, que tienen que ajustarse a las diferentes vocaciones de cada uno de los rodales. En segundo lugar, es necesario emplear modelos silvícolas concebidos específicamente para lograr de la manera más eficiente posible un determinado objetivo preferente, considerando un grado notable de cumplimiento de otras funciones y un importante componente adaptativo.

#### b) Modelos y técnicas selvícolas adecuados al objetivo

La selvicultura con objetivo preferente productor, en la actualidad, se nutre de siglos de experiencia y conocimientos acumulados. Existe actualmente un amplio abanico de técnicas que es necesario en muchos casos evaluar y ajustar a las condiciones ibéricas. Por otra parte, la propuesta de nuevos modelos y variantes ajustados a las características de los distintos tipos de formaciones forestales permite potenciar los aspectos de multifuncionalidad tan característicos de nuestros bosques.

Más allá de la producción maderera, la selvicultura puede tener como objetivo otros productos no madereros. Los casos más conocidos son el corcho o el piñón, para los que se han planteado modelos selvícolas específicos. Más recientemente, se han desarrollado propuestas de selvicultura micológica o trufera. Por otra parte, existen modelos selvícolas con objetivo preferente de mejora del hábitat y protección de la biodiversidad, protección física (estabilización de pendientes, erosión, etc.). En definitiva, la selvicultura ofrece variadas opciones técnicas para adecuar la gestión a uno o varios objetivos. Es preciso explorar las grandes posibilidades que ofrece, superando el marco de selvicultura simplificada del pasado.

Por otra parte, la integración del fuego, como principal perturbación que afecta los espacios forestales mediterráneos, es de suma importancia a la hora de abordar la gestión forestal, desa-

rollando modelos de gestión que combinen el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las masas forestales a los grandes incendios forestales junto con objetivos productivos u otros (Piqué *et al.*, 2011).

### Adaptación al cambio global

Las dos estrategias principales de respuesta al cambio global son la mitigación y la adaptación (IPCC, 2007). Numerosas prácticas de gestión forestal se alinean con estas dos estrategias.

La **mitigación** trata de reducir la magnitud del cambio, actuando sobre las principales causas (por ejemplo, fijando más carbono atmosférico). Entre las prácticas de gestión forestal centradas en la mitigación, pueden citarse:

- Prácticas destinadas a incrementar la superficie forestal, como aforestaciones y reforestaciones, o densificación de masas abiertas, etc.
- Prácticas destinadas a incrementar la vitalidad y estabilidad de los bosques, incrementando su capacidad de fijar carbono, etc.

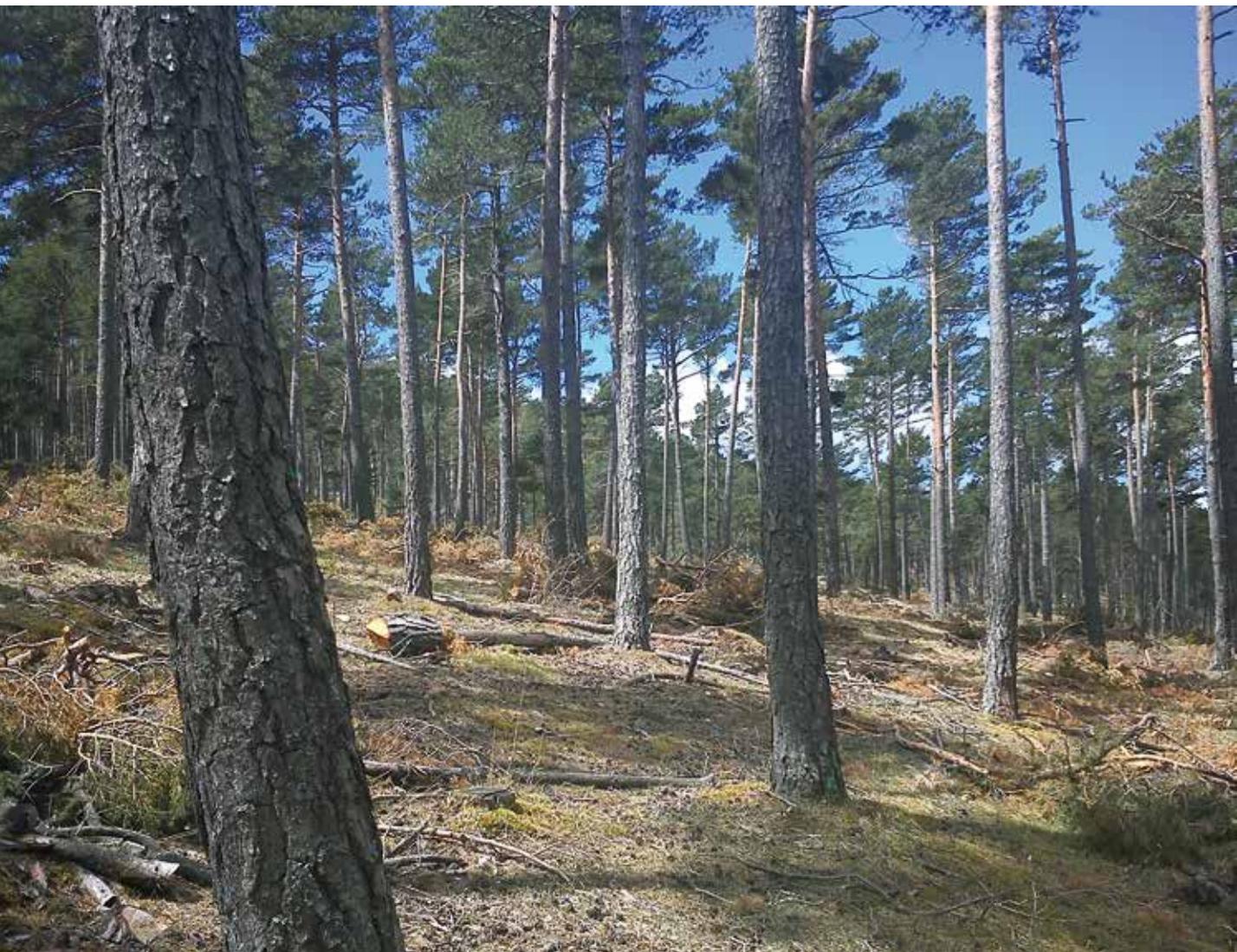
Por su parte, la **adaptación** trata de minimizar los impactos negativos del cambio sobre los sistemas forestales y sus funciones. Entre las prácticas de gestión forestal centradas en la adaptación se proponen:

- Fomento de la heterogeneidad espacial en especies y estructuras para incrementar la resistencia y resiliencia a incendios y plagas.
- Tratamientos de prevención de incendios, incluyendo uso del fuego prescrito y gestión de áreas estratégicas para incrementar la resistencia de los espacios forestales a los incendios.

De entre las principales actuaciones para la adaptación al cambio climático en los sistemas forestales españoles podríamos citar (Serrada *et al.* 2011, Vericat *et al.* 2012):



Silvicultura de árbol para producción de madera de calidad de cerezo silvestre (el Montnegre, Barcelona). Existen numerosas técnicas selvícolas que pueden utilizarse en las condiciones ibéricas.



Regeneración por aclareo sucesivo uniforme en un bosque de pino silvestre (El Solsonès, Lleida). Esta técnica, conocida y aplicada desde antiguo para regenerar bosques de coníferas de montaña es especialmente adecuada para las condiciones mediterráneas de su distribución y en el contexto actual de cambio climático.

- Mejora de la vitalidad de las masas, generar masas más vigorosas y más funcionales. Incrementar su resistencia y resiliencia a perturbaciones (como sequías o incendios) mediante tratamientos de reducción de la competencia, principalmente claras y resalveos.
- Adaptaciones en las actuaciones de regeneración, fomentando la regeneración natural de manera sinérgica con la mejora de la vitalidad para una adecuada producción de semilla.
- Reducción de la vulnerabilidad a los grandes incendios forestales. Generación de estructu-

ras que limiten la vulnerabilidad de las masas a generar incendios que propaguen por la copas, ya sea mediante tratamientos convencionales o mediante gestión del mismo fuego (quemadas prescritas, incendios de baja intensidad). Las medidas a escala de paisaje son en este caso de gran importancia ya que permiten conformar paisajes “inteligentes al fuego”, con estructuras de bosque y patrones espaciales de distribución que contribuyan a dificultar la propagación de los fuegos y facilitar la extinción.

- Fomento de la heterogeneidad, tanto a nivel de rodal (en especies y estructuras) como a nivel de paisaje, manteniendo un mosaico



Quema prescrita. Se reproducen las condiciones de un fuego de baja intensidad que controla el estrato arbustivo y herbáceo sin afectar al arbóreo, generando una estructura de baja vulnerabilidad a los Grandes Incendios Forestales.

de rodales de diferentes tipos, especies y estructuras.

- Facilitación de la adaptación genética, garantizando la diversidad y el flujo genético. A escala de rodal, mantener la heterogeneidad fenotípica. A escala de paisaje se incidirá en conectividad y en la conservación de 'reservas genéticas' (enclaves aislados o poblaciones marginales y disjuntas dentro de las áreas de distribución de una especie).
- Mejora de la calidad del hábitat y la función de conservación de la biodiversidad. Los espacios forestales constituyen un importante reservorio de biodiversidad, especialmente en ambientes mediterráneos o de transición. El adecuado mantenimiento del complejo biológico asociado a estos bosques constituye en sí mismo una medida de adaptación.

En cualquier caso, el proceso de cambio climático en que nos encontramos inmersos comportará una evolución previsible hacia condiciones ambientales en general más restrictivas para el crecimiento del bosque, y un incremento notable del riesgo de incendio. En este contexto, la elección de objetivos deberá ser más cuidadosa que nunca, y ajustarse a la capacidad productiva (calidad de estación) de la unidad de gestión, incluso considerando un margen razonable de seguridad. Hará falta también integrar el riesgo de incendio y dirigir adecuadamente las dinámicas de las diferentes especies presentes.

Los bosques en Europa se han gestionado intensivamente durante siglos y, por lo tanto, se dispone de un abanico de opciones de gestión y de toda una ciencia, la silvicultura, que pueden ser utilizadas para adaptarlos al cambio global (Alcamo *et al.*, 2007). A pesar de esto, todos los actores implicados en la gestión forestal tienen que asumir y aceptar la incertidumbre en el futuro, puesto que nos adentramos en un periodo de tiempo con pocas analogías donde, inevitablemente, habrá sorpresas (Stephens *et al.*, 2010).

## La gestión adaptativa

Gestión que puede definirse como "un enfoque dinámico de la gestión en la que los efectos de tratamientos y decisiones son continuamente monitoreados y se utilizan, junto con los resultados de la investigación, para modificar la gestión de forma continua y así asegurar que los objetivos se están cumpliendo (Helms, 1998), la gestión adaptativa integra los preceptos de la gestión forestal sostenible y permite, en cada decisión, dejar puertas abiertas para otras opciones futuras, entendiendo que la gestión dependerá en cada momento de las necesidades sociales.

La gestión adaptativa supone un enfoque flexible y que permite aunar sostenibilidad, multifuncionalidad y adaptación al cambio global.

## NUEVOS ENFOQUES EN LA PLANIFICACIÓN FORESTAL

### Avanzando en la planificación estratégica y táctica

La planificación de la gestión de los espacios forestales se inicia en España a partir de mediados del S. XIX y se ha basado principalmente en Proyectos de Ordenación de Montes Arbolados, es decir, a escala operativa.

Por encima de este nivel, se ha incidido durante la última década fundamentalmente, en el desarrollo de una planificación forestal estratégica, aquella de ámbito nacional o autonómico, y una planificación de escala táctica, de ámbito comarcal o subregional y que corresponde en España a los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales.

En la actualidad puede afirmarse que la planificación forestal estratégica y táctica se encuentra en una fase exploratoria y de ajuste de modelos de planificación y metodologías. Es muy necesario avanzar en el establecimiento de esta estructura de planificación superior al nivel de monte.



Monte bajo de *Quercus pubescens* donde se ha aplicado un resalveo de conversión (Pallars Jussà, Lleida). Las claras y resalveos son tratamientos muy útiles para mejorar la resistencia y resiliencia de los bosques frente al cambio climático.

Una planificación estratégica y táctica adecuada permitirá coordinar los diferentes usos y funciones, generar dinámicas de escala en lo tocante a producciones forestales, detectar y abordar

prioridades de inversión pública y establecer una serie de directrices (orientaciones, normas técnicas, protocolos, etc.) que se trasladan directamente a la planificación a escala monte.

### **La planificación a escala monte: más flexibilidad, más eficiencia**

Durante los últimos años se ha producido un cambio radical en la concepción de la ordenación y planificación de los recursos forestales. De la organización de la regeneración y de un recurso preferente (madera), se ha pasado, en la primera década del s. XXI, a una planificación forestal que requiere:

- Una gestión ecosistémica y adaptativa, que considera las dinámicas de la vegetación y que rehúye los esquemas a largo plazo.
- Integración real en la planificación de muchos otros aspectos y figuras legales conservación de biodiversidad, calidad del paisaje, protección contra incendios, etc., que conllevan en muchos casos una planificación propia que es necesario integrar en la planificación a escala monte.
- Consideración de la multifuncionalidad, característica de los sistemas forestales de nuestro país, tanto en bienes como en servicios.
- Nueva consideración de los aspectos productivos, con una demanda de productos forestales distinta y renovada: caza, setas, pastos, etc. La madera, tras unas décadas de bajos precios, vuelve a tener interés económico, en muchos casos para su utilización como biomasa forestal primaria.
- Adaptarse a una menor disponibilidad de recursos para la planificación a escala monte. Necesidad de figuras de planificación económicas y eficientes.

La ordenación por rodales presenta numerosas ventajas para incorporar nuevos enfoques en la gestión, facilitando la sostenibilidad, la multifuncionalidad y la integración de medidas de adaptación al cambio global. En los últimos años se ha convergido hacia la utilización generalizada de este método en muchos montes de España, sobretodo cuando estos no disponían de Proyectos de Ordenación vigentes.

La flexibilidad selvícola, espacial y temporal hace de la ordenación por rodales uno de los métodos de planificación más adecuado a la situación actual de muchos espacios forestales, facilitando una gestión multifuncional y la conservación y promoción de la biodiversidad.

En las ordenaciones por rodales, el rodal es definido en función del estado real en cada ordenación y es la unidad territorial básica de gestión: aunque sea temporal, constituye la unidad última de inventario así como la unidad selvícola de cortas. La tolerancia en cuanto a superficie del rodal (generalmente a partir de 1 ha), la libertad en fijar los criterios para delimitar un rodal (formación vegetal, especie, forma principal y/o fundamental de masa, edad, actuación prevista, condicionantes de uso, etc.) y su posterior gestión diferenciada, dotan a este método de una gran flexibilidad selvícola a nivel de rodal. En una ordenación por rodales pueden coexistir una gran variedad de rodales de diferentes tamaños, con diferentes especies y mezclas, formas de masa y tipos de espacios abiertos. A un nivel superior, se adquiere una gran flexibilidad a nivel de paisaje, ya que el gestor tiene un grado elevado de libertad para combinar rodales de distinta cubierta forestal y modificar su forma y su distribución espacial, al menos a medio plazo (González *et al.*, 2011).

### **Herramientas de apoyo a la planificación y la toma de decisión del gestor: tipologías y modelos de gestión**

En el presente contexto los proyectos de ordenación o planes de gestión deben dar respuesta a una gestión forestal cada vez más compleja y sujeta a mayores demandas sociales. Pero a la vez deben ser sintéticos, ágiles, aplicables y rigurosos y, a la vez, basarse en un preciso diagnóstico del monte objeto de planificación.

En este sentido, la caracterización del rodal como unidad básica de gestión resulta un as-

pecto clave, ya que determinará las potencialidades y restricciones del mismo, y por tanto la gama de objetivos racionalmente asignables. Por otra parte, la consecución de los objetivos fijados requerirá de modelos selvícolas, orientaciones o recomendaciones específicamente enfocados a esos objetivos.

Las tipologías forestales, entendidas como unidades del paisaje forestal con características homogéneas de cara a la planificación, junto a los modelos de gestión forestal asociados a estas tipologías, que proporcionan las directrices técnicas generales a seguir (plan general), se presentan como herramientas muy válidas para agilizar, homogeneizar y reducir costes en las fases de diagnóstico y planificación general, presentes en cualquier figura de planificación forestal. A la vez que actúan como elementos integradores entre la planificación a nivel de monte y otras figuras de planificación a niveles superiores, como por ejemplo los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF).

Para el planificador, la información que aportan estas tipologías permite reducir costes en la fase de inventario forestal, permitiendo una caracterización rápida y suficientemente precisa de los aspectos claves para asignar objetivos a nivel de rodal, como es el caso de la calidad de estación, que no necesita de la realización de mediciones dasométricas para su determinación. Ello facilita la toma de decisiones en la planificación, la elección del modelo de gestión más idóneo y los tratamientos a realizar.

Para la administración forestal, tanto las tipologías como los modelos de gestión, resultan en unas herramientas de control de la coherencia entre la diagnosis del monte y la planificación, además de servir de base para incentivar determinados objetivos de planificación en función de la potencialidad intrínseca del rodal. Ambas herramientas consiguen, en definitiva, una mejor planificación forestal con una asignación más eficiente de los recursos invertidos. ❁

## REFERENCIAS

- Alcamo, J.; Moreno, J. M.; Nováky, B.; Bindi, M.; Corobov, R.; Devoy, R.; Giannakopoulos, C.; Martin, E.; Olesen, E.; Shvidenko, A. 2007. "Europe". A: Parry, M. L.; Canziani, O. F.; Palutikof, J. P.; van der Linden, P. J.; Hanson, C. E. (eds.). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 541-580.
- EEA. 2008. *Impacts of Europe's changing climate - 2008. An indicator-based assessment* (EEA Report No 4/2008). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- González, J.M<sup>a</sup>; Piqué, M.; Giró, T.; Ibarz, P. 1999. Evolución selvícola de una masa irregular de abeto y pino negro de 1925 y 1997. Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela. Actas del Congreso. Tomo I: 595 603.
- González, J. M., Piqué, M., Vericat, P., 2011. Manual de ordenación por rodales: gestión multifuncional de los espacios forestales. 2ª ed. Organismo autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 207 p.
- Helms, J. A. 1998. *The dictionary of forestry*. The Society of American Foresters, Bethesda, MD. 210 p.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Piqué, M., Castellnou, M., Valor, T., Pagés, J., Larrañaga, A., Miralles, M., Cervera, T. 2011. *Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades*. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Regato, P. 2008. Adaptación al cambio global. Los bosques mediterráneos. UICN Centro de Cooperación del Mediterráneo, Málaga, España.
- Schmithuesen, F., Rojas, E. 2013. 300 años de sostenibilidad aplicada en el sector forestal – Hans Carl von Carlowitz 1645-1714. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 38:63-69
- Serrada, R., 2002. "Apuntes de selvicultura". Servicio de Publicaciones Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.
- Serrada, R.; Aroca, M. J.; Roig, S.; Bravo, A.; Gómez, V. 2011. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal. Notas sobre gestión adaptativa de las masas forestales ante el cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Stephens, S. L.; Millar, C. I.; Collins, B. M. 2010. Operational approaches to managing forests of the future in Mediterranean regions within a context of changing climates. *Environmental Research Letters*, 5 (2): 024003.
- Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R. 2012. Gestión adaptativa al cambio global en masas de *Quercus* mediterráneos. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida).

# Apuntes sobre las nuevas claves para la regulación jurídica de la ordenación de los montes, considerados como infraestructura verde estratégica para el medio rural

**Blanca Rodríguez-Chaves Mimbrero**

Profesora Contratada Doctora de Derecho Administrativo. Universidad Autónoma de Madrid

## EL FALSO TÓPICO DE QUE LOS MONTES EN ESPAÑA NO TIENEN VALOR ECONÓMICO

España, después de Suecia y Finlandia, es el tercer Estado que más superficie forestal arbolada tiene en la Unión Europea<sup>1</sup>. En los últimos cien años, y muy especialmente, en los últimos 20 años, se ha producido un muy importante aumento de superficie forestal en España, debido a la sustitución de cultivos excedentarios por explotaciones forestales en aplicación de la PAC, así como por el abandono de tierras agrarias, que ha llevado a una regeneración natural del monte, que ha sorprendido a los propios ingenieros de montes. España ha sido el país europeo que más ha incrementado su superficie forestal arbolada en 2013. Se utiliza el término “monte” y no “bosque”, aunque en Derecho Europeo se utiliza el

término bosque, porque nuestros montes son peculiares. No solo son bosques, sino que más del 50% de su superficie tiene una fracción de cabida cubierta baja o media. Junto a los montes arbolados densos están los oquedales, las dehesas, los montes herbáceos y los pastizales. La variedad, la complejidad y la especificidad mediterránea de nuestros montes, viene en gran parte dada por la peculiar historia de ocupación y de explotación por las comunidades campesinas, que han hecho de la ordenación de los montes españoles una de las experiencias técnicas de mantenimiento y mejora productiva de recursos renovables en ciclos largos más originales e interesantes. Los montes españoles se caracterizan por su heterogeneidad y diversidad, y son, por lo tanto, muy complejos en su ordenación (San Miguel, 2009).

Con el aumento de la superficie forestal en España, el reto para las próximas décadas está en rentabilizar, de forma sostenible, ese crecimiento. La rentabilidad social implica una

<sup>1</sup> España cuenta con cerca de 18 millones de hectáreas de monte arbolado.



mayor conexión monte-sociedad que facilite su conservación y puesta en valor. Los montes son multifuncionales o plurifuncionales, es decir, ofrecen simultáneamente diferentes funciones (bienes y servicios) a la sociedad para fines económicos, sociales y medioambientales. Los montes cumplen funciones ambientales que son las que de forma directa o indirecta favorecen la regulación del régimen hídrico, la atenuación de procesos erosivos, mitigación del cambio climático y la fijación de CO<sub>2</sub> es decir, se obtienen productos de uso indirecto o de no uso. Además, los montes ofrecen a la sociedad funciones productivas o económicas, de gran importancia, aunque a menudo están subestimadas. Son todas aquellas que permiten obtener bienes a precio de mercado sin comprometer la conservación de las masas. los bosques proporcionan madera, biomasa forestal, consi-

derada actualmente como la fuente más importante de energía renovable, y una amplia gama de otros productos, como la resina, el corcho, las plantas medicinales, las setas, los frutos, la caza, etc. Por último, ofrecen también los montes funciones sociales ya que se obtienen bienes que aportan bienestar directo y que se asimilan a bienes públicos de uso indirecto: contribuyen a la mejora de la salud pública, y sus valores turísticos y recreativos son muy apreciados. (Abreu, 1995 y De Vicente, 1995)

Para lograr la optimización de la multifuncionalidad del monte, que no es otra cosa que una gestión sostenible, es necesario regular la planificación y ordenación de los terrenos forestales desde una visión global del monte que garantice el necesario equilibrio entre los criterios económicos, sociales y medioambientales, para lograr

Los montes son multifuncionales o plurifuncionales, es decir, ofrecen simultáneamente diferentes funciones a la sociedad para fines económicos, sociales y medioambientales. Parque Natural Urbasa-Andía. Foto: Álvaro López.

poner en valor lo que nuestros ecosistemas forestales ofrecen desde el punto de vista medioambiental, turístico, pero también como fuente de riqueza y empleo en las zonas rurales, y todo ello insertándolos en el territorio, y no como un “territorio distinto al resto”. Ello en plena sintonía con los objetivos recogidos en la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, el Consejo, el Comité Económico y Social Europeo y el Comité de las Regiones, sobre “Una nueva estrategia de la UE en favor de los bosques y del sector forestal”, de 20 de septiembre de 2013, que parte de la siguiente afirmación: “La importancia socioeconómica de los bosques es notable, si bien a menudo se subestima. Los bosques contribuyen al desarrollo rural y proporcionan cerca de 3 millones de puestos de trabajo”.

Ha de romperse la falsa dicotomía entre lo forestal y el medio natural, y corregir el desenganche conceptual entre montes y sociedad rural (Casas Grande, J, 2013), siendo todo ello de máxima importancia, si se tiene en cuenta que la gran mayoría de los montes en España son montes particulares o privados.

## PLANIFICACIÓN FORESTAL GENERAL Y ORDENACIÓN DE LOS MONTES

### 1. Los instrumentos de planificación forestal

La Ley Básica de Montes 43/2003 constata la necesidad de la planificación forestal a escala general, y consagra la existencia de la *Estrategia Forestal Española y del Plan Forestal Español*<sup>2</sup>.

El Plan Forestal Español se sitúa en un primer escalón planificador, siendo el instrumento de planificación a largo plazo de la política forestal, y aplica en el tiempo y el Espacio la Estrategia Forestal Española (art. 30.1). Este plan pretende estructurar las acciones necesarias para el desarrollo de una política forestal española basada en los principios de desarrollo sostenible, multifuncionalidad de los montes, contri-

bución a la cohesión territorial y ecológica y la participación pública y social en la formulación de políticas, estrategias y programas, proponiendo la corresponsabilidad de la sociedad en la conservación y la gestión de los montes.

En un segundo escalón planificador se sitúan los *Planes forestales autonómicos*, y en un tercer escalón se encuentran los *Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF)*, estos representan la novedad planificadora más importante que aporta la Ley de Montes. Los PORF “se configuran como instrumentos de planificación forestal, constituyéndose en una herramienta básica en el marco de la ordenación del territorio” (art. 31.1), de carácter obligatorio, reiterado en la normativa autonómica forestal<sup>3</sup>. Los PORF pretenden completar el amplio vacío existente entre los planes forestales estratégicos a escala regional y los proyectos de ordenación a nivel de monte, y vincular la planificación y gestión forestal con el decisivo ámbito de la ordenación territorial, como se afirma en la propia Exposición de Motivos de dicha ley. La elaboración y aprobación de los PORF corresponde a las Comunidades Autónomas, que determinarán la documentación y contenido de los mismos (art. 31.6).

Dichos PORF se sitúan como eslabón intermedio entre los planes forestales autonómicos y los instrumentos de ordenación o gestión a escala de monte (que ya no se pueden calificar propiamente como instrumentos de planificación, sino como instrumentos de gestión que ejecutan a escala de monte la planificación forestal contenida en el PORF; se trata de los *Proyectos de Ordenación del Monte, los Planes dasocráticos, o los instrumentos de gestión equivalente*).

### 2. La planificación de los montes que constituyan o formen parte de un Espacio Natural Protegido

Hoy no se discute que los montes que estén incluidos en un Espacio Natural Protegido (en

<sup>2</sup> Ambos ya aprobados en 2000 y en 2002, respectivamente.

<sup>3</sup> Vid. art. 61.2 de la Ley 15/2006, de 28 diciembre, de Montes de Aragón; art. 30 de la Ley 3/2004, de 23 noviembre, de Montes de Asturias; y art. 40 de la Ley 3/2009, de 6 abril, de montes de Castilla y León.



adelante ENP) o que constituyan un espacio protegido tienen que ser gestionados. La conservación de los valores naturales y de sus servicios ecosistémicos, así como los valores culturales asociados a un bosque, necesitan de una gestión forestal sostenible. La no gestión es una opción de gestión, siempre que se integre en un esquema planificado, de lo contrario es abandono. Algunos grupos sociales han percibido durante tiempo que algunas de las funciones que se esperan de los ENP, a simple vista, no requieren gestión, como por ejemplo, protección de la fauna y la biodiversidad.

La disyuntiva gestión-no gestión ha sido ampliamente debatida en el pasado reciente y tiene su origen en la consideración de los sistemas forestales como sistemas naturales con dinámicas propias e independientes del hombre. Pero lo

cierto es que los sistemas forestales han evolucionado bajo influencia antrópica desde muy antiguo y tienen mucho de paisaje cultural, hasta el punto de que prácticamente nada de cuanto nos rodea es explicable de forma satisfactoria sin contar con el hombre y su acción secular, directa e indirectamente (Casas Grande, 2013).

No es difícil encontrar en territorio español Espacios Naturales Protegidos con terrenos forestales abandonados que han acumulado mucha biomasa en los últimos decenios y que actualmente son muy vulnerables a los incendios forestales y a los efectos del cambio climático. Los técnicos forestales vienen alertando sobre la necesidad y urgencia de gestionar estos espacios con una gestión que sea capaz de satisfacer los diferentes intereses y objetivos que convergen en un ENP de manera efectiva y eficiente, siempre

Nuestros montes son peculiares. No solo son bosques, sino que más del 50% de su superficie tiene una fracción de cabida cubierta baja o media. Sierra de Andujar. Foto: Álvaro López.

teniendo muy presente el entorno socio-económico donde se encuentra el espacio protegido. Por eso, es importante que el responsable de la planificación y el responsable de la gestión del ENP, conozcan la población del lugar, sus características socio-económicas y la relación que mantiene esta con el ENP. Así pues, la planificación del ENP tiene como reto la multifuncionalidad, incluso más que en otros espacios forestales, puesto que muchas zonas consideradas como espacios protegidos son productivas y de propiedad privada, y por ello, debe realizarse un gran esfuerzo en compatibilizar la conservación de los espacios con el aprovechamiento forestal. En muchos casos, estos ENP constituyen bosques relativamente jóvenes, fruto de la colonización natural, de antiguos campos de cultivos y zonas de pasto, producida progresivamente desde mediados del siglo XX y repoblaciones realizadas. A la vez, a menudo las formaciones forestales presentan situaciones de elevada densidad, estancamiento del crecimiento e inestabilidad, por falta de gestión o gestión de baja calidad, lo que confiere estructuras forestales complejas de gestionar que necesitan de tratamientos selvícolas de mejora y, además, muy vulnerables a los incendios forestales, por presentar gran acumulación de combustible y continuidad de vegetación tanto horizontal como vertical. En cambio, en zonas, preferentemente de montes públicos que se encuentran o constituyen ENP, que han sido gestionadas mediante proyectos de ordenación forestal, desde inicios del siglo XX, se advierte que no se da esta complejidad y disparidad de estructuras, y que, por lo tanto, se encuentran en mejor estado en relación a su vitalidad, estabilidad, riqueza y vulnerabilidad a los posibles efectos del cambio climático. (Piqué Nicolau, 2013).

Para que la planificación y gestión de un ENP cumpla los objetivos que se acaban de trazar, es imprescindible evitar las disfuncionalidades que pueden generar que diferentes planes confluyan sobre un mismo ENP. En todo caso, deben integrarse y armonizarse los diferentes planes que confluyan sobre un Espacio Protegido, siendo lo deseable que se evite la duplicidad de planificación sobre un mismo espacio protegi-



do, derivada, tanto de la aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), como de la aplicación de la Ley Básica estatal 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes: Plan de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF).

En estos casos, lo funcional es que exista un único instrumento de planificación, que puede



A menudo las formaciones forestales presentan situaciones de elevada densidad, estancamiento del crecimiento e inestabilidad, por falta de gestión o gestión de baja calidad, lo que confiere estructuras forestales complejas de gestionar que necesitan de tratamientos selvícolas de mejora y, además, muy vulnerables a los incendios forestales, por presentar gran acumulación de combustible y continuidad de vegetación tanto horizontal como vertical. Foto: Álvaro López.

ser tanto un PORN como un PORE. Otro problema de más difícil solución es gestionar el área protegida, cuando forma parte de la Red Natura 2000, con la continuidad que demanda la Directiva Hábitats, respondiendo a una concepción de conjunto de espacios protegidos que forman parte de una misma unidad, y no como “espacios estanco”.

Ya en el año 1989, el legislador andaluz advirtió las disfuncionalidades que podía causar la duplicidad de planificaciones, y adoptó los PORN como planes forestales de ámbito comarcal<sup>4</sup>. En algunas Comunidades Autónomas

<sup>4</sup> Art. 7 de la Ley 2/1992, de 15 junio, de Montes de Andalucía.

se ha optado por seguir un modelo cercano al de la Ley de Montes de Andalucía<sup>5</sup>, optando por una solución intermedia, que consiste en establecer que cuando en el ámbito territorial de una determinada comarca exista o se haya iniciado el procedimiento para la aprobación de un plan de ordenación de los recursos naturales que abarque el mismo territorio, el PORN podrá incluir los contenidos necesarios de un plan de ordenación de los recursos forestales (PORF)<sup>6</sup>. Por esta misma solución se opta en el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014), art. 41.

En otras Comunidades Autónomas se ha apostado, siguiendo la opinión mayoritaria de los ingenieros forestales por la planificación forestal como única, tanto para la planificación de los recursos forestales como para la planificación exigida por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.<sup>7</sup> Según Piqué Nicolau, gestionar la superficie del territorio español comprendida en los ENP y/o Red Natura 2000 es una oportunidad para poner la selvicultura al servicio de la conservación de los valores naturales. De hecho, actualmente ya existen muchos ejemplos de gestión de espacios de la Red Natura 2000, como es el bosque de Valsain en Segovia, pero todavía es mucha la superficie protegida que requiere de una planificación y gestión para su conservación. La Ordenación Forestal permite afrontar una planificación integral con el objetivo de preservar los valores ecológicos y compatibilizando los usos y aprovechamientos que se dan en la zona, desde la perspectiva de un gestión forestal sostenible. Los PORF son perfectamente válidos para planificar la gestión de ENP y zonas de la Red

Natura 2000 desde la regulación contenida en la Directiva Hábitats, para ello es importante incorporar medidas y criterios de conservación de la biodiversidad y servicios ambientales en la gestión silvícola.

Pero, en el caso de existir un PORN y un PORF sobre un mismo terrero forestal ¿Cómo deberían armonizarse? La respuesta más acorde con la jurisprudencia del Tribunal Constitucional<sup>8</sup> debería ser la siguiente: la prevalencia de las disposiciones del PORN respecto de los planes forestales de segundo escalón (comarcales) solo regirá en lo concerniente a las disposiciones de los PORN ligadas directamente a la preservación, conservación y mejora de los recursos naturales (la fauna, flora, ecosistemas, bosques y espacios forestales, paisajes, etc.) y no con relación a los aspectos de la acción administrativa propiamente forestal, con la utilización de técnicas específicas de ordenación o gestión forestal. (Castanyer Vila, 1991 y De Vicente, 1995) A este criterio responde la regulación de las leyes forestales autonómicas que prevén la aprobación tanto de un PORN como de un PORF para la planificación de terrenos forestales que constituyan o formen parte de un espacio protegido. Por ejemplo, el art. 7.1 de la Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, de Protección y Desarrollo del Patrimonio Forestal de Navarra, dispone: “Los montes o terrenos forestales que constituyan espacios naturales protegidos, o formen parte de los mismos, así como sus zonas de protección, se regularán por su legislación específica. No obstante, en aquellos espacios protegidos en que se admitan usos o acciones de índole forestal, estos quedarán sometidos a lo dispuesto en la presente Ley Foral, en lo que no se oponga a su régimen especial”. Una regulación muy parecida se encuentra en otras normas forestales como la Norma Foral

<sup>5</sup> Este modelo se ha adoptado en Baleares, en cuyo Plan Forestal de Baleares de 2003 expresamente se afirma que el PORN de la Serra de Tramuntana, tiene la consideración de PORF.

<sup>6</sup> Vid. art. 61.6 de la Ley 15/2006, de 28 diciembre, de Montes de Aragón; art. 28.4 de la Ley 3/2004, de 23 noviembre, de Montes de Asturias; art. 29.7 de la Ley 3/2008, de 12 junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha.

<sup>7</sup> Vid. por ejemplo, el art. 39 de la Ley 3/2009, de 6 abril, de montes de Castilla y León, que dispone: “Los instrumentos de ordenación forestal tendrán la condición de planes de gestión específicos de las zonas incluidas en la Red Natura 2000 si su contenido cumple con las prescripciones exigidas en la correspondiente legislación sectorial”.

<sup>8</sup> El Tribunal Constitucional establece en sus sentencias, que ningún plan puede desbordar su contenido legalmente reconocido e invadir el ámbito material de otros planes ((SSTC 204/2002, FJ 7º y 15/1998, FJ 3º); y que en la materia de espacios protegidos no se encuadran cualquier tipo de actividad relativa a los recursos naturales forestales, sino la que directamente atienda a su preservación, conservación y mejora en determinados espacios por medio de una lista de prohibiciones y/o limitaciones (SSTC 64/1982, FJ 3; 102/1995, FJ 16; 195/1998, FJ 3; 38/2002, FJ 5; y 97/2002, FJ 4).



3/1994, de 2 de junio, de Montes y Administración de Espacios Naturales Protegidos de Vizcaya (art. 10).

### 3. Los instrumentos de ordenación forestal

La ordenación de montes supone la organización en el tiempo y espacio, técnicamente justificada, de los recursos forestales, todos los aprovechamientos del monte y las especificaciones técnicas para su gestión sostenible.

La ordenación de la gestión de los montes, se debe llevar a cabo a través de un Proyecto de Ordenación de montes, Plan técnico, Plan Dasocrático o instrumento de gestión equivalente vigente. Un plan dasocrático o plan técnico es aquel proyecto de ordenación de montes que, por su singularidad, apreciada por su pe-

queña extensión, funciones preferentes distintas a las de producción de madera o corcho, masas sin arbolado en edad de corta u otras que se establezcan en las instrucciones de ordenación, precisan una regulación más sencilla de la gestión de sus recursos arbóreos. En consonancia, el inventario forestal podrá ser más simplificado (así queda definido en el art. 31.3 de Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha).

El Proyecto de Ordenación de montes presenta una mayor complejidad técnica y se suele regular como el instrumento de ordenación específico para los montes incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública y para los montes incluidos en el Catálogo de Montes Protectores, mientras para el resto de montes se exige como obligatorio la aprobación de un Plan Técnico o

Los terrenos forestales abandonados que han acumulado mucha biomasa en los últimos decenios son muy vulnerables a los incendios forestales. Foto: Álvaro López.

instrumento de gestión equivalente. Ha de reiterarse que estos instrumentos se sitúan no ya en el ámbito de la planificación sino en el de la ordenación o gestión técnica. Ahora bien, en ausencia de estos instrumentos, a efectos de gestión, será de aplicación, el correspondiente Plan de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF).

Lo que se entiende por “gestión” se define en el art. 6 de la Ley Básica de Montes de 2003, como “el conjunto de actividades de índole técnica y material relativas a la conservación, mejora y aprovechamiento del monte”. La Ley Básica de Montes de 2003 impone que dicha gestión ha de ser sostenible (art. 32.1): “Los montes deben ser gestionados de forma sostenible, integrando los aspectos ambientales con las actividades económicas, sociales y culturales, con la finalidad de conservar el medio natural al tiempo que generar empleo y colaborar al aumento de la calidad de vida y expectativas de desarrollo de la población rural (para mantener las poblaciones rurales)”. También en el art. 6.e) define el concepto de gestión sostenible como: “la organización, administración y uso de los montes de forma e intensidad que permitan mantener su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y capacidad de regeneración, para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito local, nacional y global, y sin producir daños a otros ecosistemas”<sup>9</sup>. La planificación y gestión será sostenible si el monte se ordena y explota, teniendo en cuenta todo su potencial multifuncional<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Y como no podía ser de otra forma, en los mismos términos se ha recogido en la normativa forestal autonómica: Vid. art. 61 de la Ley 2/1995, de 10 febrero, de Patrimonio Forestal de La Rioja; art. 74, Ley 16/1995, de 4 mayo, de protección forestal y la naturaleza de Madrid; y art. 30 de la Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha, entre otras. Sobre la sostenibilidad como principio estructural de la ordenación ambiental (Ortega Álvarez, 2005).

<sup>10</sup> Esta es la orientación de las más recientes actuaciones europeas en la materia, como el denominado Eje Bosques (Reglamento (CE) núm 2152/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, sobre el seguimiento de los bosques y de las interacciones medioambientales en la Comunidad –*Forest Focus*– y Reglamento (CE) núm. 1737/2006 de la Comisión, de 7 de noviembre de 2006, que estableció disposiciones de aplicación del Reglamento 2152/2003) y el Plan de acción de la UE para los bosques (Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, de 15 de junio de 2006, COM 2006 302 final).



En la Ley de Montes de 1957, la planificación que se regulaba era de pequeña escala, cuyo objeto eran montes concretos o explotaciones forestales concretas. Se preveían planes administrativos de carácter dasocrático que perseguían básicamente la obtención de la mayor renta posible de los montes y su conservación para



Hoy no se discute que los montes que estén incluidos en un Espacio Natural Protegido o que constituyan un espacio protegido tienen que ser gestionados. Parque Nacional de Guadarrama. Foto: Álvaro López.

este fin económico y concebidos para ser aplicados a los montes públicos. La finalidad principal de estos planes era la consecución de una explotación del monte lo más rentable posible, sin comprometer –e incluso en la medida de lo posible mejorar– la productividad futura. Y todo ello, porque en la Ley de Montes de 1957

se partía de una concepción del monte como recurso natural susceptible de explotación, y, por lo tanto, se persigue que dicha explotación sea lo más rentable posible y con garantía de productividad futura. Para ello, los planes que regula incluyen medidas y procedimientos que garanticen una explotación racional del mon-



La superficie forestal privada en España alcanza una media cercana al 70% de la superficie forestal nacional. Foto: Álvaro López.

te y están destinados para los montes públicos (Grau S., 1966). Con la entrada en vigor de la Constitución, en aplicación del art. 45.2 CE, en la normativa forestal autonómica que se va aprobando se experimenta una transformación del principio rector de la regulación forestal de 1957 “explotación racional del monte” en “gestión sostenible del monte”, que comporta en todo caso, posibilitar que el monte despliegue todo su potencial multifuncional o plurifuncional. La Ley Básica 43/2003, de Montes, recogiendo la regulación presente a lo largo de toda la normativa autonómica forestal, y en cumplimiento del art. 45.2 CE, abandona ese diferente régimen de ordenación de los montes en función su carácter público o privado y prevé la utilización de los instrumentos o planes de gestión tanto para los montes públicos como privados, en detrimento de la intervención ad-

ministrativa posterior y puntual, además de regular un instrumento de planificación general de ámbito comarcal (el PORF) (Esteve Pardo, J, 1995).

Algunos autores y técnicos en materia forestal, así como agentes del sector forestal<sup>11</sup> están promoviendo un salto del concepto de “gestión sostenible” a “gestión integral” del monte, como “criterio de gestión”, concibiéndose como aquella gestión del monte que integre los aspectos ambientales con las actividades económicas, sociales y culturales, con la finalidad de conservar el medio natural, al tiempo que generar empleo y colaborar al aumento de la calidad de vida y expectativas de desarrollo de

<sup>11</sup> Propuestas sobre “gestión forestal”, presentadas por ASE-MFO en el Congreso, con fecha de 8 de enero de 2013.

la población rural. Este concepto también ha sido recogido en la normativa autonómica, sobre todo, en la aprobada más recientemente<sup>12</sup>.

El instrumento válido a nivel estatal para redactar los planes de ordenación forestal son las "Directrices básicas comunes para la ordenación y el aprovechamiento de montes"<sup>13</sup>, pero después de más de diez años, las instrucciones que aún siguen vigentes son las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados aprobadas por Orden del Ministerio de Agricultura, de 29 de diciembre de 1970<sup>14</sup>. Estas instrucciones responden a la concepción de Monte contenida en la Ley de Montes de 1957, y están diseñadas fundamentalmente para cubrir y planificar el aprovechamiento maderero, principal producto con mercado de los montes de antaño.

Siendo muy conscientes las Comunidades Autónomas de la importancia que tiene contar con unas Instrucciones que ajusten los instrumentos de ordenación y gestión a la realidad y necesidades actuales de los montes y a los nuevos intereses de la sociedad respecto a la necesaria valorización del monte, han decidido no esperar a dichas Directrices básicas comunes y han venido aprobando sus propias Instrucciones para aplicar a su ámbito autonómico, en virtud de los artículos 32.3 y 33 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de montes, que determinan que son las Comunidades Autónomas las competentes para aprobar las instrucciones de ordenación forestal. Así, en virtud del mandato dispuesto en el artículo 78 de la Ley 7/2012, de 28 de junio, de montes de

Galicia, el Consello de la Xunta ha aprobado recientemente las Instrucciones Generales de Ordenación y de Gestión de montes de Galicia, aprobadas por Decreto 52/2014, de 16 de abril, del mismo modo, Cataluña aprobó la Orden AAM/246/2013, de 14 de octubre, por la que se regulan los instrumentos de ordenación forestal<sup>15</sup>.

#### 4. La obligatoriedad de los instrumentos de ordenación forestal

Los montes catalogados de utilidad pública<sup>16</sup>, los montes protectores y los demás montes públicos o privados deben contar con un instrumento de ordenación forestal (arts. 32.3 y 33 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de montes) estableciendo la Ley Básica de montes estatal de 2003 (en su modificación de 2006), un plazo de 15 años desde su entrada en vigor para la ordenación de todos los montes españoles (públicos y privados), que acaba el 22 de febrero de 2019. Además, en la Ley se establece otro importante plazo de 10 años, que ha rematado el 22 de febrero de 2014, pasado el cual los montes privados no ordenados no podrán acogerse a los incentivos de las administraciones públicas, salvo que se incluyan en el territorio de un plan de ordenación de recursos forestales (PORF). Para salvar esta situación, en el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014), se recoge una prórroga de 15 años desde la entrada en vigor de la reforma de la Ley, para posibilitar que los

<sup>12</sup> Con anterioridad ya se habían aprobado cuatro Órdenes legislativas diferentes en Cataluña (años: 1991, 1994, 1998 y 2003) y sus respectivas instrucciones de redacción.

<sup>13</sup> En los casos en los que no se haya aprobado instrumento de gestión alguno, la gestión de los montes catalogados se someterá en todo caso, a lo que se establezca en los Planes Anuales de Aprovechamiento que, en su caso, deberá adecuarse al correspondiente plan de ordenación de los recursos forestales. Este Plan Anual de Aprovechamientos establecerán las condiciones técnico-facultativas que hayan de regir la adjudicación y explotación de los aprovechamientos en los montes catalogados, y que se ajustarán en lo económico a la legislación en materia de patrimonio y de contratación administrativa que resulte en cada caso de aplicación. Vid. arts. 64 y 78 de la Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón; art. 37 de la Ley 3/2004, de 23 de noviembre, de Montes de Asturias; art. 49 de la Ley 3/2009, de Montes de Castilla y León; art. 54 de la Ley 6/1988, de 30 de marzo, de Montes de Cataluña; y art. 81 de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, de Protección Forestal y la Naturaleza de Madrid.

<sup>12</sup> Art. 34 de la Ley 3/2004, de 23 de noviembre, de Montes de Asturias; art. 43 de la Ley 3/2009, de 6 de abril, de montes de Castilla y León; y art. 77. 1 de la Ley 7/2012, de 28 de junio, de Montes de Galicia.

<sup>13</sup> Vid. art. 32.2 de la Ley Básica de Montes de 2003 (en la redacción dada por la Ley 10/2006). Estas Directrices básicas comunes serán aprobadas por el Gobierno, previa consulta del Consejo Nacional de Bosques, la Comisión Nacional de Protección de la Naturaleza y las Comunidades Autónomas (arts. 33.4 y 32.2). Las Directrices básicas comunes determinarán el contenido mínimo de los proyectos de ordenación de montes y de los planes dasocráticos en todo el territorio español.

<sup>14</sup> Además debe tenerse en cuenta la Orden del Ministerio de Agricultura de 29 de julio de 1971, por la que se aprueban las normas generales para el estudio y redacción de los planes técnicos de montes arbolados.

propietarios de montes ordenados puedan seguir acogiéndose a ayudas, hasta contar con un instrumento de ordenación forestal (DT 3ª).

Los instrumentos de ordenación forestal nacieron para los montes de utilidad pública, que están gestionados por la Administración Pública forestal, que deben atender a unos requisitos derivados de su utilidad pública (y actualmente de su demanialidad), y que normalmente tienen superficies de varios cientos o incluso miles de hectáreas. De tal forma, el proyecto de ordenación forestal es un instrumento administrativo destinado a que esos montes cumplan las funciones por las que fueron declarados de utilidad pública y otras que se les ha ido agregando con posterioridad. En un momento posterior, esta misma figura de ordenación se exportó o adaptó a otros montes gestionados por la Administración forestal, como eran los montes repoblados mediante consorcios o convenios con la administración forestal y en los que debían realizarse labores selvícolas (planes dasocráticos). La conservación y mejora de los recursos forestales (principio de persistencia) y su aprovechamiento sostenido guiaban a estos instrumentos de ordenación. Tanto los proyectos de ordenación como los planes dasocráticos y otros instrumentos de ordenación forestal han ido incorporando diversos requisitos establecidos por la normativa forestal y de conservación del patrimonio natural y algunas directrices derivadas de las actuales políticas forestales y de conservación de la naturaleza, el paisaje, etc. El siguiente paso ha sido que en la Ley Básica estatal 43/2003, se ha extendido la obligación de ordenación a todos los montes, incluidos los montes privados. A pesar de esta regulación y de la promoción activa de las Administraciones forestales, la ordenación solo ha llegado a un número reducido de montes privados, pues las circunstancias que rodean a los montes gestionados por la administración forestal y a los montes de gestión privada son bastante distintas. (Bengoa, *et al.*, 2013).

A ello ha de añadirse el hecho de que a lo largo del territorio español apenas se han desarrollado instrumentos de planificación forestal, y en la gran mayoría de las Comunidades Au-

tónomas no existen Instrucciones normativas autonómicas actualizadas sobre sus contenidos y requerimientos, es decir, no hay un modelo formal de referencia para la ordenación de la gestión de los espacios y recursos forestales. Revertir esta situación es un enorme reto para el sector forestal nacional.

Esta situación se ve agravada tanto por el alto porcentaje de superficie forestal privada en España: una media cercana al 70% de la superficie forestal nacional; en algunas regiones el porcentaje de montes privados asciende al 93% (Baleares) y Galicia, comunidad con el mayor porcentaje de superficie forestal privada del Estado (97,8%), como por el hecho de que no se cuenta en la gran mayoría del Derecho interno español con una regulación que adecúe la regulación de los instrumentos de ordenación de los montes a la realidad de los montes privados descrita. Los actuales instrumentos de ordenación forestal resultan inadecuados, tanto por su coste como por sus contenidos, dando lugar a que la mayor parte de la superficie forestal privada de pequeña extensión no disponga de instrumento de ordenación, y ello sumado a que muchos montes aún no cuentan con un PORF, da el resultado de que la gran mayoría de los montes privados de pequeño tamaño no estén ordenados. Esta ausencia de planificación supone una falta de criterios o referentes técnicos de gestión para el pequeño propietario forestal que, en muchas ocasiones, no sabe qué hacer con su monte. Si a esto se une que la legislación forestal exige un mayor control administrativo para las actuaciones en montes sin instrumento de planificación, el resultado es la ausencia total de gestión o abandono. La situación actual es que solamente un 6,5% de los montes de titularidad privada españoles cuentan con algún tipo de instrumento de ordenación, el resto de los montes puede decirse que se encuentran en un estado de abandono.

Ante esta realidad algunas Comunidades Autónomas están acometiendo reformas para revitalizar e impulsar el sector forestal (entre otras, especialmente Cataluña, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Galicia, Navarra y País Vasco).



No obstante, ha de señalarse que Cataluña (junto con el País Vasco) representa el contrapunto de la situación general en España, y por ello, se ha convertido en el referente normativo que tienen las otras Comunidades Autónomas a la hora de emprender las medidas de reforma en el sector forestal.

### LA REGULACIÓN DEL SECTOR FORESTAL EN CATALUÑA: UN REFERENTE PARA LAS DEMÁS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

La Comunidad Autónoma de Cataluña, desde la aprobación de su Ley Forestal (1988), ha apostado con determinación por el sector forestal, siendo sus resultados evidentes: La

consolidación de los instrumentos de ordenación forestal: Plan Técnico de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF)<sup>17</sup> y Plan Simple de Gestión Forestal (PSGF)<sup>18</sup> como herramienta de planificación y gestión en el ámbito privado es un

<sup>17</sup> El Plan Técnico de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) es el principal instrumento de ordenación forestal (IOF) utilizado en fincas de titularidad privada en Catalunya. Aproximadamente el 30% de la superficie forestal privada dispone de un PTGMF (Rabascall Morera, 2013).

<sup>18</sup> La Ley 31/2002, de 30 de diciembre, de medidas fiscales y administrativas, que modifica la Ley 7/1999, de 30 de julio, del Centro de la Propiedad Forestal, establece el plan simple de gestión forestal como la herramienta adecuada para la gestión de fincas forestales con superficie inferior a 25 hectáreas y al mismo tiempo establece que los instrumentos de ordenación forestal son los proyectos de ordenación, los planes técnicos de gestión y mejora forestal y los planes simples de gestión forestal. Esta normativa, a pesar del paso del tiempo, ha contribuido a alcanzar y dar coherencia al elevado nivel de planificación actual de los terrenos forestales tanto públicos como privados.

Los montes proveen de numerosos productos como la resina, el corcho, las plantas medicinales, las setas, los frutos, la caza, etc. Foto: Álvaro López.

hecho, que queda constatado con el dato de que el 29% de la superficie forestal privada de Cataluña está ordenada<sup>19</sup>.

Dicho con más precisión, desde 1991 se inició en Cataluña una etapa de fomento de la planificación de los montes mediante los instrumentos de Ordenación Forestal (IOF): Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) y Planes Simples de Gestión Forestal (PSGF). Desde su origen, el objetivo de los IOF ha estado ser herramientas prácticas y útiles para el gestor, las cuales, delante las diferentes realidades del sector y la propiedad forestal, facilitarían dar respuesta a las propuestas de gestión, al mismo tiempo que ser útil a la Administración forestal, para ello se han realizado diferentes actualizaciones de las Instrucciones que regulan el contenido, redacción, gestión y aprobación de los instrumentos de ordenación. Se han aprobado cuatro Órdenes legislativas diferentes para regular el contenido, aprobación, revisión y el seguimiento de los PTGMF y PSGF (años: 1991, 1994, 1998 y 2003) y sus respectivas instrucciones de redacción. Al tiempo, con el fin de facilitar, tecnificar y mejorar los planes de gestión, desde el Centro de la Propiedad Forestal de Cataluña se desarrollaron programas informáticos gratuitos para ayudar en la redacción y que al mismo tiempo, una vez aprobados, sirviesen para agilizar y facilitar los trámites administrativos en la ejecución y seguimiento de los trabajos. Las aplicaciones informáticas se concretaron en el programa **Metabosc**, el cual facilita la redacción del PTGMF o PSGF. Este se vincula automáticamente al sistema de información geográfica **Miramón**, el cual permite hacer la cartografía de gestión en base digital. También se ha desarrollado el programa **Lifor**, el cual también se vincula automáticamente al Metabosc y permite procesar y gestionar la información que resulta de los inventarios de campo. (Farriol Almirall y Abián PERRUCA, 2013).

<sup>19</sup> Una cifra de 2885 PTGMF (con 423030 hectáreas) y 259 PSGF (con 3132 hectáreas). Esta superficie planificada también representa, según el año, entre el 60 a 80% de la producción en maderas y leñas y el 95% de la producción de alcornoque.

No obstante, en 2013 Cataluña aprobó una nueva Orden por la que se regulan los instrumentos de ordenación forestal (Orden AAM/246/2013, de 14 de octubre), para adaptar las figuras de planificación forestal a las actuales necesidades y demandas del sector forestal, buscando una mayor agilidad y simplificación de los trámites para ofrecer una mejor respuesta a las personas que se dedican a la silvicultura, a la Administración forestal o cualquier otro agente vinculado con la gestión forestal. Esta Orden AAM/246/2013, en un ejercicio de simplificación normativa, ha integrado la regulación del contenido y procedimiento de aprobación de todos los instrumentos de ordenación forestal, independientemente de la titularidad de los terrenos forestales, en una misma disposición el contenido y el procedimiento de aprobación de los proyectos de ordenación forestal, cuyos objetivos deberán ser concordantes con las figuras de planeamiento de rango superior.

Se ha tenido muy en cuenta la modificación sustancial que ha experimentado el Sector forestal, tanto con respecto a los aspectos económicos y productivos, como a los de conservación y sociales. La demanda de nuevos productos forestales como la biomasa para usos energéticos, la mayor conciencia social de los servicios ambientales que producen las masas forestales, como reguladoras del ciclo hidrológico, el control de la erosión, o conservación de la biodiversidad, así como también la aparición de modelos de pago por los servicios ambientales, ha llevado a la revisión de los modelos de ordenación, reforzando estas funciones, de forma que la propiedad pueda ver compensado el gasto de gestión para maximizar la producción de estos servicios.

Por otra parte la nueva Orden regula la posibilidad de la planificación conjunta mediante PTGMF de fincas de diferentes titulares con el fin de agilizar la adhesión a la planificación de las personas propietarias de fincas de pequeña superficie. Ello posibilita una acción conjunta en objetivos de gestión de prevención de incendios, producción forestal, lo que se

apuesta en que se traduzca en una mayor eficiencia en la consecución de los objetivos de planificación. Al mismo tiempo, con esta nueva Orden se han simplificado técnicamente, económicamente y administrativamente los contenidos de los instrumentos de ordenación forestal y su procedimiento de aprobación. Esta medida también facilita la gestión de la información contenida en los instrumentos de ordenación. Para ello se está impulsando el uso de aplicaciones informáticas y bases de datos vinculadas a sistemas de información geográfica, por parte de la Administración gestora, que, supondrá una importante reducción de costes de redacción y revisión de los documentos de ordenación. En especial, esta nueva Orden ha puesto el acento en las tipologías de inventario, los documentos de referencia a la planificación y la simplificación de contenidos, y se basa de forma prioritaria en el uso de documentos de referencia que ayudaran y darán cobertura a las propuestas de planificación (Cervera, *et al.*, 2004; y Piqué, *et al.*, 2011). Ha de señalarse que una medida similar ya se había regulado en la Ley 3/2009, de 6 abril, de montes de Castilla y León (arts. 41 y 41 bis), que más adelante en este trabajo se expone.

#### MEDIDAS PARA LA ADECUACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN A LOS MONTES PRIVADOS

Estas medidas vienen muy marcadas por la regulación que viene aplicando la Comunidad Autónoma de Cataluña, y que de forma resumida se acaba de exponer. Se tratan de medidas dirigidas a simplificar los documentos (sobre todo el inventario) y flexibilizar la planificación, apoyándose en la existencia de planes forestales comarcales o PORF y en las nuevas tecnologías. Así, una medida común que se encuentra en la normativa de nueva generación de las Comunidades Autónomas de Galicia y Castilla y León, es la simplificación de los instrumentos de ordenación forestal para los montes de superficie igual o menor a 25 hectáreas.

#### 1. Medidas de simplificación de los instrumentos de ordenación forestal adoptadas por la normativa forestal

En la normativa forestal autonómica se han adoptado medidas consistentes en prorrogar los plazos de vigencia de los instrumentos de ordenación<sup>20</sup>. De igual forma, se han regulado medidas de flexibilización centradas en la determinación de la extensión mínima de la finca forestal para eximir a los montes de la obligación de contar con un instrumento de ordenación forestal (art. 33.2 en la Ley Básica de Montes de 2003). Así por ejemplo, la Ley 7/2012, de 28 de junio, de Montes de Galicia, fija la cifra frontera a la hora de exigir un proyecto de ordenación en 25 hectáreas. De tal manera, dispone en su art. 77.4: “Los montes públicos, los montes protectores y los de gestión pública habrán de dotarse de un proyecto de ordenación, así como todos los montes de particulares superiores a 25 hectáreas en coto redondo para una misma propiedad. El plazo para dotarse del correspondiente proyecto de ordenación no podrá superar lo establecido en la legislación básica”.

Cuando se trate de montes particulares, agrupaciones de montes o montes vecinales de superficie inferior o igual a estas 25 hectáreas, se simplifica la exigencia, y únicamente habrán de dotarse de un documento simple de gestión, o bastará con la adhesión expresa a referentes de buenas prácticas<sup>21</sup> y a los modelos silvícolas orientativos, según especies o formaciones forestales, de acuerdo con lo regulado en la propia ley forestal gallega<sup>22</sup>. Estos “Sistemas de Adhesión” es lo que algunos autores han denominado *Planifica-*

<sup>20</sup> Es el caso de la Ley 3/2014, de 29 de mayo, por la que se modifica la Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón, ha incluido una ampliación de quince años de la vigencia de los proyectos de ordenación y planes técnicos, así como la de los planes de ordenación de recursos forestales, desapareciendo el trámite de autorización de los aprovechamientos de montes privados que se ajusten al plan durante ese período.

<sup>21</sup> Dichos “Manuales de buenas prácticas de Gestión Forestal” también se recogen en el Plan Forestal de Baleares de 2013.

<sup>22</sup> Vid. art. 77. 5 y 6 de la Ley 7/2012, de 28 de junio, de Montes de Galicia.



La propiedad forestal privada debe resultar rentable económicamente para su propietario, para animar a su mantenimiento y conservación, sin necesidad de una dependencia fatal de las subvenciones y ayudas.  
Foto: Álvaro López.

*ción subsidiaria forestal*, indicada para la pequeña propiedad privada forestal, que se consideran las propiedades de menos de 25 hectáreas, al igual que viene siendo considerando por la Administración Forestal catalana. (Bengoa *et al.*, 2013).

Otra regulación similar, dirigida a adaptar las figuras de ordenación a las peculiaridades de los montes pequeños, se encuentra en el procedimiento de “Planificación Subsidiaria Forestal” (Bengoa *et al.*, 2013) incluido en los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF)<sup>23</sup> de la comarca de Almazán y de la pro-

<sup>23</sup> Téngase en cuenta que en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, lo establecido para los montes privados en la Ley forestal registrará siempre que la determinación de la superficie mínima exigible para la tramitación de un instrumento de ordenación forestal no haya sido definida en el PORF vigente que sea de aplicación (Vid. art. 38.3 de la Ley 3/2009, de Montes de Castilla y León).

vincia de Valladolid<sup>24</sup>, que incluyen un documento denominado “Normativa” que establece los procedimientos para adherirse a la planificación subsidiaria y los derechos y obligaciones que ello conlleva y otro de “Referente técnico”, que albergan, entre otros contenidos, un sistema de planificación subsidiaria, al que pueden adherirse los propietarios de los terrenos forestales que tengan una superficie menor de 25 hectáreas. El referente técnico abarca diversas áreas, entre ellas y, con especial importancia, la selvícola. En este área, el referente incluye criterios y modelos de gestión con distintos grados de vinculación: 1) criterios vinculantes para las autorizaciones administrativas; 2) modelos de gestión para los terrenos que se acojan

<sup>24</sup> Estos dos PORF son los primeros que se han elaborado en la Comunidad de Castilla y León.

a la planificación subsidiaria; y 3) condiciones adicionales que deben cumplir las actuaciones para que tengan reconocida su contribución a la conservación de los valores Red Natura 2000 (Bengoa *et al.*, 2013). La adhesión a la planificación subsidiaria tiene lugar tras la solicitud por parte del titular de terrenos forestales y la correspondiente aprobación por la Dirección General del Medio Natural, conllevando dicha adhesión el cumplimiento de unas determinadas pautas o modelos selvícolas y, como contrapartida, otorga al propietario beneficios administrativos y, opcionalmente, económicos. En concreto, la adhesión a la planificación subsidiaria conlleva los siguientes derechos y deberes. Dicho terreno tiene la cobertura de planificación del PORF a los efectos previstos en los artículos 37 y 63 de la Ley 43/2003, de Montes, por lo que: 1) los aprovechamientos maderables y leñosos y las intervenciones selvícolas no requieren autorización administrativa, que queda sustituida por comunicación; 2). Su titular puede solicitar ayudas con cargo a los Presupuestos Generales del Estado o de los Presupuestos Generales de la Junta de Castilla y León, cumpliendo con la condición exigida por el artículo 63.2 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre. En contrapartida, su titular se compromete a gestionar los terrenos de acuerdo con los modelos selvícolas a los que haya manifestado acogerse en la solicitud. Además los montes acogidos a la planificación subsidiaria de los PORF contarían con el respaldo técnico y documental regulado por el mismo para la certificación de la Gestión Forestal Sostenible.

Por último, en este ámbito, es de resaltar la innovación normativa contenida en la Ley 3/2009 de Montes de Castilla y León (Piqué *et al.*, 2009), que ha sido inspiradora de la última Orden AAM/246/2013, de 14 de octubre, por la que se regulan los instrumentos de ordenación forestal de Cataluña, ya tratada. Esta Ley de Montes de Castilla y León regula la elaboración de un instrumento destinado a trasladar determinados criterios de gestión a los titulares de los terrenos forestales. Se trata de las denominadas “Normas Forestales”, que tienen carácter obligatorio para todos los montes que no

disponen de instrumento de planeamiento u ordenación forestal en vigor, e incorporarán las condiciones y directrices en cuyo marco deben efectuarse los aprovechamientos y usos de los montes. Serán objeto de publicación en el boletín oficial correspondiente, con previa sujeción a información pública (art. 40). Estas “Normas forestales”, tienen un grado de vinculación mayor que las alternativas consideradas en el referente técnico de los PORF de la comarca de Almazán y de la provincia de Valladolid (antes analizados en este trabajo), ya que son obligatorias para todos los montes, que no disponen de instrumento de planeamiento u ordenación forestal en vigor. El carácter obligatorio de estas normas puede dificultar su elaboración, ya que deben ser adecuadas para todo tipo de situaciones, cosa que no ocurre con los “Sistemas de Adhesión” del PORF de la comarca de Almazán y de la provincia de Valladolid (Bengoa *et al.*, 2013).

Del mismo modo, esta Ley 3/2009, regula la aprobación de “Referentes o Modelos Selvícolas”, entendiéndose como tales a la relación ordenada y cuantificada de las actuaciones forestales a llevar a cabo para garantizar una gestión forestal sostenible de las diferentes formaciones en montes de superficie inferior a 100 hectáreas, así como los procedimientos de adhesión a los mismos que conlleven un compromiso de seguimiento por parte de sus titulares. Dichos referentes selvícolas tendrán la consideración de instrumentos de ordenación forestal (art. 40 bis).

Todos estos ejemplos normativos, parten de un concepto de planificación, entendida en sentido amplio, como una vía para fomentar la implantación de técnicas adecuadas en la gestión forestal. Con este planteamiento se desvincula la “Planificación forestal” de la “Programación de Actuaciones”, reduciéndola a la simple adopción de determinadas pautas o modelos de gestión forestal (Bengoa *et al.*, 2013). En esto se materializaría la llamada “Planificación subsidiaria”. Con la adhesión a esta planificación subsidiaria, el titular del terreno forestal se compromete al cumplimiento de determi-

nadas condiciones técnicas en su gestión y, como contrapartida, se ve beneficiado en determinados procedimientos administrativos. Quizás esta sea una solución ponderada para conjugar el adecuado aprovechamiento de los recursos forestales con la conservación de los valores naturales, y al mismo tiempo, la puesta en valor de los montes, con las consecuencias tan favorables que ello puede tener de cara a la prevención de los incendios forestales<sup>25</sup>. La simplicidad y menor coste, hará menos necesarios muchos incentivos administrativos para los propietarios de montes, y por ello, puede suponer una buena oportunidad para que a un número considerable de nuevos montes privados se les aplique buenas prácticas forestales.

La planificación y ordenación forestal de la propiedad privada impulsada por la Ley Básica de Montes de 2003 y por la legislación forestal autonómica ha estado motivada en parte por el intento de trasladar elementos propios de los montes de utilidad pública a los de gestión privada, para ejercer mejor la labor de control administrativo sobre las actuaciones forestales en estos terrenos y para dar un marco planificador a programas de subvenciones de actuaciones forestales. Sin embargo, quizás sea únicamente esta última razón (condicionalidad) la que pueda justificar suficientemente algunos instrumentos de ordenación de montes privados de pequeño tamaño; por lo que se hace necesario reconsiderar las necesidades de planificación en el sector privado (Bengoa *et al.*, 2013). No ha de olvidarse que con una propiedad forestal privada muy fragmentada y de pequeñas dimensiones, como es la mayoritaria en España, resulta difícil rentabilizar la gestión del monte para su mantenimiento, del tratamiento y aprovechamiento de recursos forestales, más aún con dificultades administrativas, cierta inseguridad jurídica y generalizado rechazo social, que perciben los propietarios forestales, a la hora de programar y solicitar autorización para efectuar los aprovechamientos forestales, especialmente condicionados cuando se trata de espacios naturales protegidos.

<sup>25</sup> La propiedad forestal debe resultar rentable económicamente para su propietario, y con ello se logrará su mejor conservación: “el monte rentable no arde”.

Estas fórmulas de “planificación subsidiaria” o “Sistemas de Adhesión”<sup>26</sup>, tienen visos de ser consagradas con carácter general para todo el territorio nacional, al ser recogidas como fórmulas de ordenación de los montes de pequeño tamaño en el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014), siempre que las Comunidades Autónomas así lo permitan.

A la par de las reformas anteriormente expuestas, en la normativa autonómica más reciente<sup>27</sup>, se adoptan también medidas para posibilitar a los selvicultores que puedan agrupar las pequeñas superficies forestales para su ordenación y gestión conjunta. Para este fin se articulan medidas para propiciar la agrupación de terrenos forestales con dimensiones eficientes para su gestión mediante nuevas figuras societarias o comunitarias de gestión forestal compartida.

Con todo ello, la Administración forestal autonómica busca facilitar a los propietarios de montes pequeños un uso múltiple y sostenible de sus recursos forestales, poniéndolos en valor, además de dar soporte a la creciente demanda de Certificación Forestal. Téngase en cuenta que el primer requisito que exige la Certificación Forestal es que el monte cuente con un plan de gestión, es decir, que se trate de un monte ordenado.

## **2. Otras medidas para revitalizar e impulsar la gestión sostenible e integrada de los montes españoles adoptadas por las Comunidades Autónomas y por el Estado**

La propiedad forestal privada debe resultar rentable económicamente para su propietario, para

<sup>26</sup> Adhesión a un modelo tipo de gestión forestal debidamente aprobado, que incluya series de actuaciones selvícolas aplicables a los diferentes tipos de monte a la escala apropiada (Vid. art. 44)

<sup>27</sup> Esta posibilidad de agrupación está presente además de en la normativa forestal de Cataluña y Galicia, en otras normas forestales autonómicas de última generación (vid. art. 66.4 de la Ley 15/2006, de 28 diciembre, de Montes de Aragón; art. 38.2 de la Ley 3/2009, de 6 de abril, de montes de Castilla y León) y en el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014).

animar a su mantenimiento y conservación, sin necesidad de una dependencia fatal –sobre todo en los tiempos de crisis que corren–, de las subvenciones y ayudas. Para ello se requiere obtener tanto beneficios económicos del uso y aprovechamiento de múltiples recursos forestales (madera, biomasa, plantas silvestres, setas o caza), como las legítimas compensaciones económicas que correspondan por la prestación o el incremento de diversos servicios ambientales (hidrológicos, biodiversidad, fijación de carbono), paisajísticos y recreativos (disfrute de la naturaleza y el paisaje), es decir, por sus externalidades ambientales de interés general. Con este fin en la normativa forestal autonómica de última generación se están adoptando medidas que se centran especialmente en los siguientes puntos<sup>28</sup>:

- **Potenciación de los montes de propiedad en pro indiviso**, en especial “Montes de Socios”, los “Montes Comunales”, y los “Montes Vecinales en Mano Común”, como vía para la integración de la gestión forestal y el desarrollo rural. En la normativa forestal europea se le otorga mucha importancia a estos montes. Existen iniciativas de potenciación de estos montes, como la puesta en marcha en 2010 por la “Asociación Forestal de Soria”, del proyecto “Montes de Socios”, con el objetivo de extender el interés por recuperar y poner en valor este tipo de montes por todo el país. Dicho proyecto fue aprobado dentro de la convocatoria de proyectos piloto de la Red Rural Nacional, con una actuación prevista para los años 2010 a 2013 y con un ámbito de trabajo definido para las comunidades de Aragón, Asturias, Castilla la Mancha, y Castilla y León. En el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014), se dedica todo un capítulo (Capítulo VI) a su regulación, con el fin de posibilitar su gestión sin necesidad de identificación y unanimidad de todos sus titulares (al margen de los

procedimientos existentes en la legislación civil).

- **Fomento del asociacionismo forestal** (las Sociedades Forestales), tanto en la normativa autonómica de última generación como en el actual Proyecto de Ley de modificación de la Ley 43/2003, de Montes (2014), se regula con especial interés la agrupación de pequeños montes a efectos de gestión y se define el régimen jurídico de las “Sociedades Forestales”.
- **Apoyo a la Certificación Forestal**. Tanto el legislador estatal como el autonómico apuestan por esta certificación forestal, pero su aplicación dista mucho de ser mayoritaria; muy al contrario el porcentaje de montes certificados es muy bajo, la razón sobre todo proviene del hecho de que para que la gestión de un monte se pueda someter a este proceso de certificación es requisito indispensable que se trate de un monte ordenado, es decir, que cuente con un proyecto de ordenación vigente. Este requisito hace muy difícil que la mayoría de los montes privados puedan adherirse a un sistema de certificación forestal, pues la gran mayoría de los montes privados, hoy por hoy, carecen de ordenación. Una de las vías para corregir esta situación, es la promoción de instrumentos de planificación colectiva de montes privados, para que puedan acceder a los instrumentos de certificación. En este sentido, la entidad PEFC España, ha promovido proyectos Pilotos, como “Desarrollo Forestal Sostenible 2013”, se trabaja en el desarrollo de nuevos instrumentos de planificación colectiva, con el fin de promover la gestión forestal sostenible mediante la certificación forestal como herramienta de ecoinnovación del sector forestal. Este Proyecto Desarrollo Forestal Sostenible tiene una duración de 4 años, con comienzo en el año 2010. El proyecto piloto ha centrado su área de actuación en las “zonas rurales a revitalizar” situadas a lo largo de la cornisa cantábrica caracterizadas por presentar un alto porcentaje de superficie forestal arbolada y ratios elevados de

<sup>28</sup> Muchas de estas medidas se encuentran recogidas en las propuestas sobre “gestión forestal”, presentadas por ASEMFO en el Congreso, con fecha de 8 de enero de 2013.

micro propiedad forestal que dificulta aún más la gestión sostenible de las masas. Estas zonas son: Lugo Central, Montaña Lucense, Occidente Asturiano, Oriente Asturiano, Montaña Occidental Cántabra, Montaña Oriental Cántabra, Burgos Norte y Palencia Norte (Salvador del Pozo *et al.*, 2013).

- **Simplificación de los procedimientos de administración forestal.** Por ejemplo, una de las finalidades que persigue la Ley 3/2014, de 29 de mayo, por la que se modifica la Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón, es la simplificación de trámites administrativos en diversos procedimientos. Se simplifican algunos procedimientos administrativos, como los relativos a la circulación con vehículos a motor en montes catalogados, las modificaciones sustanciales de la cubierta vegetal, los aprovechamientos de leñas y de choperas en montes privados y las repoblaciones forestales en fincas privadas. Así, la autorización administrativa exigida hasta ahora se sustituye por una comunicación previa por parte de los interesados a la Administración pública en determinados supuestos de actuaciones en montes públicos no catalogados y privados. Esta simplificación ya está presente en la modificación de la Ley Básica de montes de 2003, por la Ley 10/2006, de 28 de abril, en cuyo art. 37 se establece que cuando se trate de un monte ordenado, el titular de la explotación del monte únicamente tendrá que notificar a la Administración competente previamente el aprovechamiento. En el caso de no existir instrumentos de ordenación o PORF, los aprovechamientos requerirán autorización.
- **Flexibilización y agilización de los procedimientos de enajenación de productos forestales.** La escasa flexibilidad de los procesos de licitación de los productos forestales es una de las más importantes barreras para la movilización de madera y leña. La industria forestal y los propietarios forestales demandan más estabilidad en cuanto al suministro o venta, respectiva-

mente, de productos maderables o leñosos así como mayor agilidad en los procesos de licitación y adjudicación de los lotes. Así por ejemplo, La Ley 3/2009, de 6 abril, de Montes de Castilla y León, regula en su art. 47 medidas para la agilización de los procedimientos de enajenación. Medidas en este sentido también se han adoptado por la normativa forestal de Navarra. (Olabe, A y Baeza E., 2013)

- **Promoción y dinamización del aprovechamiento de la biomasa forestal como fuente de energía renovable alternativa.** La biomasa forestal representa una alternativa viable de futuro para movilizar recursos forestales inmovilizados o infrautilizados y obtener beneficios económicos para los montes. Algunas Comunidades Autónomas han aprobado medidas para fomentar la valorización de la biomasa forestal. Así, por ejemplo, el Decreto 13/2013, de 26 de febrero de Extremadura, por el que se regula el procedimiento administrativo para la realización de determinados aprovechamientos forestales, establece el régimen de los cultivos energéticos forestales y crea el Registro de Cultivos Energéticos Forestales, con el que se pretende solventar las dificultades para certificar el origen y sostenibilidad de la biomasa forestal con fines energéticos. De igual forma, se ha aprobado el Programa de Movilización de los Recursos Forestales en Castilla y León (2014-2022). Por último, ha de tenerse también en cuenta el Decreto 50/2014, de 10 de abril, por el que se regulan los aprovechamientos madereros y leñosos, de corcho, de pastos y micológicos en montes o terrenos forestales de gestión privada en la Comunidad Autónoma de Galicia y el contenido, organización y funcionamiento del Registro de Empresas del Sector Forestal. En el ámbito estatal, se adoptan medidas de especial importancia para la puesta en valor de la biomasa forestal en el “Plan de Activación Socioeconómica del Sector Forestal”, aprobado por el Estado en enero de 2014, y que se trata más adelante en este trabajo.



- **Impulso a la cadena monte-industria<sup>29</sup>:** Investigación, información y participación. Creación de una plataforma intersectorial que sirva de nudo de enlace y posibilite la participación.
- **Regulación de mecanismos que posibiliten la aplicación de Pago por Servicio Ambiental (PSA).** Es crucial la valoración de los activos ambientales del patrimonio forestal y el pago compensatorio por servicios ambientales. Para ello nuestro Derecho positivo articula dos instrumentos que constituyen sistemas PSA: Los Contratos Territoriales y la Custodia del Territorio (Rodríguez-Chaves, 2013). Hoy en día se está promoviendo, y ya hay proyectos en

marcha, de pago a los terrenos forestales por dos externalidades ambientales: el monte como sumidero de carbono y el monte como regulador del recurso hídrico. En lo que se refiere al monte como sumidero de carbono (ha sido contemplado en la Ley estatal 2/2011, de 4 de marzo de economía sostenible, lo que ha propiciado iniciativas basadas en la compensación de emisiones a través de la forestación como “huellacero” y el Sistema Andaluz de Compensación de Emisiones (SACE), en el marco de la selvicultura de carbono). En lo concerniente al monte como regulador del recurso hídrico, ha de señalarse que en algunas Comunidades Autónomas, como Cataluña, se está estudiando su implementación, a partir de las previsiones recogidas en la Orden AAM/246/2013, de 14 de octubre, por la que se regulan los instrumentos de ordena-

Parque Natural del Gorbea. Foto: Álvaro López.

<sup>29</sup> Concepto definido en el art. 99.1 de la Ley 7/2012, de 28 de junio, de Montes de Galicia.

ción forestal (Palero y Baiges, 2013, Sarasibar, 2007).

Todas las medidas expuestas deben enfocarse para ser incluidas, en la mayor proporción posible, en el marco de los Programas de Desarrollo Rural financiados por el FEADER durante el periodo 2014-2020, mediante la incorporación de explotaciones agroforestales como núcleos dinamizadores del desarrollo rural, articulándose medidas específicamente dirigidas al sector forestal, mediante la integración de acciones de mejora de las condiciones sociales y productivas de las comarcas forestales. La programación de estas medidas se podrían ceñir: a la prevención de incendios forestales; restauración de terrenos forestales degradados; movilización de la biomasa forestal para usos energéticos; fomento de las agrupaciones de propietarios forestales; mejora de infraestructuras de las fincas forestales; soporte a iniciativas productivas para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales; apoyo a la transformación y comercialización de productos forestales, y, por último, incrementar al mismo tiempo el valor medioambiental y socioeconómico de los ecosistemas forestales. Todo ello sin desatender las posibilidades que la nueva PAC ofrece a los montes también en el Pilar I (pagos directos), que prevé para pago “verde” el 30% de la dotación nacional.

En esta línea, coincidiendo con el nuevo período de programación de desarrollo rural que se abre en el ámbito Europeo, con el horizonte temporal 2014-2020<sup>30</sup>, el Estado ha adoptado en enero de 2014, como medida para “impulsar con “Plan de Activación Socioeconómica del Sector Forestal”, como primera iniciativa aprovechando el cambio de orientación del Segundo pilar de la PAC y atraer fondos FEADER para medidas de conservación, protección y mejora del medio natural.

<sup>30</sup> Reglamento (UE) núm. 1305/2013, del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y por el que se deroga el Reglamento (CE) núm. 1698/2005, del Consejo.

Dicho Plan tiene como objetivos aprovechar la capacidad del sector forestal para impulsar la actividad socioeconómica y contribuir a la diversificación de la actividad económica del medio rural. Asimismo, busca incrementar el número de empleos relacionados con la actividad forestal, así como mejorar la renta de los trabajadores del sector forestal y las condiciones de vida de los habitantes del medio rural vinculados a esta actividad. También tiene como finalidad aumentar el número de explotaciones forestales ordenadas y gestionadas, incrementar la dimensión de la propiedad forestal y lograr superficies económicamente eficientes para una gestión forestal sostenible, además de contribuir a elevar el valor añadido de los productos forestales y aumentar la demanda de los mismos.

Para ello, se han definido 85 medidas, con la intención de priorizar las que contribuyan a desarrollar cuatro ejes fundamentales: 1) Comprometer un presupuesto mínimo de la programación FEADER para medidas forestales y definir las de manera útil para conseguir los objetivos del Plan; 2) Apoyar la valorización energética de la biomasa; 3) respaldar el asociacionismo y las organizaciones de productores para la movilización de los productos forestales; y 4) Impulsar la transformación, diferenciación y diversificación del uso de los aprovechamientos forestales.

Estas medidas se englobarán en dos tipos de iniciativas. Por una parte, las que se deberán realizar dentro del ámbito de funcionamiento de la Administración: como el diseño de la programación, el desarrollo de la normativa sobre propiedad forestal, la gestión sostenible de los terrenos forestales, la regulación fiscal, la coordinación entre las administraciones o el impulso de la cultura forestal de la sociedad a través de la información y la divulgación. Y, por otra parte, se encuentran las iniciativas para las que se requiere una participación activa del sector forestal, relacionadas con el aprovechamiento y movilización de los productos forestales y los sectores económicos, y las destinadas a mejorar la formación y la

calificación de los trabajadores, favoreciendo la capacitación profesional, la mejora de la productividad y la competitividad de las empresas del sector. Este Plan coordinador se enmarca en el Plan para la Diversificación de la Actividad Económica del Medio Rural, cuyo objetivo es mantener y ampliar la base económica del medio rural mediante la preservación de actividades competitivas y multifuncionales, y la diversificación de su economía con la incorporación de nuevas actividades compatibles con el desarrollo sostenible.

Valgan estos apuntes para seguir avanzando en la configuración de un modelo estatal de gestión forestal sostenible e integral, que parta de una consideración de los montes como infraestructuras verdes estratégicas para el desarrollo rural y para el bienestar de la sociedad, adaptado a la realidad ambiental y a las estructuras de la propiedad forestal imperante en cada territorio. ❀

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu y Pidal, J.M<sup>a</sup>: Propiedad, titularidad y funcionalidad de los terrenos forestales, ICONA, Madrid, 1995, págs. 33 a 37.
- Bengoá Martínez de Mandojana, J.; Beneitez López, J.M. y Espinosa Rincón, J.R.: Planificación subsidiaria forestal para la pequeña propiedad privada, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- Casas Grande, J.: Una reflexión sobre la contribución de los montes al desarrollo rural de la España actual, *Foresta*, núm. 56 (2013), págs. 96 a 105.
- Castanyer Vila, J.: La planificación de espacios protegidos: un mandato legal, en *Prácticas para la planificación de espacios naturales*, ICONA, Madrid, 1991, pág. 23.
- Cervera, T.; Farriol, R.; Muñoz, A. y Rabascall, X.: Instruccions de Redacció i l'Inventari Forestal. Centre de la Propietat Forestal. Departament de Medi ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2004.
- Esteve Pardo, J.: Realidad y perspectivas de la ordenación jurídica de los montes (función ecológica y explotación racional), Madrid, 1995, pág. 277.
- Farriol Almirall, R. y Abián Perruca, J.L.: Nuevos modelos de Instrumentos de Ordenación Forestal, una necesidad del sector forestal en Catalunya, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- González, J. M.; Piqué, M. y Vericat, P.: Manual de ordenación por rodales: gestión multifuncional de los espacios forestales, 2ª ed. Organismo autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2011.
- Martínez de Anguita D' Huart, P.; Iriarte, L.; Buendía, M.: De la planificación a la gestión: la necesaria simplificación de la Ordenación de Montes, *Spanish journal of rural development*, Vol. 3, Nº. 4, 2012, págs. 51-62.
- Olabe Velasco, F y Baeza Oliva, E.: Adecuación de la legislación a las necesidades del sector forestal en la Comunidad Foral, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- Olabe, F, Val, Y.: La Red Natura 2000, una oportunidad para el sector forestal, *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 21 (2007), págs. 113-118.
- Palero Moreno, N.; Baiges Zapater, T.: Primera aproximación a la implementación de un sistema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en relación al agua y a la gestión forestal de montes privados en Cataluña, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz).
- Piqué Nicolau, M.: Planificación forestal en espacios naturales protegidos: herramientas integradoras en un contexto de cambio, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- Piqué, M.; Vericat, P.; Saura, S.; Torras, O. y Cervera, T.: Establecimiento de tipologías forestales como herramienta para la elaboración de orientaciones regionales de gestión forestal, SECF, Actas 5º Congreso Forestal Español, 2009, Ávila.
- Piqué, M.; Vericat, P. ; Cervera, T. ; Baiges, T. y Farriol, R.: Tipologies forestals arbrades. Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2011.
- Rabascall Morera, X.: Los planes técnicos forestales en Cataluña. Análisis de la planificación y gestión forestal, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- Rodríguez-Chaves Mimbbrero, B.: Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en el Derecho Europeo y en el Derecho interno español. Apuntes sobre su situación actual y perspectivas, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, núm. 24 (enero-abril), 2013, 82-127.
- Salvador del Pozo, M.; Noriega Bravo, A.; Pérez Oleaga, A.: Planificación colectiva. Desarrollo Forestal Sostenible, SECF, Actas del 6º Congreso Forestal, 10 a 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz.
- San Miguel A.: La gestión de los montes que no son bosques: nuevos paradigmas para viejos paisajes culturales, *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 31 (2009), págs. 103-112.
- Sarasibar Iriarte, M.: El derecho forestal ante el cambio climático: las funciones ambientales de los bosques, Aranzadi, Pamplona, 2007.
- Vericat, P., Piqué, M.: Utilización del método de ordenación por rodales para compatibilizar la gestión forestal y la conservación de la biodiversidad, *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, núm. 21 (2007), págs. 125-133.
- De Vicente Domingo, R.: Espacios Forestales (su ordenación jurídica como recurso natural), Madrid, 1995, págs. 111 y 112.

# El papel de la caza mayor en la gestión y conservación de los hábitats

**Ramón Perea**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.  
Department of Biology. Stanford University, California, Estados Unidos

Desde tiempos ancestrales el ser humano ha contribuido al declive de muchas especies animales con el fin de abastecerse de unos bienes preciados (por ejemplo carne y abrigo) o de eliminar posibles competidores que perturben el aprovechamiento de los recursos deseados. Como consecuencia y, desde los comienzos de la historia de la humanidad, las especies de caza se han considerado un bien escaso (Ortega y Gasset 1972). Las sociedades, eminentemente rurales, apreciaban el valor de la caza, especialmente su carne y su piel y, por tanto, centraban su atención en aquellas especies que tuvieran cierto interés para el comercio o el autoabastecimiento. Hoy día ocurre prácticamente lo contrario. La piel y la carne de caza tienen poco valor y es el trofeo (el ocio) el principal aliciente del cazador. La sociedad ha cambiado enormemente, y los principios y mentalidades que imperaban en siglos pasados han sufrido cambios radicales. La sociedad actual es eminentemente urbana, vive lejos del campo y ajena a la actividad agraria. Poco a poco la conciencia medioambiental (conservacionista) va ganando terreno y surgen los primeros enfrentamientos entre los colectivos más exigentes con la conservación y aquellos que se resisten a un modo de vida que consideran “impuesto” desde las grandes urbes. A su vez, la nueva so-

iedad quiere conservar la poca naturaleza que el hombre ha preservado y quiere que esto sea de la manera más natural, generalmente eliminando toda actividad humana, a pesar de que el ser humano ha generado y moldeado muchos de los ecosistemas que hoy queremos conservar, por ejemplo las dehesas. En este artículo se expone brevemente la situación actual de la caza mayor, las ventajas e inconvenientes de albergar especies de caza mayor para la conservación de los hábitats y las posibles incompatibilidades en una gestión integral que trate de aglutinar el manejo de la fauna silvestre con la conservación del medio.

## EVOLUCIÓN DE LA CAZA MAYOR EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

La caza mayor se refiere a aquellas especies cinegéticas de mayor porte (mayores que un zorro) y aglutina buena parte de todos los ungulados silvestres de la península ibérica, autóctonos o introducidos. Ciervos, corzos, gamos, muflones, cabras monteses, rebecos, arruís, jabalíes son las principales especies de caza mayor en España. Además, ciertos carnívoros han sido considerados piezas de caza mayor (oso, lince, lobo, etc) pero la constante persecución

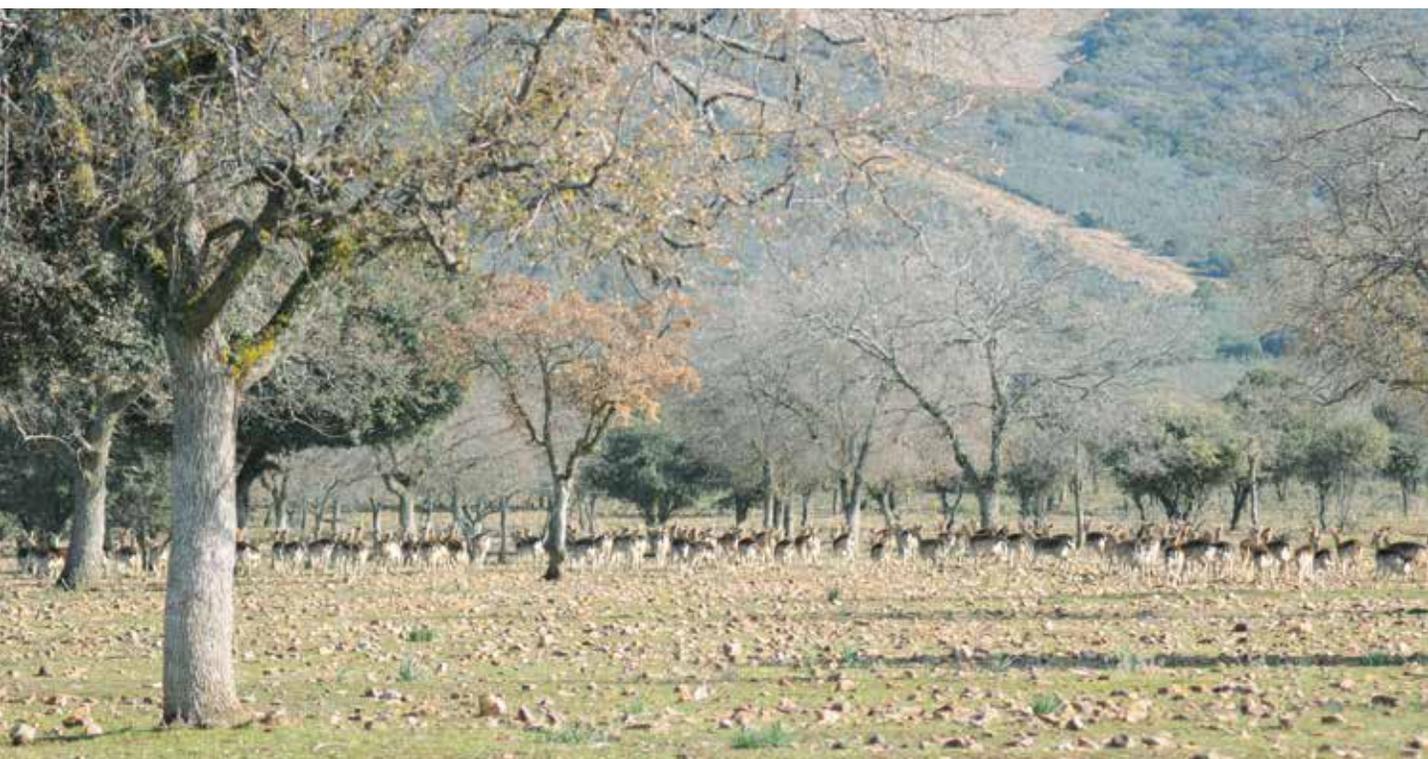


Fig. 1. Las poblaciones de caza mayor han sufrido un importante incremento en las últimas décadas debido al creciente interés económico, el abandono rural y la escasez o ausencia de depredadores naturales. Arriba: Coto de caza gestionado de manera intensiva con el fin de incrementar las poblaciones (piezas abatidas) y la calidad de los trofeos mediante el uso de vallados, suplementación alimentaria, introducción de individuos no autóctonos, etc. En la imagen se observa una manada de más de 70 gamas. Abajo: Las especies endémicas de alta montaña, como la cabra montés, despiertan un alto interés entre cazadores españoles y extranjeros, con precios que superan los 10 000 euros por pieza abatida. Fotos: Ramón Perea

Las evidencias ponen de manifiesto la importancia de una densidad adecuada de especies de caza mayor, especialmente los ungulados, pues altos niveles poblacionales impiden la regeneración de las especies leñosas y ponen en peligro la dinámica forestal, mientras que la ausencia de grandes herbívoros impide el cumplimiento de los procesos ecológicos, homogeniza el sistema y disminuye la biodiversidad animal y vegetal

humana sobre estas especies de depredadores (competidores del hombre) durante milenios ha hecho que sus poblaciones se encuentren mermadas y actualmente protegidas. Sin embargo, poco a poco estas especies van recuperando sus territorios perdidos. Es el caso de la reciente expansión del lobo ibérico, que ocupa ya buena parte de la vertiente meridional del Duero llegando hasta la propia Comunidad de Madrid. Solo las poblaciones al sur del Duero están protegidas mientras que algunas poblaciones del norte del Duero están sometidas a caza y control, lo que ha generado una amplia controversia entre ganaderos y cazadores (defensores de la caza) y ecologistas y conservacionistas (detractores de cualquier abatimiento de lobos).

Las poblaciones de ungulados silvestres componen el grueso de las especies de caza mayor y alcanzaron un estado crítico a mediados del siglo pasado, cuando sus efectivos quedaron reducidos a algunos cotos privados de caza (grandes latifundios) y reservas de caza. Desde entonces, las poblaciones de muchas de estas especies han ido recuperándose, fruto del interés comercial por la caza (recechos, monterías,

esperas), la extinción o baja densidad de los grandes depredadores y el reciente abandono rural durante las últimas décadas, que ha favorecido el incremento de la superficie forestal, incrementándose el hábitat potencial para estas especies y disminuyendo la presión cinegética en muchas zonas aisladas y deprimidas. El resultado final es una creciente población de especies de caza mayor que ha venido aparejada de un creciente número de licencias de caza hasta el año 2000, en que el número de cazadores (licencias de caza) empezó a disminuir (Herruzo y Martínez-Jáuregui 2013). Sin embargo, son las licencias de caza menor, para abatir especies menudas como liebres, conejos, perdices, palomas, tórtolas, zorzales, etc. las que han decrecido en los últimos años mientras que el número de licencias de caza mayor se mantiene en crecimiento (Herruzo y Martínez-Jáuregui 2003). Esto se explica por una fuerte conversión de cazadores hacia las especies de caza mayor, así como la creciente llegada de turismo cinegético extranjero en detrimento de una caza menor que sigue en recesión, probablemente como consecuencia de que sus especies más emblemáticas (p. ej. perdiz roja, tórtola, conejo) han sufrido importantes descensos poblacionales en las últimas décadas. La situación actual, en general y salvo localizaciones puntuales, es una creciente población de ungulados silvestres incluyendo el jabalí, cuya prolífica reproducción y capacidad de adaptación a diferentes ambientes (salvando todo tipo de vallas) está favoreciendo su aparición en lugares inimaginables (campos de golf, playas, parques periurbanos, etc.), ocasionando importantes perjuicios no solo a cultivos e infraestructuras sino también daños físicos y materiales con importantes consecuencias (accidentes de tráfico, etc.).

Los datos muestran que la tendencia de individuos cazados en España sigue en aumento en las especies de caza mayor (especialmente ciervo y jabalí que son las especies de mayor tradición venatoria) con valores que superan los 100 000 ciervos cazados al año y hasta 150 000 individuos en el caso del jabalí en los últimos años (Martínez-Jáuregui *et al.* 2013). La caza mayor se ha convertido en el aprovechamiento

principal de muchas fincas, lo que ha llevado a promover la artificialización de muchos cotos a través de vallados, alimentación suplementaria, desparasitación, introducción de ejemplares no autóctonos, etc. (Fig. 1). Actualmente existen más de 3000 cotos de caza mayor vallados en la mitad sur de España (ocupan el 4% de la superficie de España), que albergan el grueso de la población de ciervo en España (FEDFA, 2012), con densidades que superan en muchos cotos los 60 individuos por cada 100 hectáreas de terreno (Perea *et al.* 2014), siendo, probablemente, las mayores densidades nunca conocidas en la historia de nuestros montes. Eso unido a la ausencia o escasez de depredadores naturales en buena parte de la Península hace que las poblaciones solo puedan ser controladas por el hombre (caza) o enfermedades epidémicas (epizootias). Esto no ocurre exclusivamente en España sino que está ocurriendo en buena parte del hemisferio norte, donde las poblaciones de ungulados silvestres son las más elevadas hasta ahora conocidas (Porter 1994).

## LA CONSERVACIÓN DE NUESTROS HÁBITATS

Las especies de caza mayor juegan un papel importante en los diferentes procesos ecológicos. Los herbívoros son piezas fundamentales en la cadena trófica del ecosistema, en el modelado del paisaje y en la conservación de otras especies animales y vegetales. Resulta necesario que existan herbívoros autóctonos que fertilicen el suelo, dispersen semillas, consuman materia vegetal, faciliten la heterogeneidad de ambientes y mantengan y conserven ciertas comunidades herbáceas, lo que favorece mayores tasas de biodiversidad (Gabay *et al.* 2008).

Muchas especies de caza mayor sirven como importantes dispersores de semillas (especialmente de herbáceas; Malo y Suárez 1995; Von Oheimb *et al.* 2005) pero también de árboles y arbustos al moverse largas distancias y entre diferentes parches de vegetación (Perea *et al.* 2013). Además, es necesario que existan herbívoros que mantengan y conserven muchas

**La caza representa un recurso renovable, hoy día económicamente rentable, e incluso necesario en muchos sistemas en que las densidades de especies de caza mayor están poniendo en peligro la regeneración natural y otros procesos ecológicos. Mención aparte merecen los espacios protegidos, donde la prioridad no es la rentabilidad sino la protección ambiental y la conservación de los valores naturales**

de las comunidades de herbáceas, algunas de ellas consideradas hábitats prioritarios de conservación por la Directiva Hábitat 92/43/EEC de la Unión Europea (San Miguel *et al.* 2010). Paisajes tan característicos, biodiversos y apreciados por el ser humano como las dehesas del sur y oeste peninsular (hábitat 6310), los cervunales de media y alta montaña (hábitat 6230), los pastos xeromesofíticos sobre sustratos calcáreos, de importancia para las orquídeas (6210) o los pastizales mediterráneos de vivaces y anuales (6220) son ejemplos de hábitats de interés comunitario que requieren de pastoreo para su mantenimiento y conservación. En muchas de estas comunidades la presión ganadera hoy día es muy baja o inexistente fruto de los actuales cambios socioeconómicos (abandono rural, intensificación ganadera) y son, los ungulados silvestres (fundamentalmente especies de caza mayor) los encargadas de conservar la estructura y funcionamiento de estos tipos de hábitat. De hecho, estas comunidades dejarían de existir si no existiese cierta presión herbívora que favoreciera a las herbáceas frente a vegetación arbustiva colonizadora. A pesar de lo que uno pueda imaginar, muchas de las especies herbáceas se ven favorecidas por

Muchas fincas de caza mayor suponen las zonas mejor conservadas de nuestro territorio y sirven de refugio a especies protegidas como el lince ibérico, el águila imperial ibérica, el buitre negro o la cigüeña negra. La compatibilidad entre la actividad cinegética –actual motor económico de muchas zonas rurales– y la conservación es imprescindible para lograr una gestión sostenible del territorio

el consumo de los herbívoros al presentar meristemas basales (puntos de nuevo crecimiento) que vuelven a brotar al poco de ser consumidos, produciendo tejidos nuevos con tasas fotosintéticas superiores, fenómeno conocido como “paradoja pastoral”. Así, la perpetuación de estas comunidades de herbáceas exige que sean consumidas en cierta manera para evitar su desplazamiento o sustitución por especies leñosas primo-colonizadoras. Sin embargo, las especies leñosas (matas, arbustos, árboles

y arbolillos), por su parte, no presentan estos puntos de crecimiento basales y brotan, por lo general, una sola vez al año. Esto quiere decir que el mordisco provocado por el ungulado sobre las especies leñosas impedirá que el nuevo brote (con hojas y/o flores) se desarrolle adecuadamente, imposibilitando, cuando la presión es elevada, que muchas especies lleguen a regenerarse con éxito. Esta presión es especialmente evidente en la época en que se agostan la gran mayoría de los pastos herbáceos (desde



Fig. 2. Ejemplar de quejigo caído en una dehesa mixta de encinas, quejigos y alcornoques en un coto de caza mayor. La superpoblación de especies cinegéticas de caza mayor (ciervo, jabalí, gamo, muflón, etc.) está poniendo en peligro la regeneración de muchas dehesas al consumir la cosecha de bellotas y no permitir que las plántulas se establezcan como futuros árboles que sustituyan a los que año a año van perdiéndose por enfermedades, vendavales o senescencia. Foto: Ramón Perea



Fig. 3. El arruí (*Ammotragus lervia*) es un especie de ungulado propia del Norte de África que fue introducida en Sierra Espuña (Murcia) en 1970 con fines cinegéticos. Hoy día esta especie puede representar una amenaza para la conservación de ciertas especies leñosas y para los cultivos pero también una oportunidad para conservar y mantener hábitats protegidos como ciertas comunidades de herbáceas protegidas por la Directiva Hábitats, que han persistido gracias al ganado (hoy en desaparición) así como para la conservación de aves carroñeras protegidas (Directiva Aves). El efecto de esta especie sobre los hábitats depende de su densidad de población y su adecuada gestión para reducir la presión sobre comunidades leñosas, las más sensibles al daño por ungulados. Así, el arruí, bajo poblaciones controladas, puede jugar un papel positivo en zonas semiáridas como sustitución del extinto ganado, donde además no existen otros ungulados silvestres autóctonos que compitan con él, debido a la aridez y topografía del terreno. Foto: Ramón Perea

finales de primavera hasta inicios de otoño en ambientes mediterráneos) así como en invierno por la ralentización del crecimiento de la hierba debido a las bajas temperaturas (parada invernal en el crecimiento vegetativo). Durante estas épocas desfavorables, las especies herbívoras de caza mayor (cérvidos y bóvidos) recurrirán con gran avidez al consumo de las especies leñosas (ramoneo) con la consecuente degradación de las mismas. En zonas con elevada densidad de cérvidos, como ocurre en buena parte de los cotos del sur peninsular, el exceso de ungulados está provocando cambios en la composición específica de las comunidades leñosas debido a que las preferencias de estos cérvidos por los vegetales varían de unas espe-

cias a otras, siendo algunas muy ramoneadas y otras apenas consumidas. Esta selección provoca que algunas especies leñosas muy apetecidas (p. ej. madroños, encinas, mirtos, labiérnagos, acebuches, madreselvas) se vean reemplazadas por otras menos preferidas, generalmente con compuestos aromáticos, alcaloides u otros metabolitos secundarios que reducen la palatabilidad (p. ej. romero, cantueso, tomillo, torvisco) lo cual modifica la composición específica de las diferentes comunidades leñosas mediterráneas (Perea *et al.* 2014). Estas especies favorecidas (no consumidas por la caza) están reemplazando a otras especies arbustivas y arbóreas de mayor nivel evolutivo en la dinámica vegetal (p. ej. madroños, escobas, encinas, quejigos,



Fig. 4. Ejemplar inmaduro de águila imperial ibérica, alimentándose de carroña de ciervo y jabalí aprovisionada en un muladar tras una jornada cinegética. Numerosas especies carroñeras se benefician de las vísceras y otras partes no aprovechadas durante las batidas y monterías. Muchas fincas de caza mayor suponen las zonas mejor conservadas de nuestro territorio y sirven de refugio a especies protegidas como el lince ibérico, el águila imperial ibérica, el buitre negro o la cigüeña negra. La compatibilidad entre la actividad cinegética (actual motor económico de muchas zonas rurales) y la conservación es imprescindible para lograr una gestión sostenible del territorio.

rebollos), provocando un retorno a etapas de sucesión menos evolucionadas (primo-colonizadoras), rompiendo, así, la dinámica natural hacia formaciones boscosas (Perea *et al.* 2014). Además, la presión herbívora está poniendo en riesgo la regeneración de muchos bosques al impedir el desarrollo de las plántulas de los diferentes árboles, estancándose el ciclo de regeneración natural de los bosques (Fig. 2).

Estas evidencias ponen de manifiesto la importancia de una densidad adecuada de especies de caza mayor (especialmente los ungulados) pues altos niveles poblacionales impiden la regeneración de las especies leñosas y ponen en peligro la dinámica forestal mientras que la ausencia de grandes herbívoros impide el cumplimiento de los procesos ecológicos, homogeniza el sistema y disminuye la biodiversidad animal y vegetal. Además, en ambientes secos mediterráneos como los que imperan en buena parte de la Península Ibérica, el diente del herbívoro

es considerado una eficaz herramienta contra la propagación de incendios forestales al reducir el combustible disponible y mantener áreas y fajas cortafuegos de una forma económica (Ruiz-Mirazo *et al.* 2009).

#### CAZA Y CONSERVACIÓN: ¿INCOMPATIBLES?

Vistas las principales ventajas e inconvenientes de albergar poblaciones de especies de caza mayor cabe preguntarse hasta qué punto pueden compatibilizarse la caza y la conservación. En muchos foros actuales, las posiciones parecen extremarse, existiendo grupos sociales que defienden o denuestran el ejercicio de la caza. Como se ha comentado con anterioridad parece lógico y necesario mantener poblaciones de ungulados autóctonos que mantengan la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, doten de heterogeneidad y biodiversidad a los

bosques y ayuden a mantener hábitats de interés prioritario (Fig. 3). Sin embargo, la actual ausencia de depredadores naturales, extintos en su mayoría por la persecución humana, crea la necesidad de controlar dichas poblaciones con el fin de evitar no solo importantes daños a la vegetación y regeneración de nuestros bosques, sino también la proliferación de importantes enfermedades (epidemias) que afectan a las especies de caza, al ganado, e incluso al hombre (zoonosis). Además, deben tenerse en cuenta los posibles efectos cascada derivados de la modificación de la vegetación y la alteración de procesos biogeoquímicos, lo que puede provocar importantes efectos sobre otras especies tanto de invertebrados como de vertebrados (Côté *et al.* 2004). Solo si se consiguen gestionar nuestros ecosistemas de una manera sostenible tanto ecológica como socioeconómicamente podremos conservarlos (Fig. 4). Por ello, la caza representa un recurso renovable, hoy día económicamente rentable, e incluso necesario en muchos sistemas en que las densidades de especies de caza mayor están poniendo en peligro la regeneración natural y otros procesos ecológicos. Mención aparte merecen los espacios protegidos (Parques Nacionales, p. ej.) donde la prioridad no es la rentabilidad sino la protección ambiental (sostenibilidad ecológica), con el objetivo final de asegurar la conservación de los valores naturales por lo que ha sido declarado Espacio Natural Protegido. Por ello, probablemente lo ideal, en estas áreas de especial importancia en la conservación, sería tratar de buscar un equilibrio ecológico entre ungulados y depredadores y tratar de devolver a los depredadores extintos: lince, lobo, oso, el territorio perdido a sabiendas de lo ingrato que esto puede ser para muchos colectivos que puedan verse afectados, especialmente ganaderos, y las consecuencias, siempre inciertas, de la reintroducción de especies. Véase el reciente caso de la reintroducción del lobo en el Parque Nacional de Yellowstone (EE.UU), con el fuerte desplazamiento por competencia que ha sufrido el oso pardo, pero con la devolución de importantes procesos ecológicos basados en el cierre de la cadena trófica, el control de poblaciones, el abastecimiento de carroña y

la redistribución de los nutrientes (Mao *et al.* 2005). El debate está abierto pero es importante que la sociedad, hoy día mayoritariamente urbana y conservacionista, sea consciente y de alguna manera se haga responsable de los posibles perjuicios económicos que determinados colectivos puedan sufrir en aras de un buen entendimiento entre todos los grupos implicados en la conservación de nuestros ecosistemas. ❀

## REFERENCIAS

- Côté SD, Rooney TP, Tremblay JP, Dussault C, Waller DM. 2004: Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 113-147.
- FEDFA. 2012. *Federation of European Deer Farmer Association*. Informe inedito. <http://www.uclm.es/irec/noticias/noticia26.html>.
- Gabay O, Perevolotsky A, Shachack M. 2008. Landscape mosaics for enhancing biodiversity. On what scale and how to maintain it? In: *Options Méditerranéennes*, Series A, no. 79, p. 45-49.
- Herruzo C, Martínez-Jauregui M. 2013. Trends in hunters, hunting grounds and big game harvest in Spain. *Forest Systems* 22(1): 114-122
- Malo JE, Suarez F 1995. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia* 104: 246-255.
- Mao JS, Boyce MS, Smith DW, Singer FJ, Vales DJ, Vore JM, Merrill EH. 2005. Habitat selection by elk before and after wolf reintroduction in Yellowstone National Park. *Journal of Wildlife Management* 69(4):1691-1707
- Martínez-Jauregui M, Arenas C, Herruzo C. 2011. Understanding long-term hunting statistics: the case of Spain (1972-2007). *Forest Systems* 20(1): 139-150
- Ortega y Gasset J. 1972. *Meditations on hunting*. Charles Scribner's Sons, New York.
- Perea R, Delibes M, Polo M, Suárez-Esteban A, Fedriani JM. 2013. Context-dependent fruit-frugivore interactions: partner identities and spatio-temporal variation. *Oikos* 122: 943-951
- Perea R, Girardello M, San Miguel A. 2014. Big game or big loss? High deer populations are threatening woody plant diversity and vegetation dynamics. *Biodiversity and Conservation* 23: 1303-1318.
- Ruiz-Mirazo J, Robles AB, González-Rebollar JL. 2009. Pastoralism in natural parks of Andalucía (Spain): a tool for fire prevention and the naturalization of ecosystems. En: "Changes in sheep and goat farming systems at the beginning of the 21st century". Pacheco F, Morand-Fehr P (Eds). CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, *Options Méditerranéennes* 91: 141-14
- San Miguel A, Perea R, Fernández M. 2010. Wild ungulates vs. Extensive livestock. Looking Back to Face the Future. *Options méditerranéennes* 92:27-34.
- Von Oheimb G, Schmidt M, Kriebitzsch WU, Ellenberg H. 2004: Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part II: Red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Forest Research* 124: 55-65.

# La función de la ganadería en el mantenimiento y el aprovechamiento de los montes mediterráneos

Y. Mena<sup>1</sup>, F. A. Ruiz<sup>2</sup>, R. Gutiérrez<sup>1</sup>, M. Vázquez<sup>1</sup> y J. M. Castel<sup>1</sup>

1. Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla

2. IFAPA Centro Camino de Purchil, Junta de Andalucía

España cuenta con 9 402 705 hectáreas de superficie cuyo uso principal está calificado como pasto para alimentación animal. Muchas de estas superficies se encuentran ubicadas en zonas de monte, donde las distintas especies ganaderas las vienen aprovechando tradicionalmente como parte fundamental de su alimentación. Los pastos de alta montaña, los montes adhesados o las dehesas son, entre otros, algunos de los ecosistemas en los que la presencia del ganado es fundamental. A pesar de que no existen cifras oficiales en cuanto a censos y producciones ganaderas en estas zonas, es clara la función que ejerce la ganadería en estos espacios naturales y viceversa, la importancia de estos ecosistemas para el mantenimiento de numerosas razas autóctonas ganaderas (Foto 1).

La ganadería extensiva tiene diferentes funciones en el medio rural en el que se inscribe. La función primaria es la producción de alimentos, constituyendo la actividad económica del ganadero; a un segundo nivel, permite la actividad de las industrias transformadoras (queserías, mataderos, etc.) y productoras y distribuidoras de *inputs* (alimentación, sanidad, etc.); además

tiene una serie de funciones terciarias que afectan a toda la sociedad, difíciles de evaluar económicamente, y relacionadas con la fijación de la población, el mantenimiento del paisaje y la prevención de incendios, entre otras (Calatrava y Sayadi, 2003).

La esencia de la ganadería de montaña ha sido siempre su capacidad de aprovechar los recursos naturales en condiciones difíciles, a diferencia de lo que ocurre en otras zonas menos desfavorables, cercanas a los centros de consumo, con mejores infraestructuras de transporte y acceso a mercados. En el caso de los rumiantes, estos son capaces de transformar pastos, en su mayoría de baja calidad, en carne y leche de alta calidad. Los productos de montaña, reconocidos oficialmente como tales por la Unión Europea, tienen características particulares y presentan una serie de cualidades relacionadas con su sabor, aroma, color y textura (Euromontana, 2014). Asimismo, presentan importantes ventajas desde el punto de vista de la nutrición y salud humana, como son entre otros: una mejor relación de ácidos grasos omega 3 y omega 6 (Delgado-Pertiñez *et al.*, 2013) y mayor riqueza en micronutrien-



tes (vitaminas) y compuestos volátiles (terpenos) (Morand-Fehr *et al.*, 2007) debido a su alimentación en pastoreo.

Respecto a la función medioambiental de la ganadería extensiva, esta contribuye al mantenimiento de especies y razas de animales domésticas adaptadas al medio, favoreciendo así la biodiversidad. Por otra parte, y también relacionado con la citada contribución ambiental,

existe un grave problema de densificación o “matorralización” de la vegetación en amplias zonas de montaña de Europa. La ganadería pastoral puede servir para controlar la vegetación de los montes lo que contribuye a aumentar la biodiversidad. Al mismo tiempo, el equilibrio y control de la vegetación que se consigue con un pastoreo guiado es muy eficaz para la prevención de incendios en estas zonas, y ya son varias las regiones españolas que han organiza-

Foto 1. Vacas de carne en pastoreo en zona de montaña. Foto: Autores.

España cuenta con 9 402 705 hectáreas de superficie cuyo uso principal está calificado como pasto para alimentación animal. Muchas de estas superficies se encuentran ubicadas en zonas de monte, donde las distintas especies ganaderas las vienen aprovechando tradicionalmente como parte fundamental de su alimentación. Es clara la función que ejerce la ganadería en estos espacios naturales y viceversa, la importancia de estos ecosistemas para el mantenimiento de numerosas razas autóctonas ganaderas

**La ganadería extensiva contribuye al mantenimiento de especies y razas de animales domésticas adaptadas al medio, favoreciendo así la biodiversidad. Por otra parte, existe un grave problema de densificación o “matorralización” de la vegetación en amplias zonas de montaña de Europa. La ganadería pastoral puede servir para controlar la vegetación de los montes lo que contribuye a aumentar la biodiversidad. Al mismo tiempo, el equilibrio y control de la vegetación que se consigue con un pastoreo guiado es muy eficaz para la prevención de incendios**

do áreas de cortafuegos donde son los animales y el pastor los que ejercen esta función, a menor coste y mayor eficacia que con medios mecánicos (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2009). Además, desde el punto de vista estético, este equilibrio de la vegetación unido a la misma presencia de los animales, incrementan el atractivo paisajístico del entorno para el uso turístico del monte (Bernués *et al.*, 2011) (Foto 2).

Desde un punto de vista social, la ganadería presente en las zonas de monte contribuye al mantenimiento de los espacios rurales y de los paisajes, la conservación y el desarrollo de las tradiciones y productos locales, la cultura y el patrimonio colectivo específico de cada uno de estos territorios (Euromontana, 2014). Un último aspecto a destacar es que este tipo de ganadería tiene una menor dependencia del exterior, lo cual cobra especial relevancia bajo la actual coyuntura de alza de precios de insumos (Bernués, 2007).

Pero, a pesar de estas ventajas, este tipo de ganadería está en retroceso, de modo que está siendo sustituida por una ganadería mucho más dependiente de insumos externos. En las últimas décadas se ha producido una intensificación en el manejo de las explotaciones ganaderas, el cual ha estado asociado a una mejora genética animal orientada al incremento de la productividad, con la consecuente pérdida de rusticidad. Esto ha conllevado un aumento de las necesidades de aporte de alimentos suplementarios en el pesebre y un desplazamiento de la ganadería hacia pastos más productivos, en aquellos casos en los que esto último ha sido posible (Castel *et al.*, 2011). También, desde los sectores industriales, se ejerce una fuerte presión para que los ganaderos rompan con la estacionalidad productiva, tan característica de los sistemas pastorales que dependen de los recursos naturales. En cualquier caso, la intensificación que estamos considerando se ha producido a pesar de que la política de la Unión Europea de los últimos 15 años ha tenido como finalidad favorecer los procesos de extensificación de la producción animal.

Siguiendo con las causas de la desaparición de explotaciones extensivas nos encontramos, en muchos casos, con una falta de rentabilidad de las mismas. Ello se debe, por un lado, a la baja productividad de los animales y, por otro, a que el precio de los productos, que no son adecuadamente valorados, no permite que los ingresos cubran los costes de producción. A dicha falta de rentabilidad se une la dureza del trabajo y de las condiciones de vida, provocando ambas cosas una falta de relevo generacional (Ruiz *et al.*, 2010). Existen además otros factores dependientes del contexto socio-económico general que empeoran la situación, como son la falta de reconocimiento institucional de la agricultura y la cultura ganadera, la pérdida de capacidad de decisión de los ganaderos sobre las políticas locales y su territorio, el distanciamiento y desconocimiento de lo rural por la sociedad urbana y la competencia de otros sectores económicos como el turismo. Finalmente decir que muchas de las zonas de monte que han sido utilizadas por la ganadería, actualmente están bajo alguna



Foto 2.  
Rebaño de cabras en estribaciones de la montaña.  
Foto: Autores.

figura de protección ambiental (Parque Nacional, Parque Natural o Reserva de la Biosfera), en la que esta no ha sido considerada como parte integradora del ecosistema. Aunque es cierto que esta tendencia va cambiando, esta circunstancia ha sido origen de conflictos entre los ganaderos y la administración competente.

Como consecuencia de todos los problemas comentados, en la actualidad, la continuidad de muchas explotaciones vinculadas al monte sigue estando comprometida a corto-medio plazo y por tanto hay que buscar alternativas de mejora que permitan su continuidad (Foto 3).

El objetivo de este artículo es analizar, a partir de diferentes estudios de caso, la situación de la ganadería extensiva en los montes de Andalucía, así como las perspectivas de futuro a medio plazo, y establecer algunas líneas para mejorar su viabilidad.

#### ESTUDIOS DE CASO: GANADERIA PRESENTE EN LOS MONTES DE ANDALUCIA

En el siguiente apartado se van a describir diferentes situaciones en las que se constata el importante papel de la ganadería en las zonas de montaña, de monte y dehesas de Andalucía con

el objetivo de mostrar la diversidad existente, el manejo general de estos sistemas ganaderos y su relación con el medio natural en el que se encuentran. En total son cinco los estudios de caso seleccionados: (i) la ganadería de pequeños rumiantes implicada en la Red Andaluza de Áreas Pasto-cortafuegos de Andalucía (RAPCA); (ii) la ganadería caprina de la sierra de Cádiz, cuya base racial es la cabra Payoya; (iii) la ganadería

La ganadería presente en las zonas de monte contribuye al mantenimiento de los espacios rurales y de los paisajes, la conservación y el desarrollo de las tradiciones y productos locales, la cultura y el patrimonio colectivo específico de cada uno de estos territorios. Además, este tipo de ganadería tiene una menor dependencia del exterior, lo cual cobra especial relevancia bajo la actual coyuntura de alza de precios de insumos



Foto 3.  
Antigua majada para refugio de animales.  
Foto: Autores.

de rumiantes certificada como ecológica en Andalucía; (iv) la ganadería ovina en el poniente granadino, cuya base racial es la oveja Lojeña; y (v) la ganadería de alta montaña presente en el Espacio Protegido de Sierra Nevada.

### Ganadería vinculada a la RAPCA

La Red de Áreas Pasto-Cortafuegos de Andalucía consiste en una práctica de selvicultura preventiva frente a incendios forestales mediante el manejo controlado del ganado en zonas de cortafuegos y alrededores de los mismos. La actividad de estos ganaderos se regula mediante contratos que establecen con la Junta de Andalucía. La remuneración que perciben los pastores se refiere al pago del servicio prestado y en ningún caso se entiende como una ayuda o una subvención. Asimismo, la vinculación de los pastores al proyecto RAPCA, supone una valorización de su oficio y un reconocimiento de su valor social, al mismo tiempo, la utilización de esta herramienta de prevención supone un ahorro económico para la administración, al retrasar la necesidad

de empleo de maquinaria, gracias a la labor de mantenimiento continuado del ganado. En ocho años de funcionamiento se ha pasado de un solo pastor a 189, distribuidos en las 8 provincias andaluzas, cubriendo 5500 ha con casi 81 000 cabezas de ganado (Foto 4).

El ganado ovino es el predominante en el programa de la RAPCA, con un tamaño de rebaño de aproximadamente 600 ovejas; en el caso de las explotaciones donde predomina el caprino el número de cabezas ronda los 300 animales; finalmente la presencia de ganadería vacuna en este proyecto es minoritaria. Las razas de ovino predominantes son de aptitud cárnica, especialmente la raza Segureña, pero también la Montesina y la Merina de Grazalema, esta última de aptitud mixta. Las razas caprinas son principalmente de aptitud lechera: Murciano-granadina, Malagueña o Payoya, no obstante, en algunas zonas situadas en terrenos más quebrados, están presentes la raza Blanca Andaluza y la negra Serrana, de aptitud cárnica. En el caso del vacuno, son también razas autóctonas cárnicas, especialmente la Retinta.



La mano de obra total presente en la explotación es de 2,3 personas, siendo principalmente de tipo familiar. El ganado pasta tanto en los cortafuegos como fuera de ellos, conducido siempre por un pastor y, solo en una pequeña proporción de los casos, los animales no precisan pastor gracias a la existencia de cercados.

En el programa RAPCA, las zonas de pastoreo de los cortafuegos tienen en torno a 30 ha con una carga ganadera de unos 10 animales por ha. Los rebaños comparten el pastoreo con pastos colindantes al cortafuego, siendo, en la mayoría de los casos, la zona principal de pastoreo ajena a los cortafuegos. El ganado consume preferentemente matorrales, tanto en las áreas de control de cortafuegos, como en las otras zonas que pastorean, siendo el cultivo de especies vegetales para la alimentación de los animales, ya sea

a diente o para henificar, mínimo. La suplementación con concentrados es continuada durante toda la lactación para el caso del caprino y ovino de leche; en el caso del ovino y caprino de carne se reduce al periodo previo al parto y durante el amamantamiento de los corderos y cabritos. El aporte de forrajes solo ocurre en momentos puntuales en épocas donde la presencia de pastos es escasa, como el verano o el invierno. En cuanto a la reproducción, aunque hay partos en todas las épocas del año, en el ovino predominan los de primavera, que es cuando hay más abundancia de pastos en el ecosistema mediterráneo, y en el caprino aumenta la proporción de partos en el otoño e inicio de invierno.

La comercialización de los productos se realiza a través de industrias lácteas y cooperativas en el caso de la leche; ninguna de las explotacio-

Foto 4.  
Cabras  
pastoreando  
en  
cortafuegos  
de la RAPCA  
Foto: Rogelio  
Jiménez.

La Red de Áreas Pasto-Cortafuegos de Andalucía consiste en una práctica de silvicultura preventiva frente a incendios forestales mediante el manejo controlado del ganado en zonas de cortafuegos y alrededores de los mismos. La vinculación de los pastores al proyecto RAPCA, supone una valorización de su oficio y un reconocimiento de su valor social, al mismo tiempo, la utilización de esta herramienta de prevención supone un ahorro económico para la administración, al retrasar la necesidad de empleo de maquinaria, gracias a la labor de mantenimiento continuado del ganado. En ocho años de funcionamiento se ha pasado de un solo pastor a 189, distribuidos en las 8 provincias andaluzas, cubriendo 5500 ha con casi 81 000 cabezas de ganado

nes elabora queso u otros productos lácteos. En el caso de la carne, la venta se realiza a través de compradores que van a la misma explotación o bien a través de cooperativas. La remuneración percibida por los ganaderos que participan en el programa RAPCA es un complemento a los ingresos familiares.

### Sistemas caprinos de la raza Payoya

La raza Payoya o Montejaqueña es una raza caprina autóctona andaluza catalogada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en Peligro de Extinción. Esta cabra se ubica principalmente en las comarcas andaluzas colindantes de la Sierra de Cádiz y la Serranía de Ronda (Málaga). Se trata de una de las zonas de Andalucía con mayor tradición en la cría de pequeños rumiantes de aptitud lechera, por la presencia de dos razas autóctonas: la cabra Payoya y la oveja Merina de Grazalema, que aprovechan los recursos naturales de la zona en sistemas de alimentación basados en el pastoreo. Estos animales ofrecen una leche de alta calidad, con producciones, generalmente estacionales, que van en concordancia con un mayor aprovechamiento de los recursos pastables (Foto 5).

Las explotaciones en las que está presente la raza Payoya son en su mayoría de carácter familiar, con diversos regímenes de titularidad de la tierra (propiedad, arrendamiento o medianería).

El manejo de la alimentación está basado en el aprovechamiento de los pastos naturales, principalmente de tipo arbustivo, complementado con el aporte de alimentos concentrados y forraje, con consumos por cabra presente y año de 329 kg y 42 kg respectivamente (Gutiérrez *et al.*, 2012). La carga ganadera media en las zonas de pastoreo es de 2,5 cabras por hectárea, aunque hay importantes variaciones entre explotaciones. Las cabras tienen por término medio un parto al año, con una lactación de entre 6 y 8 meses de duración y una producción bastante estacional (como término medio el 70% de la leche se vende entre los meses de enero a mayo). La leche vendida por cabra al año alcanza un valor medio de 365 litros (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Según los estudios realizados por investigadores de la Universidad de Sevilla y de la Universidad Pablo de Olavide (Mena *et al.*, 2014a) en explotaciones caprinas de la Sierra de Cádiz, el mayor consumo energético de esta ganadería, es decir el *input* más importante, está relacionado con la alimentación animal, constituyendo el 90% del total del uso de la energía. El coste energético de producir concentrados y alimentos para el ganado es la segunda partida más importante, por eso el pastoreo evita costes energéticos. Si, quitamos estos dos costes, el consumo de diesel y de electricidad son los costes más importantes en términos energéticos. La leche y la carne son los dos *outputs* ener-



géticos que tienen valor en el mercado. Sin embargo, el *output* energético más importante es el estiércol, el cual tiene una doble función: sirve como abono en la agricultura y por lo tanto evita gasto en fertilizantes inorgánicos, y contribuye al funcionamiento de los ecosistemas.

La emisión de gases de efecto invernadero de estas explotaciones ( $\text{CO}_2$ /kg de leche) oscila entre 1,54 y 1,80, siendo estos valores similares a los encontrados en explotaciones francesas menos intensificadas, en las que la media está en 1,70. En todas las explotaciones, el % mayor de emisiones procede de los gases producidos por la fermentación ruminal (49-59%). Le sigue en importancia la emisión de gases al producir los alimentos para el ganado (30-43%).

Otro aspecto destacable en relación a los sistemas caprinos de raza Payoya es la calidad de la leche debido a la alimentación basada en el pastoreo. Diferentes estudios científicos realizados en la zona por los autores han mostrado que la leche procedente de estos sistemas tienen un alto contenido en ácido graso omega

3, en vitamina E y en terpenos, lo que hace a esta leche más saludable para el ser humano (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013).

La elaboración de quesos tradicionales de calidad basados en la leche de cabra Payoya es una actividad económica importante en las comarcas en las que se ubica esta raza, que ha tenido un desarrollo creciente en los últimos años. Actualmente en el área geográfica donde se encuentra esta raza existen alrededor de una veintena de queserías, que elaboran uno de los quesos tradicionales andaluces, el “Queso de la Sierra de Cádiz”, elaborado con la leche de los animales de esta raza, estando la Denominación de Origen Protegida en proceso de solicitud.

### Ganadería ecológica en Andalucía

En las zonas de monte incluidas dentro de los Espacios Naturales Protegidos y de las zonas de Alto Valor Natural, la ganadería basada en el pastoreo es la principal actividad agraria certificada como ecológica. Esta ganadería, además de producir alimentos saludables y de alta ca-

Foto 5. Rebaño de cabras de raza Payoya en pastos cultivados. Foto: Autores.

Sin embargo este tipo de ganadería está en retroceso, entre otras causas, por la falta de rentabilidad de las explotaciones extensivas. Ello se debe, por un lado, a la baja productividad de los animales y, por otro, a que el precio de los productos, que no son adecuadamente valorados, no permite que los ingresos cubran los costes de producción. A dicha falta de rentabilidad se une la dureza del trabajo y de las condiciones de vida, provocando ambas cosas una falta de relevo generacional

lidad, se inserta en la dinámica natural del medio manteniendo una diversidad en el paisaje y ofreciendo diversos beneficios tales como la conservación de pastos naturales, el control de la vegetación leñosa, la dispersión especies y el mantenimiento de hábitats diversos, de los cuales se benefician multitud de organismos.

Según las estadísticas del MAGRAMA, Andalucía es la primera región española en cuanto a número de explotaciones ecológicas, teniendo en torno al 60% de las españolas. En 2012 existían en esta CCAA 3636 explotaciones ganaderas ecológicas, de las cuales el 49% eran de vacuno de carne y el 32% de ovino de carne, las cuales se situaban mayormente en zonas de monte y dehesa. En líneas generales predominan las explotaciones de orientación cárnica frente a las lecheras, y dentro de las primeras, la fase de cría frente al cebo. Pocos ganaderos son capaces de cerrar el ciclo, con lo cual pierden el valor añadido de la venta del producto final. Además existen importantes dificultades para hacer queso en la propia explotación.

En general en España y en particular en Andalucía, existe un importante desfase entre el número de ganaderías ecológicas existentes y el consumo de carne, leche y queso ecológicos, siendo el primero mucho mayor que el segundo. El proceso de transformación que necesitan los productos animales antes de ser consumidos y su carácter perecedero, hacen que estos no estén disponibles en el mercado con la regularidad que el consumidor desearía, contribuyendo ello al citado desfase.

La ganadería ecológica de pequeños rumiantes se basa en razas autóctonas, aunque en el caso del bovino de carne es más frecuente ver cruces de razas autóctonas con razas mejoradas, dadas las exigencias del mercado, que busca canales mejor conformadas.

A pesar de que la mayoría de las explotaciones ecológicas basan su manejo en el pastoreo, muchas de ellas presentan una alta dependencia de insumos externos. Los alimentos ecológicos para el ganado alcanzan un precio en el mercado entre un 30 y un 50% superior al del convencional. Por otra parte, la escasez de leguminosas intrínseca a los pastos mediterráneos, hace que se incrementen los costes de alimentación.

Investigadores de la Universidad de Sevilla y de la Universidad Pablo de Olavide han puesto de manifiesto algunos de los servicios ecosistémicos de la ganadería ecológica andaluza (Mena *et al.*, 2014b). Este trabajo ha permitido constatar que esta ganadería se inserta en la dinámica natural del medio, manteniendo una diversidad de paisaje y ofreciendo diversos beneficios tales como la conservación de pastos naturales, el control de la vegetación leñosa (ejerciendo un control sobre los incendios forestales, de lo que se hablará más adelante), la dispersión especies (zoocoria) y el mantenimiento de hábitats diversos, de los cuales se benefician multitud de organismos. En dicho estudio se ha generado información sobre dos indicadores ambientales de gran relevancia: Balances de Energía que es un indicador del uso de recursos y Huella de Carbono, indicador de emisiones de residuos, concretamente de gases

de efecto invernadero. Estos indicadores ponen de manifiesto que los ganaderos hacen un uso poco intensivo de la energía, sobre todo de la energía no renovable, ya que la alimentación del ganado se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de los pastos, en la mayoría de los casos de pastos naturales que apenas necesitan insumos externos para su producción. Esto deriva también en unas emisiones de gases efecto invernadero, en términos absolutos, bajas, obteniéndose un valor de la huella de carbono medio. Además, la mayor parte de las emisiones de gases en estos sistemas están vinculadas al propio proceso digestivo del rumiante, lo cual es inherente a la ganadería.

### Sistemas ovinos de la raza Lojeña

La Lojeña es una raza ovina autóctona andaluza de aptitud cárnica que se encuentra catalogada como raza en Peligro de Extinción. Se ubica principalmente en la comarca andaluza del Poniente Granadino, concretamente en la zona de montaña denominada “Sierra de Loja” o “Sierra

Gorda”, de unas 18000 hectáreas y con una altitud máxima de 1669 metros. Esta sierra es un macizo homogéneo formado por materiales calizos y con escasez de suelo. La vegetación, aunque con una alta biodiversidad, tiene una biomasa escasa, por lo que los recursos naturales para el aprovechamiento ganadero son mínimos en algunas épocas del año.

Desde un punto de vista socio-económico, los sistemas ecológicos de la raza Lojeña tienen carácter familiar, la edad media del ganadero ronda los 50 años y este tiene una acusada tradición en ganadería. El régimen de tenencia principal es la propiedad, con el uso de generalizado de superficies públicas de monte para el pastoreo.

Esta raza está especializada en la producción de carne, siendo el producto típico un cordero entre 15 y 20 kilogramos de peso vivo. Es una raza de tamaño pequeño y totalmente adaptada a las condiciones medioambientales en las que vive (Foto 6).

Foto 6.  
Ovinos de raza autóctona Lojeña. Foto: Asociación de Ganaderos Criadores de la raza ovina Lojeña del Poniente Granadino.



En cuanto a la alimentación, predomina el pastoreo continuo durante todo el año, a excepción del periodo de partos, en el que las hembras son confinadas en las instalaciones para un mayor control de los animales. En general, los rebaños suben a las zonas altas desde el final de la primavera hasta comienzos del otoño para aprovechar estos pastos y descienden a zonas más bajas cuando las temperaturas bajan. El cultivo de especies vegetales para la alimentación del ganado está muy limitado, debido a las características edafológicas del suelo; algo menos de la mitad de los ganaderos cultiva para los animales, principalmente para heno, aunque las superficies empleadas son pequeñas. Solo se suplementa a las madres y se hace durante la época de partos, utilizando forraje y mezcla de granos (0,25-1 kg y 0,5-1 kg por oveja y día respectivamente). El manejo reproductivo es tradicional, no existiendo prácticamente lotes reproductivos y siendo la principal época de partos la primavera, seguida del otoño, de forma que coincida la época de mayores necesidades del rebaño con la de mayor alimento en el campo (Ruiz *et al.*, 2014).

La comercialización se realiza a través de compradores que acuden a las explotaciones; aunque actualmente los ganaderos de la Asociación de Criadores de la Raza Lojeña están tratando de organizar la comercialización conjunta de los corderos. Asimismo, buscando un valor añadido para el producto, en los últimos 5 años estos ganaderos han iniciado un proceso de conversión hacia la producción ecológica y se está invirtiendo en las instalaciones y equipos necesarios para la preparación del cordero de cara a su venta al consumidor final.

### **La ganadería en el Espacio Protegido de Sierra Nevada**

El Espacio Protegido de Sierra Nevada (Parque Nacional y Natural) ocupa una superficie de 171 958 hectáreas de las provincias de Granada y Almería. Este espacio es uno de los puntos calientes de biodiversidad de la península Ibérica y Europa, con más de 2100 variedades de

plantas diferentes, 53 de ellas endémicas de esta zona. La vegetación de Sierra Nevada varía con la altura y va desde bosques compuestos de fagáceas, encinares y melojares, hasta matorrales de piornos, enebros y sabinas.

La ganadería, que ha sido y sigue siendo, una de las actividades económicas tradicionales más importantes de este espacio protegido, actualmente está siendo desplazada por el turismo, aunque los ganaderos siguen aprovechando los recursos pastables mediante la trastermitancia. (Foto 7).

Según un estudio realizado (Venegas, 2012), la edad media del ganadero de esta zona es 48 años, con más de 20 años de experiencia en la actividad. Las explotaciones, llevadas normalmente por una sola persona, son en muchos casos un complemento a la renta familiar.

La diversidad de razas presentes es alta, siendo todas ellas rústicas y predominando las de orientación cárnica. En el ovino destaca la Segureña, en el caprino la Blanca Andaluza y en el vacuno la Pajuna. En general los ganaderos tienen una sola especie en la explotación, principalmente vacuno u ovino de carne, y los rebaños son de pequeño tamaño (29 vacas, 128 ovejas, 112 cabras).

Los animales pastorean todo el año realizando, en la mayoría de los casos, trastermitancia. Estos pasan parte del otoño y del invierno en las zonas bajas (800-1300 metros de altura), aumentando de cota a lo largo de la primavera hasta llegar a cerca de los 3000 metros en verano para aprovechar los pastos de alta montaña. Aunque hay que señalar que en los últimos años se ha observado un proceso de sedentarismo en muchas explotaciones.

El aporte de alimento en pesebre es continuo en el caso del caprino de leche, y para el caso del ovino y el vacuno de carne esta suplementación se realiza en invierno, cuando los pastos son más escasos. Una parte importante de la superficie aprovechada es monte público, perteneciente bien a los ayuntamientos o bien al



propio espacio protegido. El cultivo de especies forrajeras para la alimentación del ganado es limitado, realizándolo solo el 20% de los ganaderos y en parcelas de tamaño reducido.

En cuanto a la reproducción, las principales épocas de partos son el otoño, buscando mejores precios de corderos, cabritos y leche, y la primavera para aumentar el nivel de autosuficiencia alimentaria de la explotación.

La venta de los productos cárnicos (corderos, cabritos y terneros) se hace a través de tratantes de ganado que realizan la compra en la propia explotación. Para la leche, su venta se realiza principalmente a industrias lácteas, el sector de queso artesano en la zona no se encuentra muy desarrollado, a pesar de la importancia del

turismo, y son pocos los ganaderos que transforman su leche en queso.

#### PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA GANADERÍA EN LOS MONTES MEDITERRÁNEOS Y LÍNEAS DE MEJORA

Al comentar los estudios de caso del apartado anterior, se han citado numerosas limitaciones o problemas que, de modo general, se podrían resumir en los siguientes:

- A. Pocas explotaciones son realmente autosuficientes, presentando una alta dependencia de insumos comprados, principalmente para la alimentación del ganado. Por un lado, esto es debido a la baja productividad

Foto 7. Vacas en pastos de alta montaña de Sierra Nevada. Foto: Sofía García Martín.

- de los pastos en el ecosistema mediterráneo y su alta estacionalidad, por otro, a las dificultades de acceso a la tierra y en tercer lugar a la escasa disponibilidad de tierras adaptadas al cultivo.
- B. Se ha perdido la interrelación entre la ganadería y la agricultura y, asimismo, existe una falta de formación de técnicos y ganaderos sobre temas agronómicos, así como sobre la interacción entre el medio natural, la agricultura y la ganadería.
  - C. El trabajo en las explotaciones extensivas es duro, sobre todo si es necesaria la figura del pastor para guiar a los animales, ya que ello alarga la duración de la jornada laboral. Esto supone un problema para el relevo generacional.
  - D. Existe una falta de rentabilidad en la ganadería extensiva, debido a la baja productividad del ganado y a las dificultades para cerrar el ciclo de producción y quedarse con el valor añadido que supone la venta al consumidor final (Foto 8). Esto último es debido, en parte, a una falta de iniciativa empresarial, así como a las trabas administrativas que existen a la hora de instalar una empresa agroalimentaria a pequeña escala. En el caso de la leche, la legislación para queserías ha sido muy restrictiva, suponiendo una gran inversión que el ganadero no podía asumir. Por otro lado, no son menos las dificultades que tienen los ganaderos para realizar el cebo sus animales, ya que supone un gasto muy importante y una pérdida de liquidez, sobre todo en el caso de los terneros.
  - E. En Andalucía, prácticamente no existen marcas de calidad (DOP, IGP, Marcas de garantía), que diferencien estos productos, a excepción de la producción ecológica y del caso particular de la IGP Cordero Segureño.
- A. Hay que mejorar el manejo reproductivo y alimentario, planificando adecuadamente las parideras para hacer coincidir en lo posible las épocas de mayores necesidades alimentarias de los animales y la de mayor oferta de pastos. Así, durante las épocas de escasez de pastos, se debe disminuir el nivel de pastoreo y suministrar más forrajes y concentrados, o bien hacer que el ganado se desplace hacia zonas con mayor oferta alimentaria, ya sean pastos naturales, restos de cosechas o pastos cultivados. No obstante, en la planificación reproductiva habrá que tener en cuenta también la variación estacional del precio de los productos, y priorizar en un sentido u otro.
  - B. También es conveniente establecer acuerdos con agricultores de la misma región o regiones colindantes en las que sea más fácil cultivar e intentar romper las barreras existentes entre la agricultura y la ganadería. Sirva de ejemplo el que en Andalucía existen un total de 360 000 hectáreas de olivar de montaña (Colombo *et al.*, *in press*) cuya cubierta puede ser aprovechada por el ganado con un manejo del pastoreo adecuado.
  - C. Es importante seguir fomentando el uso de razas autóctonas, ya que son las que están más adaptadas y aprovechan mejor los pastos naturales de los montes.
  - D. Es preciso conocer más en profundidad la dinámica de la vegetación que integra los pastos naturales (Robles *et al.*, 2008), así como la capacidad de utilización de las especies leñosas por parte de los distintas especies animales (Hadjigeorgiou, 2011). Hay que fomentar un aprovechamiento racional de las zonas agrarias (Carbonero *et al.*, 2013) y de los recursos pastables en general (Mancilla-Leyton *et al.*, 2013).
  - E. Hay que avanzar en la organización del trabajo y aplicar, siempre que sea posible, nuevas tecnologías (vallados, sistemas electrónicos GPS, etc.) para mejorar las condi-

Para hacer frente a algunos de estos problemas, a continuación se exponen las posibles líneas de actuación:



Foto 8. Venta de quesos de granja en mercado semanal en Francia. Foto: Autores.

ciones de trabajo en las explotaciones pastorales. En algunos casos es conveniente aumentar el tamaño de los rebaños o asociar rebaños de distintos propietarios para realizar el pastoreo.

F. Hay que tratar de aumentar los ingresos percibidos por la venta de los productos. Por un lado, se debe incrementar la productividad de los animales a través de la mejora genética y del manejo de los animales, sin que estos sistemas pierdan su vinculación con el medio natural. En este sentido, el ganadero debe apoyarse en programas de apoyo a la toma de decisiones, que le ayuden a mejorar su gestión, así como los resultados de su explotación. Por otro lado, hay que intentar que el precio en origen de los productos sea adecuado a los costes de producción y a la calidad de los mismos. Una vía para conseguir esto último es fomentar la transformación y comercialización de los productos a nivel de granja, aprovechando que Andalucía cuen-

ta ya con una normativa específica para el queso. En el caso de la carne, actualmente no existe un marco para el sacrificio y transformación en granja, debiéndose apostar en este caso por el asociacionismo, como se ha visto en el estudio de caso de la raza Lojeña.

G. Para conseguir la valorización de los productos mencionada, es preciso concienciar al consumidor respecto a los beneficios de este tipo de ganadería y mostrarlos de diversos modos: una carta exclusiva con la descripción del producto, etiquetados exclusivos, diseños de *packing* adaptados a estos productos, etc.

H. El adscribirse a alguna marca de calidad puede ser otra de las estrategias a llevar a cabo para valorizar el producto. Aquí las opciones son múltiples y no excluyentes, así, a nivel europeo existen la Denominación de Origen Protegida y la Indicación Geográfica Protegida para productos de un

Es necesario mejorar el manejo de las explotaciones, y así conseguir una productividad adecuada, pero esto debe hacerse partiendo del conocimiento tradicional que han acumulado durante generaciones los ganaderos y que está perfectamente integrado en el medio social y natural en el que se encuentran. También es necesario reconocer y remunerar los servicios ecosistémicos de la ganadería pastoral, así como fomentar la transformación a nivel de granja y la comercialización de los productos en circuitos cortos, favoreciéndose así el acercamiento entre productor y consumidor, lo que sin duda se traduciría en una mayor demanda de estos productos y en un incremento de los ingresos percibidos por el ganadero

territorio concreto, la Producción Ecológica u Orgánica, y recientemente aprobada la de Producto de Montaña (Reglamento (UE) no 665/2014). Para el caso español, a través de la Federación de Asociaciones de Ganado Selecto se ha creado un *label* para los productos procedentes de una raza autóctona, y a nivel andaluz la marca producto agroalimentario artesano.

- I. También, con el objetivo de mejorar los ingresos de la explotación, es importante avanzar en el desarrollo de canales cortos de comercialización, organizando redes de consumidores y productores. Además en las áreas de monte cada vez tiene más importancia la actividad turística, siendo ello una oportunidad para la comercialización de los productos (Foto 9).
- J. En las explotaciones extensivas es muy conveniente diversificar las fuentes de ingresos, no solo utilizando diferentes especies ganaderas, sino también incorporando otras actividades económicas como, por ejemplo, el turismo. Asimismo es necesario conseguir la remuneración de los servicios ecosistémicos generados por este tipo de ganadería, como hemos visto en el caso de la RAPCA. La cuantificación de su contribución medioambiental constituye un paso imprescindible para la valoración, y consiguiente remuneración, de estos servicios, lo que sin duda puede supo-

ner una mejora de la viabilidad económica de las explotaciones.

- K. Finalmente, es preciso que la formación a todos los niveles (manejo técnico, análisis económico, comercialización, transformación de la leche, etc.) se instaure como una tarea colectiva.

## CONCLUSIÓN

La ganadería extensiva presente en los montes y dehesas andaluzas ejerce un importante papel para la sociedad generando alimentos de calidad y contribuyendo a la conservación y mejora del medio natural en el que se inserta. Este tipo de ganadería, en la que la alimentación de los animales está basada en el pastoreo debe ser, como cualquier otro sistema productivo, sostenible económica, social y medioambientalmente. Para asegurar su continuidad es imprescindible tener como objetivo que la actividad ganadera tenga rentabilidad económica, de manera que pueda constituir un modo de vida para las personas implicadas. Pero este objetivo debe ir acompañado de otro no menos importante: que dicha rentabilidad se consiga respetando el medio natural y social en el que se desarrolla. Para ello es necesario mejorar el manejo de las explotaciones, y así conseguir una productividad adecuada, pero esto debe hacerse partiendo del conocimiento tradicional

que han acumulado durante generaciones los ganaderos y que está perfectamente integrado en el medio social y natural en el que se encuentran. También es necesario reconocer y remunerar los servicios ecosistémicos de la ganadería pastoral, así como fomentar la transformación a nivel de granja y la comercialización de los productos en circuitos cortos, favoreciéndose así el acercamiento entre productor y consumidor, lo que sin duda se traduciría en una mayor demanda de estos productos y en un incremento de los ingresos percibidos por el ganadero. ❁

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernués, A., Ruiz R., Olaizola, A., Villalba, D., Casasús, I., 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livestock Science*, 139, 44-57.
- Bernués, A., 2007. Ganadería de montaña en un contexto global: evolución, condicionantes y oportunidades. *Pastos*, 37, 133-175.
- Calatrava, J., Sayadi, S., 2003. Milk production systems in rural development: the case of goat cheese making at the Eastern Alpujarras. *EAAP Publication, Wageningen*, 99, 37-46.
- Carbonero Muñoz, M.D., Fajardo Nolla, E., Leal Murillo, J.R., Guerrero Ginel, J.E., García Moreno, A., Fernández Rebollo, P. 2013. Modelos de integración del ganado ovino en el olivar andaluz. *Pastos*, 43 (1), 35-45.
- Castel JM, Mena Y, Ruiz FA., Camúñez-Ruiz J and Sánchez-Rodríguez M 2011. Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Ruminant Research*, 93 (2-3), 83-92.
- Colombo, S. y Camacho-Castillo, j. In press. Caracterización del olivar de montaña Andaluz para la implementación de los Contratos Territoriales de Zona Rural. *Revista ITEA*.
- Delgado-Pertíñez, M., Gutiérrez-Peña, R., Mena, Y., Fernández-Cabanás, V.M., Laberye, D. 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Ruminant Research*, 114 (1), 167-175.
- Euromontana- Asociación Europea de zonas de montaña. 2014. <http://www.euromontana.org/>
- Gutiérrez R., Mena Y., Ruiz FA., Castel J.M. 2012. Análisis de la sostenibilidad de las explotaciones caprinas pastorales andaluzas. Libro de actas del IV Congreso Internacional de Agroecología y Agricultura Ecológica (Vigo).
- Hadjigeorgiou, I. 2011. Past, present and future of pastoralism in Greece. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*. doi:10.1186/2041-7136-1-24.
- Mancilla-Leyton, J.M, Martín Vicente, A., Delgado-Pertíñez, M. 2013. Summer diet selection of dairy goats grazing in a Mediterranean shrubland and the quality of secreted fat. *Small Ruminant Research*, 113 (2-3), 437-445.
- Mena, Y., Gutiérrez-Peña R., Delgado-Pertíñez, M., Aguirre I., Pérez-Neira D., Fernández-Cabanás V., Soler M. 2014a.



Proyecto coordinado: INIA-RTA2010-00064-C00. "Incidencia sobre la calidad de los productos y el medio ambiente de los diferentes sistemas de ganaderías con pequeños rumiantes de aptitud lechera. Empleo de indicadores económicos, sociales y ambientales y tipificación final de sistemas". Informe final.

- Mena Y., Gutiérrez-Peña R., Pérez-Neira D., Aguirre I. y Horcada A. 2014b. Proyecto Transhabitat: 037/2013-SEN. "Bases para la elaboración plan de fomento de la ganadería extensiva ecológica y de la comercialización de sus productos". Informe final.
- Morand-Fehr P, Fedele V, Decandia M. Y Le Frileux Y. 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 20-34.
- Reglamento (UE) no 665/2014 de la comisión de 11 de marzo de 2014 que completa el Reglamento (UE) no 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a las condiciones de utilización del término de calidad facultativo «producto de montaña».
- Robles, A.B., Ruiz-Mirazo, J., Ramos, M.E., González-Rebollar, J.L. 2008. Silvopastoralism in southeastern Spain: Role of grazing livestock in sustainable use, fire prevention and naturalization of marginal ecosystems of southeastern Spain. [http://www.holisticdecisions.com/CSIC\\_article.pdf](http://www.holisticdecisions.com/CSIC_article.pdf)
- Ruiz, FA.; Lara, C., Mena, Y., Gutiérrez, R. 2014. Actions to increase sustainability in sheep production systems in disadvantaged areas of Mediterranean: Lojeña sheep breed. Libro de Actas 11<sup>th</sup> European IFSA symposium, Berlin (Alemania).
- Ruiz, FA., Castel, J.M., Mena, Y. 2010. Labour characterization of Andalusian goat farms. Future perspectives. *Options Méditerranéennes*, A no. 100: 49-354.
- Ruiz-Mirazo, J., Robles, A.B., González-Rebollar, J.L., 2009. Pastoralism in natural parks of Andalusia (Spain): a tool for fire prevention and the naturalization of ecosystems. *Options Méditerranéennes. Série. A 91*, 141-144.
- Venegas, M. 2012. Proyecto fin de carrera: Protocolo y usos ganaderos en el Parque Nacional y Natural Sierra Nevada. ETSIA, Universidad de Sevilla.

Foto 9. Tabla de quesos artesanos andaluces. Foto: Patrimonio quesero andaluz.

# La gestión cinegética y la conservación de especies

Jesús Caro, Miguel Delibes-Mateos y Beatriz Arroyo

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos – IREC (CSIC–UCLM–JCCM)

La caza es la explotación de un recurso natural renovable que son las poblaciones de las distintas especies cinegéticas. Se trata de una actividad tan antigua como la especie humana, que ha sufrido una transformación constante a lo largo del tiempo. Hoy día ha adquirido una gran relevancia su valor como actividad lúdica (Good, 1997). En España es una actividad que desde hace años ha desempeñado un papel socioeconómico destacado en muchas comarcas rurales, sobre todo del centro y sur del país. Además, como actividad de ocio, ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos 30 años. Hay un importante número de subsectores que, en mayor o menor grado, participan en el aprovechamiento cinegético, por ejemplo: taxidermias, rehalas, armerías, guardería, abogacía, hostelería y restauración, transportes, veterinarios, gestorías de permisos de armas y licencias federativas, aseguradoras, medios de comunicación, investigación, etc. Según datos propios del sector cinegético, en España el número total de cazadores se acerca al millón, y la caza genera más de 3600 millones de euros de riqueza y 50000 puestos de trabajo (Garrido, 2012).

En las últimas décadas, el abandono parcial de la agricultura y ganadería en zonas donde estas actividades tienen escasa rentabilidad, junto a una necesidad menor de mano de obra asociada al aumento de la mecanización en otras zonas, hacen que cada vez estos sectores tengan menos capacidad para sostener el desarrollo del

mundo rural. Así, diferentes políticas de ámbito europeo y nacional están pretendiendo diversificar las actividades económicas y el aprovechamiento de los recursos en las sociedades rurales. Algunas de estas políticas señalan a la caza como uno de los posibles motores de desarrollo económico. Sin embargo, para que la caza sea realmente una actividad económica sustentable no solo precisa de hábitat, recursos, ayudas o infraestructuras adecuadas, también depende de que se explote el recurso sin agotarlo, con el fin de que pueda ser utilizado por generaciones futuras.

Existen costes y beneficios asociados a la actividad cinegética que deben ser valorados de manera global. Para mantener las poblaciones cinegéticas que cubran las expectativas de los cazadores y resulten económicamente rentables para los gestores y propietarios de cotos, suele ser preciso gestionar el hábitat y las especies. Así, se recurre cada vez más a diferentes mecanismos, como son: la regeneración o mantenimiento de vegetación natural en áreas agrícolas, la siembra de cultivos y pastos como fuente de alimento, el aporte directo de agua y alimento, la reducción de la mortalidad mediante el control de depredadores o tratamientos sanitarios frente a las enfermedades, la suelta de individuos procedentes de otros lugares o criados en cautividad, el mantenimiento de altas densidades de animales (e.g. ungulados) con vallados que impidan su libre



circulación, o la introducción de especies exóticas con el fin de obtener una mayor oferta de especies abatibles.

La caza y su gestión pueden tener consecuencias en el ecosistema. Por un lado, la caza en algunos lugares tiende hoy día a intensificarse con el fin de obtener más beneficios económicos, lo que lleva consigo con frecuencia problemas ambientales, al igual que ocurre en otras actividades agrícolas, ganaderas o forestales. Por otro lado, la caza ha contribuido en muchos casos a la conservación del hábitat y las especies cinegéticas, beneficiando también de manera indirecta a otras especies dependientes de estas o que ocupan sus mismos hábitats. Estos efectos contrapuestos han facilitado que, en general, los cazadores y conservacionistas tengan distinta percepción sobre las implicaciones que tiene la caza sobre los ecosistemas y su biodiversidad. Mientras que los cazadores piensan que la caza y su gestión son fundamentales para el mantenimiento del equilibrio ecológico, otra

parte de la sociedad ve a los cazadores como esquiladores de un recurso natural, realizando una actividad poco respetuosa con la conservación del medio ambiente.

A través de una revisión de la información científica más relevante este artículo trata de dar una visión general del papel que la caza juega (y puede jugar) en la conservación de la biodiversidad.

## REPERCUSIONES NEGATIVAS DE LA CAZA Y SU GESTIÓN

Las poblaciones de las distintas especies cinegéticas pueden aprovecharse de manera sostenible si se extrae de ellas una cantidad igual o inferior a la necesaria para su regeneración. En este contexto, hay que tener en cuenta que la caza supone una causa de mortalidad añadida (y no compensatoria) a otras causas de mortalidad naturales (e.g. Tavecchia *et al.*, 2002). Por

En medios rurales del sur y centro de España la caza se ha convertido un complemento a la agricultura y ganadería permitiendo un mejor desarrollo de su economía. Foto: Jesús Caro.

Hay un importante número de subsectores que, en mayor o menor grado, participan en el aprovechamiento cinegético, por ejemplo: taxidermias, rehalas, armerías, guardería, abogacía, hostelería y restauración, transportes, veterinarios, gestorías de permisos de armas y licencias federativas, aseguradoras, medios de comunicación, investigación, etc. Según datos propios del sector cinegético, en España el número total de cazadores se acerca al millón, y la caza genera más de 3600 millones de euros de riqueza y 50 000 puestos de trabajo

ello, cazar sin tener en cuenta las variaciones espaciales o temporales en abundancia o en tasas de mortalidad puede fácilmente dar lugar a caza excesiva, repercutiendo negativamente en las poblaciones explotadas.

La caza abusiva es, por tanto, uno de los aspectos negativos más evidentes que puede generar esta actividad, ya que induce a la disminución de las poblaciones y en casos extremos ha provocado la extinción de algunas especies. Como ejemplo reciente, en España tenemos el caso del bucardo (*Capra pyrenaica pyrenaica*), una subespecie de cabra montés originaria del Pirineo que se extinguió en el año 2000 como consecuencia de su caza intensa. También la presión cinegética está provocando, junto a otros factores, una importante disminución de las poblaciones de la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en España. Así, estas han sufrido una disminución superior al 50% entre la década de los setenta y la de los noventa, y uno de los factores asociados a este declive es el aumento del número de licencias de caza y

el número de perdices capturadas por cazador, lo que sugiere que la caza excesiva ha, cuando menos, acelerado dicho declive poblacional (Blanco-Aguilar *et al.*, 2004).

Por otro lado, la intensificación de la gestión cinegética produce en ocasiones manejos inadecuados que representan un riesgo evidente para las especies, tanto cinegéticas como no cinegéticas, y sus ecosistemas. Un ejemplo claro es el de las sueltas en el campo de individuos criados en granjas o procedente de otras poblaciones. Dichas sueltas son prácticas de gestión cada vez más extendidas. El fin de estas medidas es incrementar localmente las poblaciones de las especies de caza y, por tanto, mantener la actividad cinegética en zonas donde las poblaciones naturales no son suficientes para mantener el nivel de extracción deseado; o bien obtener mejores trofeos en el caso de especies de caza mayor. Sin embargo, con frecuencia estas sueltas no consiguen los efectos deseados por la poca adaptación a los medios naturales y la alta mortalidad que los individuos liberados sufren en los primeros días después de su introducción en un coto. Además, los individuos liberados pueden favorecer la introducción de nuevos parásitos y enfermedades al medio y modificar las características genéticas de las poblaciones receptoras. Además, las sueltas y traslados a veces están asociadas a una gestión muy intensiva (“semi-industrial”) que puede ser perjudicial para la biodiversidad (ver más abajo). Un ejemplo muy notable de la importancia que han adquirido las sueltas en España y de sus riesgos potenciales para las especies cinegéticas y asociadas es el caso de la perdiz roja. La liberación de perdices criadas en granja ha alcanzado una gran importancia a partir de los años noventa y, aunque los datos oficiales indican que se sueltan un millón y medio de perdices al año, otros trabajos estiman esta cifra en más de tres millones (Gortázar, 2012; MAA-MA, 2013). Se han encontrado parásitos y bacterias típicos de las perdices criadas en granjas en las poblaciones naturales, lo que sugiere que se han transmitido a través de las sueltas (Villanua *et al.*, 2007; Díaz-Sánchez *et al.*, 2012); esto puede crear importantes problemas sanitarios en las poblaciones silvestres, que no están adap-



La importancia socioeconómica y de generación de empleo de la caza ha sido puesta de manifiesto en muchas comarcas rurales de España. Foto: François Mougeot.

tadas a estos patógenos. Además, con el fin de obtener individuos más productivos en las granjas, la perdiz roja se suele hibridar con la perdiz chukar (*A. chukar*); los híbridos no son distinguibles visualmente, pero su liberación al medio no solo supone una amenaza para la integridad genética de la especie, sino que implica cambios en los parámetros poblacionales (reproducción, supervivencia) en las zonas en las que se liberan (Casas *et al.*, 2012). En otro ejemplo, las sueltas de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) procedentes de cotos muy alejados han podido facilitar la transmisión de la mixomatosis y la enfermedad hemorrágica vírica del conejo en España (Alda *et al.*, 2010). Además, han alterado la estructura genética de las poblaciones, al haberse utilizado individuos de subespecies diferentes a las del lugar de suelta (Delibes-Mateos *et al.*, 2008a). Por último, la introducción de ejemplares de ciervo (*Cervus elaphus*) o corzo (*Capreolus capreolus*) procedentes del norte de Europa, para obtener trofeos de mayor tamaño, puede conducir a la pérdida de las características genéticas y ecológicas propias de las poblaciones autóctonas y también suponen un riesgo de transmisión de enfermedades (Höfle *et al.*, 2004; San José, 2007).

La introducción de especies exóticas se ha realizado en ocasiones con el fin de obtener una mayor oferta de especies abatibles, como es el caso del arruí (*Ammotragus lervia*) y el muflón (*Ovis orientalis*). Ante la ausencia de depredadores naturales, en España el crecimiento de las poblaciones de estas dos especies ha sido notable y no parece enfrentarse a ningún tipo de limitación. En el caso particular del arruí, esta especie compite ventajosamente con otros ungulados autóctonos, por su elevada capacidad de adaptación y alta tasa reproductiva, y su expansión en el sureste ibérico le lleva a invadir los hábitats preferidos de la cabra montés (Acevedo *et al.*, 2007).

Otra de las medidas de gestión cinegética que puede repercutir negativamente en los ecosistemas es el control de depredadores, sobre todo cuando está realizado de forma inadecuada (o incluso ilegalmente). La opinión de la mayoría de cazadores es que los depredadores limitan las poblaciones de especies de caza, por lo que el control de estas especies está muy extendido en España, sobre todo en cotos de caza menor (Delibes-Mateos *et al.*, 2013). El control de

Diferentes políticas de ámbito europeo y nacional están pretendiendo diversificar las actividades económicas y el aprovechamiento de los recursos en las sociedades rurales. Algunas de estas políticas señalan a la caza como uno de los posibles motores de desarrollo económico. Sin embargo, para que la caza sea realmente una actividad económica sustentable no solo precisa de hábitat, recursos, ayudas o infraestructuras adecuadas, también depende de que se explote el recurso sin agotarlo, con el fin de que pueda ser utilizado por generaciones futuras

depredadores en España solo se permite para unas pocas especies generalistas, como son el zorro (*Vulpes vulpes*) y la urraca (*Pica pica*). No obstante, la persecución de depredadores protegidos que consumen especies cinegéticas por parte de cazadores ha contribuido a la rarefacción de sus poblaciones en algunos territorios de España (Gutiérrez-Alba, 2005). Al mismo tiempo, las medidas de control de depredadores pueden tener efectos negativos sobre especies que no son objetivo del control. Tradicionalmente, los métodos empleados para controlar depredadores han sido poco selectivos, dando muerte a individuos de la especie que se pretende controlar y también de otras especies. Entre estos, el uso de cebos envenenados, que aun siendo ilegal sigue utilizándose en zonas donde la caza menor tiene más importancia (Márquez *et al.*, 2013), tiene unos efectos altamente perjudiciales sobre toda la comunidad

de depredadores y carroñeros. No obstante, también se ha descrito un posible beneficio de esta medida para algunas especies no cinegéticas (ver apartado *El papel positivo de la caza y su gestión*). En cambio, los estudios científicos realizados hasta el momento no permiten concluir que exista en general un efecto positivo sistemático entre esta medida de gestión y un incremento de las poblaciones de las especies de caza, ya que existen otros factores, como la calidad y gestión del hábitat, que pueden tener mucha más influencia en algunos casos (Casas y Viñuela, 2010; Díaz-Ruiz y Ferreras, 2013).

Los vallados cinegéticos, muy frecuentes en los cotos de caza mayor del centro-sur peninsular, incrementan la fragmentación del paisaje, e impiden el movimiento libre de especies cinegéticas y no cinegéticas, limitando el número de individuos que se pueden reproducir entre sí. A medio plazo esto puede ocasionar la pérdida de variabilidad genética de la población. Si además existe un excesivo control de depredadores, o bien estos depredadores naturales no existen, puede producirse una alta densidad local de animales que conlleve a la degradación de la vegetación y a la aparición de enfermedades emergentes (Vicente *et al.*, 2007; Acevedo *et al.*, 2008). Al mismo tiempo, en casos de sobreabundancia, se ha comprobado cómo las prácticas de manejo que promueven la agrupación de individuos de diferentes especies, por ejemplo la colocación de bebederos y comederos, pueden incrementar el riesgo de transmisión de enfermedades entre esas especies (Vicente *et al.*, 2007; Castillo *et al.*, 2011).

También en caza mayor, determinadas prácticas de caza pueden impactar en las estructuras de edades y sexos de las poblaciones y tener efectos evolutivos no deseados a largo plazo (Pérez-González y Carranza, 2009). Por ejemplo, la selección por parte de los cazadores de machos con cuernas más grandes puede ocasionar la disminución de los cuernos, y por consiguiente de los trofeos (Coltman *et al.*, 2003).

Por último, la actividad cinegética implica, sobre todo en ciertas modalidades, una eleva-

da presencia humana y nivel de ruido, lo que provoca un cambio en el comportamiento o del uso del espacio de la fauna presente en el lugar de la cacería. Diferentes estudios han demostrado que la caza causa molestias también a especies protegidas y puede tener efectos en su condición física, y por tanto en su supervivencia (e.g. Casas *et al.*, 2009).

## EL PAPEL POSITIVO DE LA CAZA Y SU GESTIÓN

En contrapartida a lo expuesto anteriormente, existen también evidencias de que la caza y ciertas medidas de gestión pueden tener implicaciones positivas tanto para las especies cinegéticas como para otras con las que comparten requerimientos ecológicos o viven en los mismos ecosistemas (Arroyo *et al.*, 2013).

Por un lado, la actividad cinegética en sí misma puede ser útil para regular las especies sobrea-bundantes y limitar así los efectos negativos que estas provocan. Por ejemplo, los ungulados silvestres están, en general, en expansión en España debido a la ausencia de depredado-



res naturales en gran parte del territorio, a la gestión cinegética y a los cambios en los usos del suelo (Acevedo y Delibes-Mateos, 2013). El sobrepastoreo por poblaciones elevadas de ungulados puede causar problemas en la agricultura, de conservación de los ecosistemas en general y de las plantas amenazadas en particular, impidiendo su regeneración natural (Bañares *et al.*, 2004). También la espectacular expansión reciente del jabalí puede estar convirtiendo a esta especie en uno de los depredadores de nidos de perdiz más importantes (Carpio *et al.*, 2013), así como un competidor del conejo, lo que ha podido repercutir negativamente sobre sus depredadores (Lozano *et al.*, 2007). Además, la gran expansión de los ungulados silvestres puede suponer un problema sanitario para otras especies, ya que ciervos y jabalíes son importantes reservorios de enfermedades como la tuberculosis que pueden transmitirse a otras especies de interés económico (Gortázar *et al.*, 2007). La principal herramienta para controlar las altas densidades de estas especies, y reducir los citados riesgos que conllevan, consiste en su caza por parte de los cazadores. En los últimos años, en algunos espacios protegidos con hábitats de gran valor en los que la caza fue restringida ha sido necesario regular las poblaciones de ungulados para minimizar su impacto negativo en los ecosistemas. Normalmente, este control poblacional se ha realizado por parte del personal de dichos espacios protegidos. Se ha contemplado, no obstante, dar permisos

El mantenimiento de los linderos de vegetación natural es importante tanto para las especies de caza como para otras con similares requerimientos ecológicos. Foto: Jesús Caro.

La caza abusiva es uno de los aspectos negativos más evidentes que puede generar esta actividad, ya que induce a la disminución de las poblaciones y en casos extremos ha provocado la extinción de algunas especies. Como ejemplo reciente, en España tenemos el caso del bucardo (*Capra pyrenaica pyrenaica*), una subespecie de cabra montés originaria del Pirineo que se extinguió en el año 2000 como consecuencia de su caza intensa

La construcción de majanos para incrementar las poblaciones de conejos en cotos de caza ayuda también a aumentar la diversidad y las poblaciones de sus depredadores principales, muchos de ellos tienen interés para la conservación  
Foto: Jesús Caro.

excepcionales para el control poblacional a cazadores y propietarios de fincas, aunque esta medida de gestión, de la que se han hecho eco con frecuencia los medios de comunicación, es muy conflictiva. No obstante, podría ser, bien gestionada, una opción ante la necesidad de disminuir poblaciones sobreabundantes. Sería necesario realizar estudios para evaluar la aceptación de la misma, tanto entre los cazadores (en función de las limitaciones ecológicas que se impondrían para llevar a cabo esta actividad), como en la sociedad en general.

Otro ejemplo de la utilidad de la actividad cinegética para el control de poblaciones se encuentra en el conejo. El conejo en España declinó fuertemente a finales del siglo XX como consecuencia fundamentalmente de la aparición de la mixomatosis y la enfermedad hemorrágica y la pérdida de hábitats óptimos. Su recuperación posterior ha sido muy desigual en el espacio (Delibes-Mateos *et al.*, 2009b),

pues una gran cantidad de factores tanto ecológicos, de gestión y ambientales han interactuado en sus dinámicas poblacionales. Esto implica que en algunas zonas, las poblaciones de conejo siguen siendo muy bajas, pero en cambio en otras existen abundancias tales que generan conflictos económicos y sociales, causados por el daño a cultivos agrícolas e infraestructuras (Delibes-Mateos *et al.*, 2014a). Los cazadores son legalmente los responsables del control de estas poblaciones. Así, el papel de la caza se antoja como fundamental para mitigar los conflictos causados por estas explosiones poblacionales (Delibes-Mateos *et al.*, 2014a), y limitar los problemas ambientales que ocurrirían si se utilizaran métodos alternativos de control.

Por otro lado, el fomento o mantenimiento de las especies cinegéticas beneficia a las especies que se alimentan de ellas. Por ejemplo, la caza deportiva puede tener influencia positiva en





la ecología de las especies carroñeras. Mateo-Tomás y Olea (2009) revelaron un fuerte ajuste espacial y temporal en el uso del espacio por los buitres y la actividad cinegética, especialmente en la caza del ciervo y el jabalí (*Sus scrofa*), lo que indica que la caza puede contribuir mediante el aporte de alimento (las canales de los individuos abatidos) a la conservación de las poblaciones de especies carroñeras.

Asimismo, el mantenimiento de poblaciones de alta densidad de especies de caza menor gracias, al menos en parte, a la gestión cinegética, beneficia a un buen número de depredadores que consumen estas especies. Así, por ejemplo, según un estudio realizado en el sur de Portugal, la abundancia de rapaces era, en general, mayor en cotos gestionados que en zonas de caza sin gestión, donde la abundancia de perdiz y conejo

era menor (Beja *et al.*, 2009). Resultados similares se obtuvieron en el centro-sur de España. Delibes-Mateos y colaboradores (2007) encontraron que la abundancia y la diversidad de rapaces, así como el número de especies de interés para la conservación, estaban positivamente relacionadas con la abundancia de conejos, que a su vez estaba asociada de forma positiva con la gestión cinegética (Delibes-Mateos *et al.*, 2009a). A raíz del declive del conejo se han desarrollado diferentes medidas de gestión, tanto por cazadores como por conservacionistas (Ferreira *et al.*, 2014). Delibes-Mateos y colaboradores (2009b) indican que la recuperación del conejo era mayor en aquellos cotos de caza donde se llevaban a cabo medidas de gestión como el manejo del hábitat, el aporte de alimentación suplementaria o el control de depredadores. El conejo es una especie clave de los ecosistemas mediterráneos

Según estimaciones de los propios cazadores, la perdiz roja (*Alectoris rufa*) genera globalmente más de la cuarta parte de todo el dinero que mueve la caza en España. El descenso de sus poblaciones ha promovido diferentes medidas de gestión que repercuten, tanto de manera positiva como negativa, sobre la fauna silvestre. Foto: Andrés E. Ríos Saldaña.

ibéricos ya que, además de ser presa de un buen número de depredadores, tiene efectos positivos sobre especies de plantas y comunidades vegetales (por ejemplo dispersando semillas), fauna que se alimentan de sus excrementos o usan sus madrigueras, etc. (Delibes-Mateos *et al.*, 2008b). Desde ese punto de vista, es esperable que la gestión cinegética pueda haber contribuido, mediante el incremento de las densidades de conejo, a la conservación de otras especies de la Península Ibérica.

Por último, algunas medidas de gestión cinegética pueden tener efectos positivos en especies no cinegéticas. Por ejemplo, a pesar de que en se ha citado el efecto negativo del control de depredadores sobre la fauna (ver apartado *Repercusiones negativas de la caza y su gestión*), también se ha mencionado que esta medida podría favorecer en ocasiones a poblaciones de aves amenazadas o que nidifican en el suelo, como algunas aves esteparias (Suárez *et al.*, 1993; Estrada *et al.*, 2012). Pero es, sobre todo,

**En algunas zonas, las poblaciones de conejo siguen siendo muy bajas, pero en cambio en otras existen abundancias tales que generan conflictos económicos y sociales, causados por el daño a cultivos agrícolas e infraestructuras. Los cazadores son legalmente los responsables del control de estas poblaciones. Así, el papel de la caza se antoja como fundamental para mitigar los conflictos causados por estas explosiones poblacionales, y limitar los problemas ambientales que ocurrirían si se utilizaran métodos alternativos de control**

en medidas de gestión cinegética como la protección y gestión del hábitat donde el beneficio de la caza sobre el medio ambiente parece ser más evidente. En las últimas décadas se ha producido en España una importante intensificación de la agricultura, sobre todo en aquellas áreas más productivas. En cambio, en las zonas no productivas se tiende a un abandono de los usos tradicionales agrícolas y ganaderos. Estos cambios han tenido repercusión directa en los paisajes y las especies que los habitan. Así, en zonas productivas se han sustituido los paisajes tradicionales heterogéneos por parcelas continuas de monocultivos sin apenas manchas y linderos de vegetación natural. En general este cambio ha afectado de manera muy negativa a la fauna de medios agrícolas, incluidas las especies cinegéticas. Ante este panorama, hay gestores cinegéticos que fomentan la presencia de paisajes heterogéneos, que intercalen diferentes parcelas de cultivos con otras no cultivadas y pequeñas manchas de vegetación natural y linderos. Con esta medida se aumenta la disponibilidad de alimento y de zonas seguras de cría de las especies de caza (fundamentalmente de caza menor), pero además estos paisajes se consideran indicadores de alta biodiversidad y son promovidos por las nuevas políticas agrarias de la Unión Europea (Arroyo *et al.*, 2013). La limitación de los medios agrícolas actuales para proporcionar fuentes adecuadas de alimento se observa también en el hecho de que los comederos y bebederos, que se usan frecuentemente dentro de las medidas de gestión cinegética, son usados por otras especies (Gaudioso-Lacasa *et al.*, 2010 y datos propios). En este sentido, también se ha encontrado que la abundancia de aves esteparias es mayor en aquellos cotos donde hay más disponibilidad de comederos y bebederos para perdiz (Estrada *et al.*, 2012). En las zonas menos productivas, el abandono agrícola o ganadero ha llevado a la reducción de medios abiertos como consecuencia del crecimiento del matorral, afectando negativas a especies que necesitan presencia de espacios abiertos, como el conejo (Delibes-Mateos *et al.*, 2010). En este contexto, el mantenimiento de actividades cinegéticas sostenibles en estas zonas podría constituir una forma de mantener



recursos económicos o humanos que pudieran invertirse a su vez en el mantenimiento de paisajes tradicionales.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

La caza, cuando se realiza de una manera sostenible y se aplican determinadas medidas de gestión, puede tener un valor ecológico, favoreciendo a otras especies, y es una herramienta que puede ayudar a controlar determinados desequilibrios producidos por el hombre en los ecosistemas. Sin embargo, ni todas las medidas de gestión, ni todas las prácticas que se realizan redundan en un beneficio para la biodiversidad. La intensificación de la caza sin duda puede llevar a un uso insostenible y a efectos ecológicos no deseados. Por tanto, urge la necesidad de promover la búsqueda de alternativas de gestión cinegética, también integradas en otros aprovechamientos de los recursos natura-

les, que sean aceptadas por cazadores, conservacionistas y por la sociedad en su conjunto. Así, se deben minimizar aquellos aspectos negativos y fomentar otros que permitan que la caza sea una herramienta para la conservación de hábitats y especies silvestres.

Para que la caza sea sostenible es necesaria una planificación y gestión correcta, respetuosa, tanto con el entorno natural como con otras actividades. La caza abusiva y las medidas de gestión inadecuadas pueden mermar la calidad de las poblaciones, de especies cinegéticas y no cinegéticas, y también la calidad de los hábitats naturales. Sin duda todo esto repercute negativamente sobre la visión que la sociedad pueda tener sobre la caza, y son fuente de conflictos entre cazadores y conservacionistas. Sin embargo, los propios cazadores demandan de forma creciente una caza más sostenible. Por ejemplo, en un estudio reciente Delibes-Mateos y colaboradores (2014b) han demostrado que los cazadores españoles estarían dispuestos a pagar más por

Las jaulas-trampa son un sistema de control de depredadores permitidos por ley para la captura de zorros. Diferentes trabajos científicos muestran una baja eficacia y selectividad para la captura de la especie objeto, lo cual hace desaconsejable su uso en cotos de caza. En la fotografía se observa un gato montés (*Felis silvestris*) capturado en una jaula-trampa. Foto: Francisco Díaz-Ruiz.



Muchas poblaciones de ungulados silvestres están causando problemas de conservación de la flora silvestre amenazada en diferentes espacios naturales de España. Cuando las densidades de ungulados son muy elevadas la alta tasa de ramoneo de tallos fértiles e inflorescencias provoca un éxito reproductivo menor de las plantas, impidiendo la regeneración natural de las poblaciones. Ante la ausencia de depredadores naturales es necesaria la regulación de las poblaciones de ungulados mediante su caza controlada. Foto: Jesús Caro

cazar perdices en cotos con buenas características ecológicas (individuos que no procedan de granjas, diversidad de especies, con vegetación natural, y presencia de especies de interés para la conservación). Identificar y promover dichos cotos podría facilitar sistemas de explotación cinegética que sean ecológicamente y económicamente sostenibles. Así, urge evaluar e implementar sistemas de gestión cinegética compatibles con la conservación y un uso sostenible del recurso natural renovable que son las especies de caza. En este sentido, la investigación científica en materia cinegética se debe consolidar como motor impulsor de los nuevos mecanismos de regulación y gestión para una caza sostenible. De forma paralela, la transferencia de los resultados obtenidos en las investigaciones deben de llegar a los cazadores y gestores, pero también al resto de la sociedad. ❁

## REFERENCIAS

- Acevedo P., Cassinello J., Hortal J., Gortázar, C. 2007. Invasive exotic aoudad (*Ammotragus lervia*) as a major threat to native Iberian ibex (*Capra pyrenaica*): a habitat suitability model approach. *Diversity and Distributions*, 13 (5): 587-597.
- Acevedo P., Delibes-Mateos M. 2013. Efectos de los cambios en los usos del suelo en las especies cinegéticas en el sur de España: repercusiones para la gestión. *Ecosistemas*, 22 (2): 33-39.
- Acevedo P., Ruiz-Fons F., Vicente J., Reyes-García A., Alzaga V., Gortázar C. 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *Journal of Zoology*, 276:37-47.
- Alda F., Gaitero T., Suárez M., Merchán T., Rocha G., Doadri, I. 2010. Evolutionary history and molecular epidemiology of rabbit haemorrhagic disease virus in the Iberian Peninsula and Western Europe. *Evolution Biology*, 10: 347
- Arroyo B., Delibes-Mateos M., Caro J., Estrada A., Mougeot F., Díaz-Fernández S., Casas F., Viñuela J. 2013. Efecto de la gestión para las especies de caza menor sobre la fauna no cinegética. *Ecosistemas*, 22(2):27-32.
- Bañares Á., Blanca G., Güemes J., Moreno J.C., Ortiz S. (eds.). 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- Blanco-Aguilar J.A., Virgós E., Villafuerte R. 2004. Perdiz Roja (*Alectoris rufa*). Pp. 182-185. En: Madroño C., González J.C., Atienza A (eds.). *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife, Madrid.
- Carpio A.J., Guerrero-Casado J., Tortosa F.S., Vicente J. 2013. Predation of simulated red-legged partridge nests in big game estates from South Central Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 60: 391-394.
- Casas F., Mougeot F., Sánchez-Barbudo I., Dávila J.A., Viñuela J. 2012. Fitness consequences of anthropogenic hybridization in wild red-legged partridge (*Alectoris rufa*, Phasianidae) populations. *Biological Invasions*, 14:295-305.
- Casas F., Mougeot F., Viñuela J., Bretagnolle V. 2009. Effects of hunting on the behaviour and spatial distribution of farmland birds: importance of hunting-free refuges in agricultural areas. *Animal Conservation*, 12:346-354.
- Casas F., Viñuela J. 2010. Agricultural practices or game management: which is the key to improve red-legged partridge nesting success in agricultural landscapes? *Environmental Conservation*, 37:177-186.

- Castillo L., Fernández-Llario P., Mateos C., Carranza J., Benítez-Medina J., García-Jiménez W., Bermejo-Martín F., Hermoso de Mendoza J. (2011) Management practices and their association with Mycobacterium tuberculosis complex prevalences in red deer populations in Southwestern Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 98:58-63.
- Coltman D.W., O'Donoghue P., Jorgenson J.T., Hogg J.T., Strobeck C., Festa-Bianchet M. 2003 Undiscoverable evolution consequences of trophy hunting. *Nature*, 426: 655-658.
- Delibes-Mateos M., Delibes M., Ferreras P., Villafuerte R. 2008b. Key role of European rabbits in the conservation of the Western Mediterranean Basin Hotspot. *Conservation Biology*, 22:1106-1117.
- Delibes-Mateos M., Díaz-Fernández S., Ferreras P., Viñuela J., Arroyo B. 2013. The role of economic and social factors driving predator control in small-game estates in central Spain. *Ecology and Society*, 18(2):28.
- Delibes-Mateos M., Farfán M.A., Olivero J., Vargas J.M. 2010. Land-use changes as a critical factor for long-term wild rabbit conservation in the Iberian Peninsula. *Environmental Conservation* 37:169-176.
- Delibes-Mateos M., Ferreira C., Rouco C., Villafuerte R., Barrio I.C. 2014a. Conservationists, hunters and farmers: the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* management conflict in the Iberian Peninsula. *Mammal Review* (en prensa).
- Delibes-Mateos M., Ferreras P., Villafuerte R. 2009a. Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) abundance and protected areas in central-southern Spain: why don't they match? *European Journal of Wildlife Research*, 55:65-69
- Delibes-Mateos M., Ferreras P., Villafuerte R. 2009b. European rabbit population trends and associated factors: a review of the situation in the Iberian Peninsula. *Mammal Review*, 39:124-140.
- Delibes-Mateos M., Giergiczny M., Caro J., Viñuela J., Riera P., Arroyo B. 2014b. Does hunters' willingness to pay match the best hunting options for biodiversity conservation? A choice experiment application for small-game hunting in Spain. *Biological Conservation*, 177: 36-42.
- Delibes-Mateos M., Ramírez E., Ferreras P., Villafuerte R. 2008a. Translocations as a risk for the conservation of European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* lineages. *Oryx*, 42(2): 259-264.
- Delibes-Mateos M., Redpath S.E., Angulo E., Ferreras P., Villafuerte R. 2007. Rabbits as a keystone species in southern Europe. *Biological Conservation*, 137: 149-156.
- Díaz-Ruiz F., Ferreras P. 2013. Conocimiento científico sobre la gestión de depredadores generalistas en España: el caso del zorro (*Vulpes vulpes*) y la urraca (*Pica pica*). *Ecosistemas*, 22(2): 40-47.
- Díaz-Sánchez S., Mateo-Moriones A., Casas F., Höfle U. 2012. Prevalence of *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. and *Campylobacter* sp. in the intestinal flora of farm-reared, restocked and wild red-legged partridges (*Alectoris rufa*): is restocking using farm-reared birds a risk? *European Journal of Wildlife Research*, 58: 99-105.
- Estrada A., Caro J., Beja P., Borralho L., Casas F., Delibes-Mateos M., Díaz-Fernández S., Gordinho L., Reino L., Viñuela J., Arroyo B. 2012. Does hunting management affect non-game bird species? Pp 97. En: Proceedings of the International Conference on Hunting for Sustainability: ecology, economics and society. Ciudad Real.
- Ferreira C., Touza J., Rouco C., Díaz-Ruiz F., Fernandez de Simon J., Ríos-Saldaña C.A. Ferreras P., Villafuerte R., Delibes-Mateos M. 2014. Habitat management as a generalized tool to boost European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) populations in the Iberian Peninsula: A cost-effectiveness analysis. *Mammal Review*, 44: 30-43.
- Garrido J. L., 2012. *La caza. Sector económico: valoración por subsectores*. FEDENCA-EEC, Madrid.
- Gaudioso-Lacasa V., Sánchez García-Abad C., Prieto Martín R., Bartolomé Rodríguez D., Pérez Garrido J., Alonso de la Varga, M.E. 2010. Small game water troughs in a Spanish agrarian pseudo steppe: visits and water site choice by wild fauna. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 591-599.
- Good S. 1997. Wilderness and the hunting experience: what it means to be hunter. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 563-567.
- Gortázar C. 2012. Wildlife research-science for a changing environment. *European Journal of Wildlife Research*, 58: 1-4.
- Gortázar C., Ferroglio E., Höfle U., Frolich K., Vicente J. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research* 53: 241-256.
- Gutiérrez-Alba V. 2005. *El lobo ibérico en Andalucía*. Fundación Gypaetus, Sevilla.
- Höfle U., Vicente J., Nagore D., Hurtado A., Peña A., de la Fuente J., Gortázar C. 2004. The risks of translocating wildlife. Pathogenic infection with *Theileria* sp. and *Elaeophora elaphi* in an imported red deer. *Veterinary Parasitology*, 126(4): 387-395.
- Lozano J., Virgós E., Cabezas-Díaz S., Mangas J.G. 2007. Increase of large game species in Mediterranean areas: Is the European wildcat (*Felis silvestris*) facing a new threat? *Biological Conservation*, 138: 321-329.
- MAGRAMA. 2013. *Informe 2012 sobre el estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en España*. MAGRAMA, Madrid.
- Márquez C., Vargas J.M., Villafuerte R., Fa J.E. 2013. Risk mapping of illegal poisoning of avian and mammalian predators. *The Journal of Wildlife Management*, 77: 75-83.
- Mateo-Tomás P., Olea P.P. 2009. When hunting benefits raptors: a case study of game species and vultures. *European Journal of Wildlife Research*, 56(4): 519-528.
- Pérez-González J., Carranza J. 2009. Female-biased dispersal under conditions of low male mating competition in a polygynous mammal. *Molecular Ecology*, 18:4617-4630.
- San José, C. 2007. *Caprolus capreolus* (Linnaeus, 1758). Pp: 359-361. En: Palomo L.J., Gisbert J., Blanco J.C. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Suárez F., Yanes M., Herranz J. 1993. Nature reserves and the conservation of Iberian shrubsteppe passerines: the paradox of nest predation. *Biological Conservation*, 64:77-81.
- Tavecchia G., Pradel R., Gossmann F., Bastat C., Ferrand Y., Lebreton J.D. 2002. Temporal variation in annual survival probability of the Eurasian Woodcock *Scolopax rusticicola* wintering in France. *Wildlife Biology*, 8:21-30.
- Vicente J., Höfle U., Garrido J.M., Fernández de Mera I.G., Acevedo P., Juste R.A., Barral M., Gortázar C. 2007. Risk factors associated with the prevalence of tuberculosis-like lesions in fenced wild boar and red deer in south central Spain. *Veterinary Research*, 38:451-464.
- Villanúa D., Casas F., Viñuela J., Gortázar C., García de la Morena E.L., Morales M.B. 2007. First occurrence of *Eucoleus contortus* in a Little Bustard *Tetrax tetrax*: negative effect of red-legged partridge *Alectoris rufa* releases on steppe bird conservation? *Ibis*, 149:405-406.

# La gestión forestal frente a un nuevo contexto energético

Luis Fernández del Pozo

Licenciado en Biología, consultor en Medio Ambiente y Energías Renovables

## UN SISTEMA ENERGÉTICO EN TRANSICIÓN

Desde el descubrimiento del fuego, la leña ha ocupado el primer lugar como combustible para cubrir las necesidades térmicas de las poblaciones humanas. Tras un breve paréntesis histórico durante el cual la cultura desarrollista y del petróleo abundante ocultaron la importancia de este recurso junto a todo lo rural que pudiera connotar atraso y pobreza, los materiales lignocelulósicos vuelven ahora a resultar relevantes como opción energética de primer orden en un mundo que, pese a las incertidumbres, ya nos atrevemos a llamar postfósil.

Resulta habitual calificar el actual contexto como una *crisis energética*, que desde diversos análisis se interrelaciona a su vez como causa-efecto de un proceso amplio de convulsión civilizadora en sus aspectos ambientales, económico-financieros, socio-políticos y culturales. Y al igual que cuando se tratan otros temas, con demasiada frecuencia se adopta un discurso de elevado tono dramático que parece anticiparnos las consecuencias catastróficas que se avecinan por el inevitable agotamiento energético. Pero este no es, en mi opinión, el tipo de argumentos que interesan a quienes queremos expresarnos desde la Ecología para elaborar propuestas de acción frente al problema de la energía. Como en toda realidad compleja, cualquier hipótesis que hagamos sobre el futuro de

la energía debe aclarar previamente el punto de vista adoptado. Y con los datos de observación de la Naturaleza no es posible afirmar que los recursos energéticos, las fuentes primarias de energía, se estén agotando. En efecto, las presentes dificultades en el suministro de productos derivados de hidrocarburos fósiles y la saturación en la tasa de crecimiento de las redes eléctricas centralizadas, pese a ser problemas importantes, poco tienen que ver con nuestras posibilidades de satisfacer las necesidades de energía aprovechando la irradiación solar y la fuerza del viento y del agua, por mencionar algunas de las fuentes energéticas más abundantes y universalmente repartidas.

Tal afirmación no nos impide reconocer que estamos en una época de transición de los actuales sistemas energéticos, más acentuada y urgente cuanto más se ajustan estos sistemas al modelo de producción y consumo de energía que fue elegido para servir de motor a las sociedades industrializadas, megaurbanizadas e hiperconsumidoras. No obstante, conviene llamar la atención sobre la visión ampliamente divulgada según la cual esta transición energética se solucionará básicamente mediante innovación tecnológica (renovables y eficiencia energética). Una explicación reduccionista de la que es cómplice una parte del ámbito científico, y que olvida el papel principal que tienen otros mecanismos de adaptación social para posibilitar un futuro energético diferente y duradero.



El pelet de madera, obtenido por extrusión en caliente de serrín a través de una matriz de acero, se impone actualmente como combustible alternativo al gasóleo, GLP y gas natural en prestaciones de calor, principalmente por su menor coste. Foto: L. Fdez. del Pozo.

Con ello me refiero a la gestión inteligente de los territorios para optimizar los recursos locales; al diseño de sistemas descentralizados de suministro energético (generación distribuida); y por supuesto, a un urbanismo más ruralizado y menos dependiente de insumos externos. No obstante, los retos que implica esta adaptación son enormes desde todo punto de vista.

En nuestro entorno, un caso particular de la mencionada transición energética es la incorporación cada vez mayor de instalaciones térmicas alimentadas mediante combustibles sólidos de biomasa, esto es, madera procedente de operaciones selvícolas en los montes. Como fuente energética, lo que hacen tales instalaciones es un aprovechamiento indirecto de la energía solar que reciben los suelos forestales, a través del cosechado de materia vegetal lignificada compuesta por fibras orgánicas complejas (ligninas, celulosas y hemicelulosas) que posteriormente ceden su energía química acumulada al sufrir oxidación violenta en una cámara de combustión, en forma de calor útil. La

energía así obtenida no solo puede responder a nuevas demandas de consumo energético, sino que viene a sustituir eficazmente y a un coste menor, el empleo de otros combustibles “convencionales”: gasóleo de calefacción, GLP, gas natural e incluso carbón. En este artículo nos interesa aproximarnos a la compleja relación que se establece entre las áreas de vocación forestal de nuestro país y las nuevas demandas de recursos maderables generadas por el sector energético.

#### POTENCIALIDAD DE LA BIOENERGÍA FORESTAL

Como sabemos, el territorio español es en su mayor parte forestal en proporción cercana al 55% según cita del informe *Perfil Ambiental de España, 2012*. Pero pretender sacar estimaciones de productividad de un dato tan general sería un grave error, algo que deberán tener muy en cuenta las instituciones y empresas del sector. En primer lugar porque un tercio de

Desde el descubrimiento del fuego la leña ha ocupado el primer lugar como combustible para cubrir las necesidades térmicas de las poblaciones humanas. Tras un breve paréntesis histórico durante el cual la cultura desarrollista y del petróleo abundante ocultaron la importancia de este recurso junto a todo lo rural que pudiera connotar atraso y pobreza, los materiales lignocelulósicos vuelven ahora a resultar relevantes como opción energética de primer orden en un mundo que, pese a las incertidumbres, ya nos atrevemos a llamar postfósil

la superficie así calificada está desarbolada y, particularmente en suelos del centro y sureste peninsular, es difícil que a medio plazo pudiera regenerarse vegetación de cierto porte y en cualquier caso con un coste de actuación bastante elevado.

En segundo lugar, de la superficie total arbolada que se extiende por aproximadamente 18 millones de ha, casi las dos terceras partes son de arbolado claro que no puede ser calificado como bosque, con fracción de cabida cubierta inferior al 40%. Estas formaciones son típicas del monte mediterráneo dedicado a pastos y presentan, junto con enormes extensiones de matorral, un gran valor ecológico, pero el rendimiento económico que podrían ofrecer mediante podas y cortas es muy limitado o inexistente (Madrigal, 2003). Es cierto que en las últimas décadas el retroceso de la agricultura y ganadería de montaña en muchas comarcas ha permitido la expansión de masa forestal, pero el paso de una situación de sobrepastoreo o ro-

turación a otra de abandono no permite hablar, en la mayor parte de ocasiones, de bosques productivos, y en el peor escenario los incendios se encargan de la regresión a un punto de partida peor que el inicio.

Sin duda, desde el punto de vista productivo la más importante de las restricciones es la función protectora que debe reconocerse en primer lugar para el conjunto de nuestros montes, porque son garantía de la estabilización y mejora de los suelos en una orografía accidentada como la peninsular, así como de la posibilidad de un uso múltiple del monte, aspecto al que nos vamos a referir más adelante.

En cuanto a las masas arboladas que por su estructura de edad y densidad sí podrían dar lugar a cortas de regeneración, cabe distinguir dos tipos principales protagonizados por especies nativas: las frondosas (principalmente quercíneas tradicionalmente orientadas a leñas, y de forma más localizada también castañares, hayedos, fresnedas, choperas y alisedas); y los pinares (de pino resinero, carrasco y silvestre, y excepcionalmente pino piñonero, laricio y pino negro). Cualquier planificación forestal con orientación productiva sobre estas masas debe ser matizada seriamente, limitando en la mayor parte de los casos la expectativa maderable que cabría suponer por alguien ajeno a nuestro contexto. Veamos algunas de estas condiciones.

El hecho de que muchos bosques importantes están protegidos de una u otra forma o merecen estarlo en el futuro, bien por ser masas mixtas que sostienen una elevada biodiversidad (bosques de la Red de Parques, bosques de ribera), bien por ser bosques singulares de alta montaña (p. e. pinsapares).

El crecimiento lento o muy lento de la mayor parte de los montes mediterráneos es debido al clima subhúmedo y seco que predomina en tres cuartas partes del territorio peninsular junto a los inviernos fríos de buena parte del interior y las montañas. De manera que a excepción de Galicia y la cornisa cantábrica, en la mayor parte de España los rendimientos de



Muchos bosques ibéricos están protegidos por ser masas mixtas que sostienen una elevada biodiversidad. Los Alcornocales, Cádiz. Foto: L. Fdez. del Pozo.

madera se miden muy por debajo que en otras regiones de Europa.

Grandes extensiones de monte se están aún recuperando de un desgaste secular de los suelos por erosión, quemas, lenta regeneración después de sucesivas cortas a matarrasa (encinares, robledales y quejigales) no quedando en estos casos más opción que la paciente intervención mediante claras de mejora y podas en el monte bajo, actuaciones que requieren mano de obra experta y son poco productivas.

Las masas arboladas originadas por plantación desde que se implementaran las políticas repobladoras por el Estado a partir de la segunda mitad del s. XIX cubren muchos cientos de miles de hectáreas en multitud de municipios y bastantes de ellas han alcanzado un nivel de crecimiento aceptable. Pero estas también deben ser valoradas más allá de ser un recurso maderable. En su ubicación mayoritaria (laderas en pendiente) se trata de pinares que cumplen la función de proteger los suelos contra la erosión y ralentizar la escorrentía, hecho particularmente importante en las cabeceras de cuenca y las inmediaciones de los embalses. De cara al manejo a largo plazo de estas masas arti-

ficiales es necesario romper la monoespecificidad que las caracteriza, mediante plantaciones de enriquecimiento con otras especies. Pero lo

En nuestro entorno, un caso particular de la mencionada transición energética es la incorporación cada vez mayor de instalaciones térmicas alimentadas mediante combustibles sólidos de biomasa, esto es, madera procedente de operaciones selvícolas en los montes. La energía así obtenida no solo puede responder a nuevas demandas de consumo energético, sino que viene a sustituir eficazmente y a un coste menor, el empleo de otros combustibles “convencionales”

más urgente es intervenir mediante claras bien planificadas para reducir el riesgo de incendio, aumentar así la calidad de los mejores ejemplares y evolucionar hacia una masa de monte alto irregular, pluriespecífica y con diferentes estratos de edad. Importantes también por su magnitud territorial en algunas comunidades son las plantaciones de dos especies forestales alóctonas de marcada orientación industrial: el eucalipto (Galicia, Asturias) y el pino radiata (País Vasco). Para ellas la actuación debiera combinar aspectos ambientales como los mencionados para las otras repoblaciones, reduciendo densidades excesivas, intercalando cortafuegos verdes de monte autóctono y majadas abiertas al ganado, con un enriquecimiento productivo que fuera sustituyendo progresivamente estas maderas baratas por maderas más nobles (ceceo, nogal, castaño, roble ...) que junto con cultivos de frutal posibilitarían el desarrollo de industrias locales de alto valor contribuyendo a la necesaria revitalización de un medio rural en declive.

Volviendo al tema de la biomasa como recurso energético, partimos del reconocimiento que los montes son, ahora como lo fueron siempre, una fuente local ampliamente distribuida de recursos renovables aptos para cubrir ciertas demandas de energía térmica. Demanda que a nivel nacional se viene cubriendo, sobre todo desde los años 60 del pasado siglo, con el consumo de combustibles importados, derivados de petróleo y gas, además de una parte creciente con electricidad. Es de destacar que la importación masiva de combustibles durante las últimas décadas, así como de manufacturas de madera, junto al extraordinario éxodo rural que conoció el país desde aquellos años han contribuido notablemente a la regeneración natural de muchos montes por falta de presión sobre los mismos, hasta el punto de invertirse en el último medio siglo la antigua tendencia desforestadora. La FAO cuantifica en un 15% el aumento de la superficie de bosques en España en los últimos veinte años. Pero la valoración positiva de este indicador, dicho sea de paso

Las repoblaciones de pinares presentes en multitud de municipios también deben ser valoradas más allá de su aprovechamiento maderable, por su función protectora del suelo. La intervención sobre estas masas debe tender a montes pluriespecíficos de mayor estabilidad. Monte del Ocejón, Guadalajara. Foto: L. Fdez. del Pozo.



debido a la externalización de los impactos de nuestro consumo sobre otros países, puede revertirse en un futuro próximo si crecen de forma incontrolada la demanda de maderas y combustible dentro de nuestras fronteras.

Dejando claro que la oferta de madera, y por tanto biomasa combustible, de nuestros espacios forestales no deja lugar para estimaciones muy generosas, cabe ahora defender la opción de un aprovechamiento de nuestros montes arbolados con fines energéticos, únicamente de forma complementaria al resto de sus funciones, y teniendo en cuenta la complejidad de la gestión forestal si se respetan los principios de persistencia y estabilidad de la masa.

Pero, a nivel nacional ¿qué parte de la demanda de energía seríamos capaces de cubrir mediante combustibles de biomasa forestal sin tener que importarlos de otros países? Primero habría que acordar qué sectores de consumo podrían adaptarse tecnológicamente para la utilización de estos combustibles y cuáles no. Entre los que no, excluyo en primer lugar el sector de la generación de electricidad por las razones que expongo a continuación. Aun reconociendo que la tendencia es a cubrir una mayor cantidad de consumos mediante electricidad (climatización, cocina, automatización, transporte...), este vector energético puede realmente llegar a generarse a partir de fuentes primarias renovables y sin pasar por procesos de combustión que son siempre emisores de CO<sub>2</sub> y gases nocivos. En España tenemos un ejemplo notable alcanzando más de un 20% de generación de origen eólico. La tecnología termosolar de concentración podría igualarla en pocos años si se hace una apuesta seria. Y la fotovoltaica, ideal para un modelo distribuido en redes de baja tensión, empezará a contribuir sensiblemente a partir del día que se establezca un marco normativo favorable al autoconsumo. Pero además de estas y otras alternativas tecnológicas, hay una razón de evidencia termodinámica para tratar de prescindir de sistemas de combustión en las centrales térmicas de electricidad: cerca de dos tercios de la energía primaria contenida en el material combustible se disipa

en forma de calor, y solo un tercio “sirve” para generar corriente eléctrica. Por el contrario, en los modernos dispositivos de generación directa de calor (calderas, estufas, hornos ...) se alcanzan niveles de eficiencia superiores al 90%, siendo que la mayoría del calor que contenía el combustible llega a ser útil al consumidor, al contrario que cuando lo transformamos en electricidad. Como en todo, también en esta regla excluyente cabe hablar de excepciones: la industria maderera y parte de la industria agroalimentaria acumula en sus procesos cantidades de residuos secos (astilla y serrín, cáscaras de frutos, hueso de aceituna) que pueden ser oportunamente valorizados en la propia planta por sistemas de cogeneración que aprovechan simultáneamente el rendimiento eléctrico y el calor que genera la combustión del residuo, permitiendo el autoabastecimiento de la planta. De esto ya abundan experiencias en nuestra geografía que no es necesario entrar a describir.

El sector del transporte es otro que también debería ser mayoritariamente excluido a la hora de consumir combustibles de biomasa. El transporte es actualmente devorador de carburantes derivados de petróleo, y como es sabido, numerosos países entre los que se encuentra España aplican porcentajes de mezcla con biocombustibles líquidos, sobre todo etanol y biodiesel. Una de las líneas de investigación que más interés despierta para la industria del motor es la obtención de estos biocombustibles a partir de materia vegetal leñosa mediante la combinación de procesos de hidrólisis, gasificación o pirólisis y síntesis a partir de los gases resultantes. Dejando los detalles técnicos aparte, el sueño de los carburantes biológicos abundantes se enfrenta a dos barreras nada despreciables: la ineficiencia energética del proceso de fabricación, y el conflicto por el control del territorio donde tiene que crecer la materia prima, ya sean plantaciones de árboles o cultivos anuales. La primera barrera se explica también desde la termodinámica, porque los procesos de las biorrefinerías, como de la petroquímica, requieren invertir cantidades de energía que se restan del balance entre energía final útil y energía inicial en la materia prima, es decir, re-

ducen el rendimiento. El conflicto de los biocombustibles por el territorio tiene que ver con las economías de escala, que al igual que en el mercado agroalimentario, basan su ganancia en la extensión de los monocultivos altamente mecanizados. Pero si excluimos la biomasa como fuente para los biocarburantes del transporte hay que encontrar otras alternativas y no parece fácil, además de ser un tema controvertido por el cúmulo de intereses en juego. Una transición razonable en el sector transporte comenzará por buscar soluciones para moderar el trasiego irracional de mercancías y personas cuando no responde a ninguna necesidad justificada. Lo demás puede parecer ciencia ficción, pero quizá no tanto. A corto plazo, el uso generalizado del gas natural para automóviles urbanos, en lugar de quemarlo en ciclos combinados de gas del sistema eléctrico, ayudaría a descontaminar las ciudades. Después hay que pensar en sustituir el motor de combustión interna de los vehículos por otras soluciones. El motor eléctrico

que ya fue incorporado al ferrocarril también ha sido puesto en práctica en una diversidad de automóviles. Y quizá sea la pila de combustible de hidrógeno (otro vector energético producible a partir de fuentes renovables como la solar) la que llegue algún día a dominar en el transporte pesado y en el marítimo. Los aviones ya han ensayado con éxito el uso de queroseno a partir de bioaceite de cultivos de microalgas ... Y, también aquí la excepción, para mover los motores de las máquinas agrícolas y de trabajos selvícolas se podría contar con suficiente cantidad de alcoholes y aceites vegetales producidos a nivel de comarca procesando determinadas fracciones de cultivo, excedentes de cosecha y residuos húmedos y grasas recicladas de la industria agroalimentaria.

Aunque el debate sobre el futuro energético tiene muchos frentes que no podemos abrir en el espacio de este artículo, para resumir considero que en términos generales, las políticas

**Tabla I: propuesta de estructura de un sistema energético ideal. El papel reservado a los combustibles de biomasa de origen forestal es cubrir las demandas estrictamente térmicas en edificios e industrias. Téngase en cuenta que la electricidad y el hidrógeno son vectores energéticos, no fuentes primarias. El consumo de electricidad en edificios y en la industria puede suministrarse por redes eléctricas extensas (alta y media tensión a partir de un mix de diferentes tecnologías renovables) y/o por instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo. El hidrógeno (obtenido por hidrólisis catalítica y fotovoltaica) mediante pilas de combustible de diferentes escalas de potencia puede emplearse para usos estacionarios como la electrificación de edificios o bien en el transporte. L. Fdez. del Pozo**

| Sector                  | Tipo de consumo              | Matriz energética (tecnología)  |
|-------------------------|------------------------------|---|
| Residencial             | calefacción y agua caliente  | Biocombustibles sólidos de biomasa (calderas y estufas)<br>En hibridación con energía solar térmica |
|                         | cocinas                      | Metano + hidrógeno (biogás)<br>Electricidad   |
|                         | electrodomésticos            | Electricidad  |
| Industrial              | calor de procesos            | Biocombustibles sólidos de biomasa (hornos y calderas) en hibridación con solar térmica             |
|                         | maquinaria y herramientas    | Electricidad  |
| Transporte              | Urbano, corta distancia      | Electricidad  |
|                         | terrestre de larga distancia | Hidrógeno   |
|                         | marítimo                     | Energía eólica<br>Energía solar<br>Hidrógeno  |
|                         | aéreo                        | Carburantes de síntesis (biorrefinerías, aceite de algas, queroseno vía Fischer-Tropsch)            |
| Agropecuaria y forestal | maquinaria                   | Biodiesel, etanol (de materias vegetales cultivadas)  |
|                         | riego                        | Solar fotovoltaica  |

energéticas orientadas a fortalecer la transición postfósil no debieran incentivar el consumo de biomasa para generación eléctrica, menos aún la llamada co-combustión que ayuda a perpetuar las centrales térmicas de carbón. Tampoco debieran orientarse, al menos no a gran escala, los suelos forestales (ni los agrícolas) a la ineficiente conversión de materias vegetales para fabricar biocarburantes y quemarlos en los medios de transporte. Las demandas que sí pueden ser oportunamente cubiertas por biomasa son las necesidades térmicas en las que se aprovecha directamente el calor de combustión con elevada eficiencia: calefacción, calentar agua, procesos industriales (vapor, hornos, etc.). Los productos combustibles obtenidos de la biomasa forestal respetan el estado sólido de la materia prima (leñosa) de la que provienen, aunque normalmente se someten a algún tipo de procesamiento mecánico para su dimensionado y densificación que facilita la dosificación a las instalaciones de combustión y economiza el almacenamiento y transporte al punto de consumo.

Antes de terminar este apartado, algunas cifras pueden ayudar a darnos una idea de la magnitud de lo que estamos hablando: el último Informe Anual de Consumos Energéticos publicado por el IDAE, arroja en el año 2011 un promedio de casi 6900 kWh/hogar empleados en calefacción y agua caliente. Para un censo de 17 391 900 hogares, la demanda térmica total del sector residencial en dicho año fue de unos 120 000 GWh. En el mismo período los hogares ya venían consumiendo 5,61 millones de toneladas de biomasa, que con un factor de conversión de 4 kWh por cada kg de madera al 20% de humedad, nos indica que fueron cubiertas con esta fuente renovable 22 440 GWh, aproximadamente el 19% de las necesidades de calor. La demanda térmica del sector industrial se estima según el mismo informe en unos 215 000 GWh y el nivel de cobertura con biomasa fue mucho menor. Los datos anteriores nos permiten estimar que si se cubrieran estas necesidades enteramente con biomasa habrían hecho falta del orden de 83,75 millones de toneladas de madera (30 MT consumo residen-

cial y el resto industrial). Algo impensable si se compara con el Anuario de Estadística Forestal del mismo año, el cual indica un volumen total de cortas de unos 12 millones de toneladas (madera en rollo para la industria, más leñas). La transición energética, en lo que al sector de usos térmicos se refiere, no puede consistir en la mera sustitución de unos combustibles fósiles por otros “bio”.

## MONTES MULTIFUNCIONALES

Habitamos un país en el que no hay ecosistemas primarios y en el que más de un 75% de los montes no pueden ser calificados de bosques, lo cual no impide, sin embargo, que estos ecosistemas transformados por siglos, sostengan un alto nivel de biodiversidad (San Miguel, 2010). Nuestros paisajes arbolados, en efecto, no pueden ser interpretados sin entender la mano del hombre sobre los mismos. Ha sido la experiencia campesina de generaciones la que ha modelado los agroecosistemas bajo el sabio criterio de potenciar la multifuncionalidad, es decir, compaginar el máximo de usos o aprovechamientos que permite el monte, como una previsión de seguro de vida para los años de escasez (Gómez Sal, 2011). En relación a esta idea, debiera preocuparnos gravemente la enorme pérdida cultural sufrida al desaparecer los saberes tradicionales de nuestros antepasados, y que hoy se traduce en la uniformización y simplificación empobrecedora de grandes extensiones de nuestro territorio nacional, así como en la excesiva polarización entre áreas intocables de alto valor natural frente al erial suburbano y las tierras entregadas al monocultivo industrial.

Por tanto, insistiremos en que las masas arboladas, aun las originadas por plantación, y sea cual sea su orientación productiva principal (madera de sierra, leñas, frutos, pastos, setas, resina, etc.), deben ser manejadas con criterios de protección y regeneración del suelo, búsqueda de máxima biodiversidad y diversidad de usos. La obtención de biomasa con fines energéticos es un objetivo más, a menudo no

el principal, contemplado en la gestión de un monte. Incluso este argumento encierra una lógica económica que la silvicultura en ambiente mediterráneo se empeña en demostrarnos: mientras los montes nos prestan unos servicios ambientales de incalculable valor, insustituibles, la rentabilidad económica de sus productos, por separado, es escasa (Madrigal, 2003). Solo mediante la ajustada coordinación de varios usos complementarios que mantengan estable la cobertura vegetal, podemos llegar a una verdadera rentabilidad económica y social del monte.

En coherencia con las ideas anteriores, defiendiendo para el aprovechamiento forestal bioenergético es inadecuado un modelo de gestión basado en monocultivos. Ni siquiera donde estos pueden llegar a ser más productivos, como el *P. pinaster* y el eucalipto en el monte gallego, pueden justificarse las extensas plantaciones mono-específicas en alta densidad, por el efecto excluyente que provocan respecto a cualquier otro uso del territorio, unido al riesgo sobradamente demostrado de incendios devastadores, que devalúan incluso el único producto que se pretende comercializar.

Las masas arboladas, aun las originadas por plantación, y sea cual sea su orientación productiva principal (madera de sierra, leñas, frutos, pastos, setas, resina, etc.), deben ser manejadas con criterios de protección y regeneración del suelo, búsqueda de máxima biodiversidad y diversidad de usos. La obtención de biomasa con fines energéticos es un objetivo más, a menudo no el principal, contemplado en la gestión de un monte

Por el contrario, me atrevo a afirmar que una industria maderera comprometida con la sociedad y con la calidad sería un gran aliado para la regeneración forestal en la línea que he explicado anteriormente. La creación hace un año del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama ha puesto sobre la mesa un debate que podrá repetirse en otras áreas protegidas: las futuras y muy probables ampliaciones de esta área de protección se harán sobre montes arbolados de tradicional aprovechamiento maderable (pinares de *P. sylvestris* en Valsaín y el monte de El Paular) siendo que ha sido este tipo de aprovechamiento, ejercido racionalmente durante más de un siglo, el que ha garantizado el crecimiento y la excelente conservación del bosque. Limitar sin más por Ley la intervención de las empresas que venían gestionando los pinares podría no ser la mejor solución para su conservación, que es precisamente la finalidad del Parque. Tampoco se trata de abrir la regulación creando precedentes al extractivismo en las áreas de reserva. Pero sería posible un tipo de *acuerdo de custodia del territorio* entre las partes (Dirección y Patronato del Parque, empresa pública o privada) que defina claramente cuáles son sus responsabilidades, supervisándose las actuaciones de prevención y de mejora ambiental al tiempo que se permite la comercialización en exclusiva de un producto maderable bajo marca de excelencia pero en cantidad limitada. Pienso que en la geografía española ha de ser más la norma que la excepción el hecho de tener que llegar a acuerdos para compatibilizar conservación y mejora del monte con aprovechamiento. Y sabiendo que el tipo de propiedad privada es predominante en los montes del país, un buen camino de reactivación del mundo rural sería la generalización de acuerdos entre propietarios y administraciones (desde el nivel de municipios, mancomunidades, etc.) que resaltarán la función pública de los montes, particularmente para el caso que nos ocupa, como reserva de recursos energéticos renovables que garantiza la autonomía energética de las poblaciones locales. En este sentido, se hace necesario recuperar el conocimiento histórico sobre los montes que hemos heredado, entre los que destacan los patrimonios territoriales públicos y comunales,

los montes de socios de muchas provincias de la mitad norte o los montes vecinales en mano común de Galicia. (Mangas J.M., 2013 y Merdrano P., 2013).

## RETOS PARA UNA GESTIÓN FORESTAL CON ORIENTACIÓN BIOENERGÉTICA

Ya hemos anunciado más arriba que existe una demanda creciente de combustibles de madera. Los últimos informes del Anuario Forestal Nacional no dejan dudas sobre la proporción cada vez mayor de las cortas destinadas a “leñas” en relación a las cortas totales. Por otra parte, la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM), integrada en una red europea que representa a las empresas del sector, informa a mediados de este año sobre la siguiente evolución del consumo de pelet de madera en España: de 100 000 toneladas en 2010 se pasó a 380 000 en 2013 abasteciendo a cerca de 80 000 instalaciones que sumaban una capacidad instalada de 5000 MW térmicos. Para el 2020, el Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa de AVEBIOM estima que habrá instalados 12 000 MW que demandarán un consumo de pelet de más de 1 100 000 toneladas.

En cuanto al comercio exterior, ha habido tanto exportaciones fuera de nuestras fronteras (pelet de madera y hueso de aceituna con destino a Italia y el Reino Unido) como importaciones de pelet, aunque en porcentajes todavía reducidos. De momento se trata de un nivel de demanda asumible por el mercado interno y con cierto margen para aumentar el consumo a corto y medio plazo si se destinan a este mercado las plantaciones del noroeste (eucalipto y pino) así como las claras que deben ejecutarse en importantes áreas de pinares actualmente carentes de gestión. Pero en el largo plazo las actuaciones desde la Administración, las empresas y los consumidores debieran coordinarse desde dos frentes: por un lado una correcta gestión forestal siempre adaptada a cada tipo de monte, y por otro el control de la demanda de combustibles. Respecto a la primera, se hace necesario

generalizar los planes de ordenación como herramienta básica de gestión del monte. Un Plan de Ordenación sencillo, consensado, multifuncional y viable (Sanjuanbenito, P., 2012), y que forme parte de la etiqueta de identificación de los biocombustibles de madera cuando estos salen al mercado. Porque incluir en el balance del ciclo de vida de un combustible biológico el componente de manejo del suelo y de los árboles, aunque pueda resultar complejo desde el punto de vista de cuantificar los flujos de energía, se torna trascendental para evaluar si el empleo de los recursos es eficiente en el aspecto de sostenibilidad, es decir, si se respeta la resiliencia del sistema natural, medido como fertilidad del suelo y permanencia de la masa arbolada.

En lo que al control de la demanda se refiere, se trata de equilibrar el consumo de biocombustibles con la oferta estimada, no al revés. Sin una moderación de los consumos energéticos solo caben dos escenarios: la degradación y el agotamiento de los recursos internos, o la necesidad de importarlos. Pero este es un aspecto de nuestra transición energética en el que llevamos un injustificable retraso, pese a que las medidas a tomar son conocidas: en el sector residencial construir edificios energéticamente eficientes (construcción bioclimática) y renovación de los ya existentes con incorporación masiva de la energía solar de baja temperatura para ACS y apoyo de calefacción. El sector industrial es capítulo aparte, porque hay que distinguir entre la pequeña industria de transformación y manufacturera que puede fácilmente adaptarse al consumo de los combustibles locales y también hibridar eficazmente sus instalaciones térmicas (hornos y calderas) con energía solar, frente a la industria pesada (cementeras, altos hornos, acero, vidrio, etc.) que tendrá que mirar a otras soluciones diferentes a la biomasa, además de cuestionar su tamaño actual y en algunos casos la ineficiencia energética de sus procesos.

Otro aspecto que está poco consolidado es la logística de acopio y distribución de los biocombustibles de madera, en la cual debe primar la opción por la pequeña escala que



El aprovechamiento de los pastos es el fin productivo principal de grandes extensiones del monte mediterráneo. En este caso la ordenación del pastizal es la que determina las cortas (podas y clareos) normalmente orientadas a leñas. Ganado avileño en el pie de monte del Sistema Central. Foto: L. Fdez. del Pozo.

favorezca el autoconsumo en cada comarca, dejando el transporte de larga distancia solo para los casos en que se cuenta con excedente y el consumo es justificado (un contrato de suministro de calefacción en una ciudad). AVEBIOM propone la implantación de Centros Logísticos y de Comercialización de Biomasa (CLCB) como infraestructuras básicas para la recepción, almacenamiento y secado de troncos y astillas de madera. Cada CLCB se ubica al pie o entrada de una zona de montes que puede abarcar decenas de kilómetros a la redonda. En la planta se realiza un primer manipulado del material que permite cumplir con las especificaciones técnicas del producto entregado: descortezado, humedad inferior al 30% en astilla, etc. En la gestión de un CLCB pueden participar consorcios de empresas, ayuntamientos, juntas vecinales, etc. Cuando se requiere la densificación del combustible, la astilla se destina a plantas de peletizado, las cuales se suministrarían de los centros logísticos más próximos (200 km. ó menos) y entregarían, a granel o embolsado, a distribuidores y clientes finales. De las plantas peletizadoras que operaban en Espa-

ña en 2013, treinta de ellas contaban con capacidad superior a las 10 000 ton/año. Otra forma de densificación que se está ensayando es la torrefacción de biomasa, más orientada a usos industriales y con la ventaja que los materiales iniciales a torrefactar pueden ser los de menor calidad.

Un asunto sobre el que me parece importante incidir es la conveniencia de reorientar el sector maderero hacia las maderas de calidad. La experiencia demuestra que un monte que solo produzca combustible es una bomba de relojería, y además, en buena parte de nuestra orografía la rentabilidad es dudosa. Por eso los bosques deben enriquecerse con especies autóctonas cuyo alto valor justifiquen las operaciones selvícolas de prevención y mejora. Tanto estas como las cortas finales para tabla aportarán materia para su valorización energética. Por cada 10 m<sup>3</sup> de madera de corta que entra en una planta de aserrío quedan disponibles unos 1000 kg de rechazos (serrín de corte y despuntes) que pueden astillarse y peletizarse. En Asturias ya se están dando pasos en la buena dirección para una mayor utiliza-

ción del castaño generando demanda de esta madera por industrias locales en construcción y muebles. A menudo las especies maderables valiosas para sierra se combinan perfectamente en masas mixtas junto a especies más aptas para leñas. Por otro lado, en grandes extensiones del monte mediterráneo sabemos que el uso principal es pastos, y es precisamente la buena conservación de estos pastizales lo que obliga a intervenir mediante podas y claros en estos montes, con el beneficio correspondiente en forma de leñas.

También existen casos en que las plantaciones de árboles se manejan para aprovechamiento de otros productos: piñón, resina, castaña ..., y secundariamente dan un cierto rendimiento de leñas. A lo que aportan las diferentes cortas de madera hay que sumar en nuestro país cantidades nada despreciables de hueso de aceituna, cáscara de almendra, piñas, etc. procedentes de cultivos leñosos. Al presentarse como material lignificado, seco, denso y granulado, su uso combustible ofrece parecidas prestaciones a las de la astilla y el pelet en instalaciones térmicas automatizadas de variada potencia. Esta variedad de materiales nos recuerda que la biodiversidad y agrobiodiversidad de la región mediterránea se traduce en una oferta plural que no siempre es bien acogida por el mercado, más cómodo cuando opera con productos homogéneos estandarizados. Así, cuando se tramitó la norma de calidad ENPLUS (EN 14961-2, implantada en España en 2011) para certificar la calidad del pelet de madera a nivel europeo, se trataron de imponer parámetros centroeuropeos (p. e. relativos al porcentaje y composición de cenizas) que al venir calibrados fundamentalmente a partir de maderas de coníferas (*Pinus*, *Picea*, *Abies*) corrían el riesgo de excluir de la calificación de calidad el combustible producido con materias propias de nuestro entorno. El problema no recae tanto en limitarnos la exportación a terceros países, sino en que muchos de los equipos instalados aquí son de fabricación extranjera y en principio sus diseñadores no contemplaban un uso policombustible adecuado a la oferta local.

Para terminar, una breve enumeración de riesgos que pueden distorsionar el mercado de biocombustibles sólidos de madera, afectando a la relación de este con la gestión forestal:

- La internacionalización de este mercado a semejanza de los hidrocarburos generará competencia de precios, promoverá la absorción de empresas locales por transnacionales, incentivará la exportación mientras seguimos sufriendo una grave dependencia energética, o bien se permitirá el “dumping” comercial por agentes importadores desincentivando la gestión de montes propios. Los acuerdos de libre mercado también pueden obstaculizar al tener que someterse a certificaciones externas, pese a que los productos sean para consumo nacional.
- El negocio eléctrico en España sigue favoreciendo la generación mediante centrales térmicas y existe un “lobby” influyente partidario de incorporar la biomasa a gran escala en las mismas, en alianza con los intereses del carbón y de la pasta de papel.
- El controvertido mercado del carbono que se creó como parte de los acuerdos sobre Cambio Climático, parte del principio que las emisiones de carbono procedentes de biomasa son neutras, asunto muy discutible si no se evalúan la gestión forestal y el cambio de uso de los suelos. Pero incorporar la biomasa a las medidas compensatorias que se conceden (y subvencionan) a las grandes empresas contaminadoras, no es una verdadera política de ahorro energético y conllevará conflictos de intereses.
- En un contexto internacional de crisis económica y enfrentamiento por recursos, si no se acomete con urgencia una oportuna reconversión de la industria, la edificación y los medios de transporte en la línea de la transición energética, existe grave riesgo de sufrir carestía de productos energéticos importados, derivando en la rápida sobreexplotación de los recursos nacionales, los forestales entre otros.

## CONCLUSIONES

La transición energética nos obliga como sociedad a mirar a los recursos renovables, siendo ya un hecho que la demanda de biomasa de origen forestal para uso combustible no para de crecer. Además de las tradicionales leñas, ahora las astillas, briquetas y pelet de madera obtenidos mediante procesos sencillos se adaptan a las instalaciones de energía térmica de nueva tecnología en procesos de combustión muy eficientes y de forma gestionable. El destino prioritario de los combustibles de biomasa deben ser los usos térmicos en edificios e industrias, donde su aprovechamiento directo en forma sólida más o menos densificada proporciona el máximo rendimiento por unidad de masa vegetal. Además, la biomasa forestal está ampliamente distribuida en el territorio y mediante un manejo adecuado de los suelos y masas arboladas podemos incidir positivamente en su producción y persistencia.

Por otra parte, es preciso insistir en la necesidad de contextualizar el sistema energético en el medio ambiente en el que se desarrolla. Para quienes habitamos la Península Ibérica el contexto físico que tenemos es una naturaleza profundamente antropizada que requiere conocerla y saberla administrar. Ningún sistema energético será sostenible (ni productivo) si no se adapta a las condiciones de diversidad y multiplicidad de usos que ofrecen los recursos de nuestro territorio. Sin olvidar el reto técnico de reconvertir cuanto antes el parque industrial, residencial y de transportes para moderar drásticamente los consumos energéticos. Pero de cara al futuro es preciso no solo un rápido cambio tecnológico, sino también modificar el significado social de lo que es un recurso energético, libre de toda presión especulativa. La búsqueda de una producción económica en nuestros agroecosistemas no debe entrañar contradicción con la producción ecológica de los mismos. Pero este cambio de mentalidad solo podrá darse si las sociedades en general nos implicamos en una transición más profunda, pasando del metabolismo industrial devorador a otro metabolismo de tipo orgánico. ❀

**El destino prioritario de los combustibles de biomasa deben ser los usos térmicos en edificios e industrias, donde su aprovechamiento directo en forma sólida más o menos densificada proporciona el máximo rendimiento por unidad de masa vegetal. Además, la biomasa forestal está ampliamente distribuida en el territorio y mediante un manejo adecuado de los suelos y masas arboladas podemos incidir positivamente en su producción y persistencia**

## BIBLIOGRAFÍA

- Gómez Sal, A. 2011. *Entender la Naturaleza Ibérica. Los Ecosistemas Humanizados*. Informe OSE. Especial Bosques.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, 2011. *Informe Anual de Consumos Energéticos*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo [www.idae.es](http://www.idae.es)
- Mangas Navas, J. M. 2013. "Génesis y Evolución de los Patrimonios Territoriales Públicos y Comunitarios", *Rev. Ambienta* nº 104.
- Madrigal Collazo, A. 2003. *Ordenación de Montes Arbolados*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- Medrano Ceña et al. 2013. "Montes de Socios: Un ejemplo de gestión forestal al servicio del desarrollo rural". *Rev. Ambienta* nº 104.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, *Anuario de Estadística Forestal* 2011.
- San Miguel, A. 2010. "La gestión de los montes que no son bosques: nuevos paradigmas para viejos paisajes culturales". *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 31: 103-112.
- Valter, F. et al. 2008. *Manual de Combustibles de Madera: producción, requisitos de calidad, comercialización*. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa, AVE-BIOM.
- Revista Bioenergy International* (Edición español, trimestral, consultados números de 2011, 2013 y 2014) [www.bioenergyinternational.es](http://www.bioenergyinternational.es)

# CONGRESO INTERNACIONAL DE ETNOBOTÁNICA (ICEB 2014)

“etnobotánica 2.14: la riqueza de un legado”

[www.etnobotanica2014.com](http://www.etnobotanica2014.com)



**Lugar de celebración:** Córdoba (España), del 17 al 21 de noviembre de 2014. Real Jardín Botánico de Córdoba y Universidad de Córdoba.

**Convocan:** IMGEMA, Real Jardín Botánico de Córdoba

**Colaboran:** Universidad de Córdoba, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Andalucía), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España y Diputación de Córdoba.



## OBJETIVOS DEL ICEB 2014

El ICEB 2014 reflexionará sobre: diversidad biológica y cultural frente al cambio global, conocimientos tradicionales como patrimonio o legado de la humanidad, marco internacional de la transferencia de especies y saberes populares entre culturas y continentes, recuperación de conocimientos y germoplasma vegetal a través de la documentación histórica, papel de los cultivos marginados, infrautilizados y variedades locales en la innovación agrícola, contribución de los paisajes culturales y sistemas agroforestales en la conservación del patrimonio etnobotánico, las plantas como alimento y medicamento; sus nombres y usos como factores generadores de identidad, etc. Y además, 2014 brindará dos oportunidades y mensajes muy singulares:

- En primer lugar el de la agricultura familiar, en los huertos urbanos y periurbanos y el intercambio de agrobiodiversidad a través de las redes de agricultores. **La ONU ha declarado 2014 como el año de la agricultura familiar.**
- En segundo lugar el de la cocina y costumbres alimentarias tradicionales como fuentes de conocimientos para la innovación agrícola, y como herramienta en la lucha contra el hambre y el déficit de salud en el mundo. **Córdoba (España) será en 2014 Capital Iberoamericana de la Gastronomía.**

El ICEB 2014 se celebrará de forma simultánea con el EHPE II, Segundo Encuentro Hispano Portugués de Etnobiología.

# Dehesas de encinas: el árbol que modeló el sistema y el sistema que moldeó al árbol

Pilar Fernández Rebollo<sup>1</sup>, M. Dolores Carbonero Muñoz<sup>2</sup>, Alma García Moreno<sup>3</sup> y José Ramón Leal Murillo<sup>1</sup>

1. Departamento de Ingeniería Forestal, ETSIAM. Universidad de Córdoba

2. Área de Producción Agraria. IFAPA. Centro Hinojosa del Duque. Junta de Andalucía

3. Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA. Centro Alameda del Obispo. Junta de Andalucía

La dehesa constituye el sistema agrosilvopastoral más característico y representativo de Europa, con 2.9 millones de ha en España. Es el fruto del conocimiento práctico de los agricultores y ganaderos que han vivido en estos territorios y que han ido perfeccionando poco a poco el sistema. Su origen hay que buscarlo en el aclarado del bosque de *Quercus* con el objeto de favorecer la producción de pastos y bellotas, que constituyen los principales recursos alimenticios para el ganado. Su finalidad principal es la producción ganadera, combinándose en una misma explotación diferentes especies y razas. Algunas zonas de las dehesas permiten el cultivo de cereales y leguminosas en rotaciones siempre largas, debido a la escasa fertilidad de los suelos y a que su destino principal, la alimentación del ganado, no justifica una mayor intensificación. La dehesa se compatibiliza con el aprovechamiento cinegético y presenta un fuerte atractivo para el desarrollo del turismo rural y gastronómico. La presencia de árboles incrementa el valor de la propiedad y permite la cosecha de leña y corcho y la producción de carbón y picón. A estas producciones habría que añadir un gran número de externalidades positivas ambientales como una alta biodiversidad, paisaje, acu-

mulación de agua, fijación de CO<sub>2</sub> o disminución del riesgo de incendios.

La encina es el árbol asociado en mayor medida a la dehesa (Costa *et al.*, 2006). La extensión artificial de esta especie a expensas de otras es un hecho evidente en muchos territorios de dehesa. Sin duda alguna, la encina ha contribuido de forma importante a la conformación del sistema dehesa, pero a la vez, el sistema ha modelado al árbol, dándole una forma no natural, pero tan natural para nosotros, al tratar de “frutalizarlo”.

En el contexto actual de aumento de la espesura y extensión de los bosques en la península, la escasez de regenerado viable amenaza la existencia futura de la encina en algunas dehesas. En otras además, este problema se agrava por la incidencia de la podredumbre radical causada por el oomiceto *Phytophthora cinnamomi*.

En este trabajo pretendemos repasar el papel de la poda de la encina en la dehesa y apuntar algunas ideas sobre cómo debería enfocarse esta práctica y la renovación del arbolado en el futuro inmediato.



## LA CUESTIÓN DE LA RENOVACIÓN DE LA ENCINA EN LA DEHESA

La renovación del arbolado en la dehesa es una tarea necesaria si se quiere mantener en el tiempo la estructura vegetal de monte hueco que la caracteriza, así como sus producciones típicas. Los propietarios y gestores de la dehesa deberían contemplarla como una actividad más en la gestión de la explotación, definiendo las estrategias a seguir y planificando en el tiempo las actuaciones para su logro, al igual que se planifican los cultivos o se programan las épocas de cubriciones y partos del ganado, aunque con horizontes temporales distintos.

La renovación del arbolado de manera natural es un proceso dinámico a través del cual se reclutan nuevos individuos a la población, compensando así las pérdidas por mortalidad. Podemos decir que en el caso de la encina es un proceso lento, derivado del lento crecimiento de esta especie y poco predecible, debido a las diferentes causas de mortalidad o a las múltiples que pueden hacer fracasar el establecimiento de nuevos individuos. En la dehesa es

mucho más difícil el establecimiento de nuevas encinas que en bosques y montes, debido fundamentalmente al pastoreo y a las labores relacionadas con el uso agrícola ocasional.

El hombre puede facilitar y fomentar el desarrollo de aquellos procesos naturales relacionados con la renovación del arbolado que puedan mostrar cierta compatibilidad con el aprovechamiento y las labores necesarias de la explotación. Es una forma de poner a trabajar a la naturaleza para obtener un fin de la explotación. A veces puede suponer adaptar ligeramente las labores o aprovechamientos a los ritmos naturales, mientras que en otros casos es difícil conseguir el reclutamiento de nuevos individuos por procesos naturales exclusivamente y es necesario recurrir a siembras o plantaciones.

Por tanto, las estrategias a seguir pueden ser múltiples y van a depender del estado de la vegetación del que parte la dehesa (que depende de su historia), de los aprovechamientos actuales y de las posibilidades de actuación de la propiedad, en términos económicos y de carga de trabajo. Aunque son difíciles las recetas

Dehesa de encina pastoreada por ganado vacuno y porcino con baja carga ganadera. El ganado vacuno pastorea esta zona desde la primavera hasta mediados o final del verano. El ganado porcino aprovecha la bellota durante la montanera. Se observa una abundante regeneración de la encina que es compatible con este pastoreo. Foto: Alma García.

La dehesa constituye el sistema agrosilvopastoral más característico y representativo de Europa, con 2.9 millones de ha en España. Es el fruto del conocimiento práctico de los agricultores y ganaderos que han vivido en estos territorios y que han ido perfeccionando poco a poco el sistema

en esta materia, vamos a tratar de exponer las ventajas e inconvenientes de las más comunes, organizándolas en función de la estructura de la vegetación presente en la zona.

Así por ejemplo, podemos encontrar dehesas o zonas arbolada en densidad adecuada y, bajo el dosel arbóreo, una estructura vegetal diversificada en la que los matorrales están presentes y ocupan aún una superficie de importancia. Son dehesas o áreas de las dehesas en las que la estructura de la vegetación guarda parecido con la del monte. En estos casos se puede conseguir la renovación del arbolado apoyándose en los procesos naturales, pues la presencia de arbolado asegura la producción de semillas y la estructura de la vegetación bajo el dosel permite la existencia de pequeños mamíferos y aves que, aunque actúan como depredadores al consumir bellotas, realizan una labor colateral de dispersión, al olvidar o abandonar algunas bellotas (Perea y col., 2011). La labor de dispersión puede ser más eficiente los años de cosecha abundante. El acotamiento al pastoreo de estas zonas durante un tiempo variable (pulsos de pastoreo), permite el crecimiento adecuado del regenerado existente, así como el reclutamiento de nuevos individuos. Además, la modificación del microambiente propiciada por algunos matorrales puede beneficiar el crecimiento inicial de las nuevas plántulas establecidas. Son los denominados matorrales nodrizas. Sin embargo, la ausencia de pastoreo durante un periodo largo, favorece

la expansión de los matorrales frente a los pastos y la dehesa se cierra aumentando el riesgo de incendio. Conseguida la regeneración es necesario, por tanto, realizar un control del matorral y fomentar el desarrollo de los pastos. Aunque en la práctica los acotados suelen fijarse en función de las infraestructuras presentes en la explotación, no hay trabajos que aborden cual debería ser la forma y el tamaño mínimo (o el óptimo) de las parcelas acotadas para conseguir una renovación suficiente del arbolado y cuál puede ser su efecto en la renovación del arbolado de las zonas aledañas.

El reclutamiento de nuevos individuos (y el crecimiento de los existentes) también es posible permitiendo la entrada del ganado a la zona en regeneración, pero regulando el periodo de pastoreo, el número de animales y la dieta, aportando fibra si es necesario para disminuir el ramoneo. En este caso, la expansión de los matorrales puede ser mucho más lenta. Al final del verano y principios del otoño, el ganado puede dañar en mayor medida a las plantas establecidas, dado que los pastos herbáceos son más escasos (han podido ser consumidos en su mayoría) y de peor calidad. En estos momentos puede ser conveniente evitar el pastoreo de los rumiantes en esta zona o disminuir su carga. Por el contrario, el pastoreo del ganado porcino puede permitirse, pues la eficiencia en el consumo de bellota se reduce mucho con presencia de matorrales y el daño que pueden hacer a las plantas establecidas no es importante. Al final del invierno, durante la primavera y a comienzos de verano, el ganado podría pastorear la zona dependiendo del crecimiento de los pastos herbáceos, pero siempre con cargas ganaderas bajas. En todo caso, el ganado ovino puede ser más compatible en esta estrategia que el ganado vacuno.

En estas zonas, el hombre puede reforzar el reclutamiento enterrando algunas bellotas en los claros o al resguardo de matorrales. Esta labor de apoyo a la regeneración natural puede ser más efectiva los años de cosecha abundante de bellota y permite una selección del parental y por tanto de los futuros árboles.

En otras ocasiones, la estructura vegetal bajo el dosel arbóreo está constituida por pastos herbáceos y aunque la presencia de encinas asegura una producción de semilla, la diseminación y el establecimiento pueden ser cuellos de botella que limiten el reclutamiento. Si existen encinas con porte arbustivo o de mata alta, puede ser una buena opción su aposto y conversión a árbol, evitando en la zona la concentración excesiva de ganado que pueda ramonear en demasía y, sobre todo, quebrar los resalvos seleccionados. En el caso de que la mata sea baja o esté muy ramoneada puede ser necesario el empleo de protectores físicos que eviten el ramoneo del ganado y garanticen un crecimiento adecuado y su conversión a árbol, especialmente en las dehesas en las que el ganado vacuno esté presente. Existen repelentes comerciales y caseros que podrían utilizarse para evitar o disminuir el ramoneo de estas matas, pero su efectividad no ha sido contrastada con ganado en la dehesa. La necesidad de aplicaciones recurrentes y el coste de algunos de estos productos pueden restar interés a esta estrategia de protección química frente a la herbivoría. Por otro lado, el aposto de estas matas no supone la incorporación de un nuevo individuo, pero al convertirse en árboles se fomenta la producción de semillas.

Por último, otra situación frecuente en la dehesa es la existencia de zonas extensas en las que

**La encina es el árbol asociado en mayor medida a la dehesa. La extensión artificial de esta especie a expensas de otras es un hecho evidente en muchos territorios de dehesa. Sin duda alguna, la encina ha contribuido de forma importante a la conformación del sistema dehesa, pero a la vez, el sistema ha modelado al árbol**

bajo el arbolado solo tenemos pastos herbáceos o, algunos años, cultivos. En este escenario la renovación del arbolado no puede conseguirse a tiempo apoyándose en los procesos naturales y debe recurrirse a siembras de bellotas o a plantaciones. Esto puede hacerse extensible para aquellas zonas en las que el arbolado es escaso o está ausente. Una circunstancia que puede ser aprovechada a la hora de renovar el arbolado en las zonas cultivadas de las dehesas, son las siembras de bellotas que se producen con las labores de preparación de los cultivos. Muchas de estas bellotas enterradas llegan a germinar y se establecen protegidas por el culti-



Matas de encina muy ramoneadas en una dehesa. A las matas de la derecha se les colocó un protector para impedir el ramoneo y se observa el crecimiento que han experimentado en cinco años. Foto: M<sup>º</sup> Dolores Carbonero.

**La renovación del arbolado en la dehesa es una tarea necesaria si se quiere mantener en el tiempo la estructura vegetal de monte hueco que la caracteriza, así como sus producciones típicas. Los propietarios y gestores de la dehesa deberían contemplarla como una actividad más en la gestión de la explotación, definiendo las estrategias a seguir y planificando en el tiempo las actuaciones para su logro**

vo. Bastaría, antes de la cosecha o la utilización a pastoreo, señalar y proteger aquellas plantas mejor situadas y de aspecto vigoroso.

Aunque la forma de crecimiento natural de la encina, con un desarrollo en profundidad de la raíz durante los primeros meses antes de la emisión de la parte aérea, sugiere un mayor éxito para la siembra, no hay un consenso general sobre cuál es la mejor técnica en la dehesa. En unos casos se ha obtenido mayor éxito en siembras, en otros fueron mejor las plantaciones y otras veces la supervivencia alcanzada ha sido similar (González-Rodríguez y col., 2011). En general, la siembra suele tener un menor coste que la plantación, pero mayor riesgo de depredación. No obstante, existen en el mercado dispositivos que reducen la depredación de bellotas sembradas, atenuando este inconveniente. La plantación, por su parte, puede llevarse a cabo con un calendario más flexible (desde otoño hasta mediados de la primavera), pero tiene el inconveniente de un desarrollo de la raíz limitado por la profundidad y el volumen del contenedor. Además, es posible introducir enfermedades en la dehesa si se emplea planta contaminada procedente de los viveros.

Independientemente del método elegido, el establecimiento final de la planta depende de las condiciones del medio, de la calidad de la planta o la semilla y de las prácticas culturales. No obstante, es amplio el conocimiento técnico acerca de cómo abordar con éxito las siembras y plantaciones. Citamos a continuación algunos aspectos que consideramos clave. En primer lugar, una preparación profunda de la zona en la que va a colocarse la semilla o la planta es re-

comendable, pues facilitará la penetración y el desarrollo en extensión de la raíz de la encina y el futuro desarrollo de la planta. Una preparación puntual con un subsolador cruzando la labor puede considerarse adecuada en muchas de las situaciones que podemos encontrar en la dehesa. Otro aspecto clave para la supervivencia, por lo menos los primeros años, es la reducción de la competencia por agua y nutrientes entre la planta de encina y los pastos herbáceos. Debemos tener en cuenta que la capacidad de competencia de los pastos herbáceos es muy elevada y aumenta a medida que contiene especies de alta producción y calidad. Una escarda alrededor de la planta de encina reduce la competencia de forma efectiva, pero es una labor cara de ejecutar. Se están utilizando con éxito cubiertas a base de paja o alfalfa seca colocadas alrededor de la planta, cuyos exudados tienen la capacidad de inhibir la germinación y el desarrollo de la radícula en plantas anuales. El uso de mallas antihierbas o de piedras en el entorno de la planta reduce parcialmente esta competencia. Además, el pastoreo del ganado puede controlar el desarrollo de la hierba en el entorno próximo (fuera de los protectores), disminuyendo también la competencia que se pueda producir en este espacio. Asimismo, en las dehesas más secas, pueden ser necesarios riegos de apoyo en verano (normalmente el primer y segundo año) y conveniente un ligero sombreado de cara a reducir la transpiración y el estrés lumínico. La protección de la planta frente al pastoreo del ganado es un aspecto que no se puede obviar y se ha planteado, bien acotando al ganado o, con más frecuencia, mediante el empleo de protectores individuales. Aunque estos últimos pueden resultar caros, la baja densidad de siembra o plan-



Encinas plantadas en dehesa con protectores individuales resistentes al ganado. (a) Detalle de una microcuenca para mejorar la captación de agua en el entorno de la planta. (b) Cubierta de paja alrededor de la planta de encina para disminuir la evaporación de agua y controlar la presencia de herbáceas anuales en el entorno de la planta. (c) Sombreo de la planta de encina mediante el empleo de restos de poda. Fotos: Pilar Fernández Rebollo.

tación necesaria en la dehesa y su efectividad aconsejan su empleo. De hecho es una opción ampliamente aceptada. Existen diversos tipos de protectores en el mercado pero también muchos otros diseños desarrollados por los propietarios y ganaderos de la dehesa.

Por último, la renovación del arbolado en zonas que lo han perdido por podredumbre radical causada por el oomiceto *Phytophthora cinnamomi*, debe posponerse hasta asegurarse que la densidad de inóculo en el suelo es baja y está por debajo del umbral en el que puede causar

enfermedad a la encina, a menos que se desee sustituir por otras especies no susceptibles a la enfermedad. Este periodo podría acortarse considerablemente mediante la aplicación de calcio al suelo (Serrano y col., 2012) o con los cultivos biofumigantes con los que se está obteniendo resultados prometedores (Ríos y col., 2014). Pero sería necesario y urgente reforzar la investigación en estas materias.

Para finalizar, conviene abordar las cuestiones relativas a la densidad y a la estructura de edades óptima del arbolado en la dehesa, en la medida en que condicionan tanto la cadencia de las actuaciones de renovación, como las densidades de siembra/plantación en cada momento o la intensidad de las claras, en el caso de optar por la estrategia de pulsos de pastoreo. En esta cuestión tampoco caben recetas, pues se debe partir de la situación de la vegetación arbórea en cada caso y definir una situación deseada u óptima, que dependerá de factores del medio y de los usos particulares de cada dehesa. Así, con una intervención única en la que se incorporara un número de plantas similar a la final deseada, podríamos conseguir la renovación del arbolado y obtener una masa coetánea. Si se desea una masa con individuos de distinta edad en grado de mezcla íntima, bastaría con intervenciones cada 25-30 años incorporando pocos individuos (entre cinco y diez por hectárea). Es posible combinar estos dos esquemas dentro de una explotación, trabajando con cada uno en zonas distintas.

## PODA Y PODAS DE LA ENCINA

La poda de la encina puede considerarse como un tratamiento selvícola común y extendido en los territorios de dehesa. Consiste en la eliminación ordenada de una porción de la copa del árbol. El hombre ha utilizado desde antaño la poda para extraer leña y ramón y para otorgar a la encina una arquitectura adecuada a distintos fines: fomentar la producción de bellota y facilitar su recolección ya sea por el hombre o el ganado; promover el desarrollo de los pastos herbáceos en su entorno y su utilización por el

ganado a pastoreo; y permitir los cultivos ocasionales. Es por tanto una técnica multipropósito. Este hecho diferencia la poda realizada en la dehesa de aquella ejecutada en otros sistemas agrícolas o forestales, que suelen tener una finalidad principal ya sea la producción de fruto o de madera.

Los criterios para realizar las podas en las dehesas presentan numerosas variantes locales, consecuencia de su papel multipropósito y del peso diferente que en cada zona se le ha otorgado a los distintos usos y productos, pero también de la extensión de la dehesa en la península que ha posibilitado el contacto con diferentes cultivos leñosos de los que ha recibido una fuerte influencia. Estos criterios han llegado hasta nuestros días transmitidos de generación en generación, revelando la experiencia de los antiguos expertos cuyo arte, lamentablemente, se ha perdido en cierta medida. Lo cierto es que cada una de las encinas de la dehesa ha recibido distintas intervenciones de poda a lo largo de su vida, que han ido poco a poco modelando su silueta, alejándola de aquella que le otorga su hábito natural de crecimiento.

Tradicionalmente se han diferenciado las podas de formación, aquellas que recibe el árbol al principio de su vida para conseguir un fuste y definir la copa, del resto de futuras intervenciones, aunque nunca la frontera es clara. Así, es habitual la realización de podas con el propósito de reconstruir la copa de encinas adultas, como es el caso de los olivados o las mondas, las cuales se acercan más a la concepción de las podas de formación.

### La poda de formación

La poda de formación en la encina comparte rasgos con la poda realizada en algunos árboles frutales (la disposición en vaso abierto del olivo, el almendro o el ciruelo), puesto que ha sido uno de sus fines conseguir una arquitectura adecuada para la producción de bellotas. En general, se ha buscado un fuste limpio y recto, con una copa abierta y equilibrada que le confiera fortaleza a la encina, y que permita

a



b



c



Poda de producción de distinta intensidad en encina. (a) Poda muy intensa (desmoche) realizada en la provincia de Salamanca. (b) Poda intensa realizada en la provincia de Cáceres. (c) Poda de intensidad baja realizada en la provincia de Salamanca. Fotos: Pilar Fernández Rebollo.

una adecuada iluminación estimulando así la formación de brotes fructíferos. No obstante, tal y como hemos indicado arriba, suele pesar la tradición local en la concepción del árbol.

Esta arquitectura de la encina se consigue con sucesivas operaciones de realce, mediante las cuales se eliminan las ramillas laterales más bajas y los chupones que salen de la base del tronco. Estos realces tienen un efecto vigorizante que se reparte por toda la planta al ser esta pequeña, haciendo que los brotes no eliminados experimenten un mayor crecimiento, lo que se aprovecha para dirigir el desarrollo en altura. Dado que la encina no posee una marcada dominancia apical y produce abundantes ramificaciones laterales, se ha destacado la importancia de los realces en los primeros años de vida, especialmente en aquellas encinas resguardadas del diente del ganado por algún tipo de protector. Además, y como ocurre en otros frutales, los realces pueden acortar el periodo improductivo dado que la proximidad de los brotes a la raíz ha sido considerada un factor de persistencia del carácter juvenil. No obstante, en el caso de la encina existe un conocimiento bastante impreciso sobre esta materia.

Una vez que la encina ha sobrepasado los dos metros de altura con estas operaciones de realce, se comienzan a eliminar las ramas centrales, generalmente más verticales, eligiendo aquellas mejor situadas en la periferia, que se constituirán en los futuros brazos de la encina. Posteriormente se van eliminando los brotes verticales que salen de las ramas principales, dejando los inclinados que tengan horquillas abiertas. De este modo se va conformando una copa con forma de vaso.

Estas intervenciones de poda, al ser de poca entidad y producir heridas pequeñas, pueden realizarse en cualquier momento del año sin necesidad de ajustar su realización al periodo invernal de parada vegetativa. Esto confiere cierta flexibilidad. En aquellas zonas más secas en las que hay una parada por déficit hídrico, puede ser conveniente la realización de los realces y las operaciones de formación de la copa en verano pues permite, a la vez, reducir la superficie trans-

pirante del arbolito. No debemos olvidar que en estas zonas suele ser frecuente en la encina la existencia de un crecimiento primario en otoño.

Por su influencia en la arquitectura final del árbol, la poda de formación tiene un alto interés económico a largo plazo. Sin embargo, el dilatado periodo en el que debe realizarse, que puede extenderse más allá de los 25 años, unido al hecho de que supone un coste para la explotación, la hace poco atractiva para los propietarios de dehesa. No obstante, creemos que son necesarias y deberían ejecutarse en la mayoría de las nuevas encinas.

### **Entre la poda de producción y la de mantenimiento**

Una vez formada la encina, la poda realizada durante su periodo adulto tiene por objetivo obtener cosechas de leña, denominándose poda de producción. A veces, estas labores se realizan de manera que se mantenga o perfeccione la forma ya lograda de la encina, mientras que otras veces, se desatiende por completo su arquitectura. Habitualmente suelen realizarse en la parada vegetativa de invierno y, frecuentemente después de la caída de la bellota.

En el primer caso, la poda suele denominarse limpia y da lugar a una cosecha de leña reducida, pues se caracteriza por su moderación, tanto en la cuantía como en el grosor de las ramas cortadas, completándose esta producción con la de leñas finas y ramón para el ganado. Aún a pesar de las fuertes diferencias locales, la limpia tiende a mantener una adecuada iluminación en el interior de la copa, regulando el espacio entre ramas sobre los brazos ya formados. Esto permite también una mayor aireación del interior pudiendo reducir la incidencia de enfermedades, especialmente en las umbrías y zonas más húmedas. Para ello se eliminan las ramas dominadas en el interior, las excesivamente verticales, aquellas que se cruzan y los brotes chupones que aparecen en la cruz y en el tronco. Se aprovecha esta poda para eliminar la madera muerta o enferma suponiendo a la vez una importante labor sanitaria.

En algunas zonas, con esta poda se ha tratado también de contener la altura del árbol, conformando una copa aplanada en la que las ramas con tendencia horizontal son predominantes. Esto lleva a aumentar la intensidad de la limpia y a tener que apearse ramas de mayor grosor, por cuanto que el mantenimiento de este tipo de copa requiere de mayor intervención, al alejarse mucho más de la forma natural de desarrollo de la especie. Aunque el diámetro de la copa aumenta, en términos generales se reduce la superficie productiva del árbol, al disminuir sustancialmente la profundidad de la copa. Este tipo de arquitectura para el árbol en la dehesa pudo estar plenamente justificada cuando las encinas se vareaban con vara o zanga, bien para recoger a mano su bellota, o para optimizar el consumo de bellota por el ganado porcino en su pastoreo diario. Sin embargo hoy en día, dado que el vareo está en desuso, encuentra difícil justificación por cuanto que es una arquitectura que precisa de más intervenciones para su mantenimiento y le confiere menor resistencia a la encina frente a fuertes lluvias y nevadas.

En el segundo caso se busca un mayor beneficio en leñas gruesas, eliminando más ramas y de mayor diámetro lo cual es, en cierta medida, incompatible con el mantenimiento de la forma dada a la encina. En algunas zonas se les denomina talas. Es frecuente tras estas podas la proliferación de brotes chupones, al activarse las yemas adventicias en la madera de las ramas principales y secundarias tras el cambio brusco en la insolación recibida. Esto genera una nueva necesidad de poda en el futuro. Quizá, el caso de poda más intensa de la encina en la península sea el desmoche practicado en Salamanca y otras provincias limítrofes, ejecutado de forma distinta a los desmoches de fresnos o castaños en los cuales se elimina toda la copa a partir de la cima del tronco. En el caso de la encina, se apean todas las ramas pero se mantienen las que forman la cruz con sus ramas distales. Al año siguiente, la respuesta del árbol es una emisión masiva de brotes que tapizan de hojas verdes las ramas de la cruz, siendo necesario volver a construir la copa de la encina mediante dos o tres intervenciones sucesivas de podas en

un periodo de tiempo que puede oscilar entre veinte o treinta años y que se suelen denominar olivados. En los olivados se produce poca leña, especialmente en el primero. Es probable que en estas dehesas más frías, la necesidad de leña para calentar los hogares en los largos inviernos llevara al desarrollo de esta técnica de poda, adaptando los desmoches practicados en otras especies a la forma de crecimiento de la encina y a su respuesta a la poda. Los desmoches se ejecutan sobre un número reducido de árboles (habitualmente los más vigorosos), y nunca en todos los árboles de una parcela, lo que permite obtener ingresos todos los años por venta de leñas y no mermar en exceso la cosecha de bellota de la finca.

Bien es cierto que cuando la leña deja de ser un producto de primera necesidad y pierde valor comercial, la poda de tipo limpia supone un coste más de explotación, al no superar los ingresos por venta de leña los costes de ejecución. Las talas y desmoches pueden aún generar algo de ingresos por la mayor cuantía de leñas gruesas obtenidas, aunque el balance llega a ser negativo si se consideran los costes de los olivados posteriores. Por tanto, en esta situación del mercado de la leña, la poda de tipo limpia pasa a cumplir una función neta de mantenimiento. No en vano en muchas zonas se le llama poda de mantenimiento en lugar de poda de producción. Pero, aparte de mantener una iluminación y aireación adecuada en el interior de la copa y eliminar la madera enferma o muerta ¿qué otro mantenimiento proporciona la poda a la encina en la dehesa?

En primer lugar, la poda puede conferir control de la carga de bellotas del árbol. De hecho, existe la creencia entre algunos propietarios y gestores de las dehesas que la poda es necesaria para su mantenimiento en el tiempo: si los árboles dejan de podarse, la producción entra en declive. Más allá, otros piensan que incrementa la producción. Esto les lleva a mantenerlas a pesar de su coste, podando todos los árboles cada diez o quince años. En general, no resulta fácil analizar los efectos de la poda en los árboles frutales, pues algunas respuestas, pensemos,

**La renovación del arbolado debería apoyarse en los procesos naturales y cuando no sea viable, fomentarlos o reproducirlos, mientras que las podas deberían adaptarse lo más posible a la tendencia natural del árbol, lo que reduciría las necesidades de mantenimiento. Asimismo, las actuaciones sobre el arbolado deberían ejecutarse buscando un aumento de la diversidad, lo que redundaría en una mayor naturalidad del sistema**

por ejemplo, en el vigor o la longevidad son difíciles de medir. Además, no es fácil uniformizar criterios de poda entre distintos podadores o incluso, en un mismo podador frente a distintos árboles. Pero en la encina, si cabe, es aún más difícil por dos motivos fundamentales: no se trabaja con individuos de la misma variedad o clon, sino con individuos que muestran una gran variabilidad genética y por tanto las respuestas no son homogéneas; y, en segundo lugar, las condiciones ambientales de la dehesa no son homogéneas ni en el espacio ni en el tiempo ni se pueden controlar (como ocurre en muchos huertos frutales con sistemas de fertilización, riegos y control de la temperatura), con lo que la respuesta del árbol a la poda se superpone a la respuesta a las condiciones del medio, en especial a las meteorológicas. Todos estos aspectos dificultan la interpretación de los resultados y limitan la obtención de conclusiones. A pesar de ello, en los últimos años han aumentado las investigaciones en este campo. Así, los trabajos realizados en dehesas ibéricas por diferentes autores como Porras (1998) en Huelva, Carbonero (2011) en Córdoba, Cañellas y col. (2007) en Toledo, Álvarez y col. (2004) en Salamanca y Alejano y col. (2008) en Huelva, han puesto de manifiesto escasas diferencias en la producción de bellota al comparar encinas podadas con otras no podadas y, en los pocos casos en los que hay diferencia, la poda tiende a reducir la cosecha. Así, tras la poda se produce una reducción del número de flores femeninas, lo que da lugar a una disminución del número de bellotas, aunque estas pueden llegar a ser de mayor peso (Carbonero y col., 2013a), ejerciendo por tanto a corto plazo un cierto control sobre la cuantía y la calidad de la bellota (tama-

ño). Posteriormente, en años sucesivos, la cosecha puede aumentar respecto a la conseguida el año siguiente a la poda, siempre y cuando las condiciones meteorológicas o la incidencia de plagas y enfermedades no limiten la floración, el cuajado o el llenado del fruto (Carbonero y col., 2013b). Por tanto, la poda ejerce también un cierto control atenuando el ciclo productivo vecero (y muchas veces alternante) de la encina en la dehesa.

Como cabe esperar, la magnitud de estos efectos de la poda dependen de la intensidad de la misma (Alejano y col., 2008; Carbonero, 2011) (por ejemplo, se llega a anular en el caso de podas severas como los desmoches), pero también de la cosecha del árbol el año previo (Carbonero, 2011). Al igual que ocurre en otros frutales, la poda parece tener un efecto depresivo en el crecimiento vegetativo del árbol, siendo el resultado medible una menor suma total de crecimiento de brotes y raíces y de crecimiento secundario (Alejano y col., 2006). La carga frutal puede tener también un efecto depresivo en el crecimiento vegetativo e incluso, en la siguiente floración. Luego, el efecto de la poda es, en consecuencia, el resultado neto del efecto relativo directo sobre el crecimiento vegetativo y sobre la cosecha de fruto. Es posible, en la práctica, obtener diferentes resultados dependiendo de qué efecto tiene mayor peso, el de la poda o el de la carga frutal.

Por otro lado, en segundo lugar, la poda de mantenimiento puede contener el volumen del árbol, especialmente de aquellos más vigorosos, evitando dimensiones excesivas que resten estabilidad a la copa (frente a vientos o neva-

das), o tangencias de copas en aquellas dehesas con mayor densidad de arbolado. Por último, la poda puede perseguir también reparar daños y deformaciones de la copa.

Si bien, el control de la carga frutal mediante las podas (cantidad de frutos, tamaño y composición y oscilaciones temporales) puede ser muy difícil de planificar en la dehesa dada la falta de homogeneidad genética del arbolado, su escasa sincronía productiva y la variabilidad de las condiciones ambientales en el espacio y el tiempo, la poda si quedaría justificada por su capacidad para controlar el volumen del árbol, la vigilancia sanitaria o la reparación de daños. Esto precisa de un planteamiento distinto en su ejecución, realizando las podas solo en las encinas que la necesitan (huyendo de una poda “a hecho”) y de una capacitación ligeramente diferente de los podadores (y no leñadores) que les habilite para otra lectura del árbol.

## REFLEXIONES FINALES

La dehesa no es un sistema natural: necesita de la intervención constante del hombre con actuaciones eficaces que impidan el avance hacia sistemas más complejos o excesivamente simplificados. Además no es un sistema estático: las intervenciones del hombre deben adaptarse a las nuevas exigencias de la economía y la sociedad. Por ello, creemos que la encina deberá gestionarse en la dehesa dándole un mayor peso al principio de la naturalidad, pues permite realizar las operaciones de renovación y poda de forma más eficiente. En este sentido, la renovación del arbolado debería apoyarse en los procesos naturales y cuando no sea viable, fomentarlos o reproducirlos, mientras que las podas deberían adaptarse lo más posible a la tendencia natural del árbol, lo que reduciría las necesidades de mantenimiento. Asimismo, las actuaciones sobre el arbolado deberían ejecutarse buscando un aumento de la diversidad, lo que redundaría en una mayor naturalidad del sistema. De esta forma, se deberían propiciar diferentes espesuras en la explotación, diferentes clases de edades, incorporar otras especies ar-

bóreas acompañantes, dejar estratégicamente encinas con porte arbustivo y otras sin podar para que alcancen altura. Esta mayor naturalidad y diversidad otorgará flexibilidad ante futuros cambios. ❁

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alejano R., Tapias R., Fernández M., Torres E., Alaejos D. 2008. Influence of pruning and the climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Annals of Forest Science*, 65 (2), 1-5.
- Alejano R., Tapias R., Torres E., Fernández M., Alaejos J. 2006. Influencia de la poda en la producción de bellota y el crecimiento en dehesas de la provincia de Huelva. *Bol. Inf. CIDEU*, 1, 25-28
- Álvarez S., Morales B., Bejarano L. 2004. Estudio preliminar de la influencia de la poda en la producción de bellota en El Encinar de Espeja (Salamanca). En: García-Criado et al. (Eds), *Pastos y ganadería extensiva*, 727-731. Salamanca.
- Cañellas I., Roig S., Poblaciones M.J., Gea- Izquierdo G., Olea L. 2007. An approach to acorn production in Iberian dehesas. *Agroforestry Systems*, 70, 3-9.
- Carbonero M.D. 2011. *Evaluación de la producción y composición de la bellota de encina en dehesas*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Carbonero M.D., García A.M., Hidalgo M., Leal J.R., Blázquez A., Fernández Rebollo, P. 2013a. Efectos a corto plazo de la poda en la producción de bellota en relación al contexto productivo en que se realiza. En: Montero G, Guijarro M et al. (eds.), *Actas 6º Congreso Forestal Español* CD-Rom. 6CFE01-130: [10]. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria.
- Carbonero M.D., García A.M., Leal J.R., Fernández Rebollo, P. 2013b. La poda de la encina en la dehesa y sus efectos a largo plazo sobre la producción de bellota. En: Montero G, Guijarro M et al. (eds.), *Actas 6º Congreso Forestal Español* CD-Rom. 6CFE01-131: [10]. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria.
- Costa J.C., Martín A., Fernández R., Estirado M. 2006. *Dehesas de Andalucía: caracterización ambiental*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- González-Rodríguez V., Villar R., Navarro-Cerrillo, R.M. 2011. Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37, 1-9.
- Perea R., San Miguel A., Gil L. 2011. Acorn dispersal by rodents: The importance of re-dispersal and distance to shelter. *Basic and Applied Ecology*, 12, 432-439.
- Porras C.J. 1998. Efecto de la poda de la encina (*Quercus Rotundifolia* Lam.) en los aspectos de producción y en el del grosor de las bellotas. En: *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*. 187-192. Universidad de Valladolid.
- Ríos P., Obregón S., de Haro A., Sánchez M.E. 2014. Screening of potential biofumigant plants against the root pathogen *Phytophthora cinnamomi*. *Actas del 7º Meeting of the Working Group Integrated Protection in oak Forests Conference*. IOBC/WPRS Bulletin.
- Serrano M.S., De Vita P., Fernández-Rebollo P., Sánchez, M.E. 2012. Calcium fertilizers induce soil suppressiveness to *Phytophthora cinnamomi* root rot of *Quercus ilex*. *European Journal of Plant Pathology*, 132, 271-279.

# GOTILWA+: una herramienta para optimizar la gestión forestal adaptada al cambio climático

Daniel Nadal-Sala<sup>1</sup>, Santiago Sabaté<sup>1,2</sup> y Carlos Gracia<sup>1,2</sup>

1. Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona

2. CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals), Cerdanyola del Vallès

Estudiar el cambio global de origen antropogénico en los ecosistemas mundiales, y sus efectos sobre los mismos, es y será uno de los principales retos de la ecología del siglo XXI. Los ecosistemas forestales españoles ya se encuentran actualmente limitados por el estrés hídrico. Esta limitación se verá agravada por los efectos del cambio climático debido tanto a una reducción del agua disponible como a un incremento de la demanda evaporativa. Una gestión forestal adecuada puede incrementar la resiliencia de los ecosistemas forestales mediterráneos al cambio climático. Los modelos de procesos ecofisiológicos como GOTILWA+ son herramientas muy potentes a la hora de proyectar los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas forestales, asimismo como evaluar la gestión forestal. GOTILWA+ incluye un potente motor de optimización de la gestión forestal –basado en el “Particle Swarm Algorithm” (PSO)–, que permite proyectar la gestión óptima en función de las variables ambientales –tanto climáticas como estructurales– y de los objetivos de gestión. Una gestión adaptativa al cambio climático será imprescindible para combatir los impactos negativos de este sobre los bosques españoles. En este artículo se presentan tres ejemplos de aplicación del modelo GOTILWA+: en el primero se estudia la respuesta de los hayedos (*Fagus*

*sylvatica* L.) españoles a distintos escenarios de cambio climático. En el segundo se evalúan distintos itinerarios de gestión de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) en función de distintos objetivos de gestión. En el tercero, se aplica el PSO en un rodal de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) para obtener la gestión óptima del rodal. Se concluye que, si bien el cambio climático supondrá severas constricciones sobre los ecosistemas forestales españoles, una gestión adaptativa permitirá en parte mitigar dichos impactos.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y BOSQUES

Los flujos de entrada, distribución y salida de energía –es decir, el clima– del sistema Tierra se encuentran en constante cambio (Eyles 1993). Esta circunstancia ha derivado en un equilibrio inestable para todos los sub-sistemas existentes dentro del mismo; es decir, el cambio de las condiciones ambientales es un factor inherente en todos los ecosistemas. No obstante, desde la Segunda Revolución Industrial, el impacto antropogénico sobre los flujos energéticos se ha visto acentuado mediante la emisión masiva de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC 2007, IPCC 2013), principalmente CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. El aumento de la concentración de GEI en la

atmósfera ha provocado que la temperatura promedio del planeta se incrementase (Levitus *et al.* 2001) cerca de un grado durante el siglo XX. Las proyecciones indican un aumento de 0.6 °C durante los tres primeros decenios del siglo XXI, con una tendencia ascendente en los siguientes. Este hecho, junto con el cambio de los usos del suelo a escala global (Sala *et al.* 2000), ha provocado que los ecosistemas del planeta estén siendo modificados a una velocidad sin precedentes en la historia reciente (Pimm *et al.* 1995).

El clima predominante en la Península Ibérica es el denominado clima mediterráneo. El clima mediterráneo se caracteriza por tener una primavera y un otoño lluviosos y un verano e invierno secos, con un marcado estrés hídrico durante los meses estivales (Vicente-Serrano 2006; García-Ruiz *et al.* 2011). Durante dicho período, la evapotranspiración potencial –o demanda evaporativa– supera con creces la precipitación –es decir, el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda evaporativa–. Las proyecciones para la zona sudeste de la Península Ibérica indican tanto un incremento en la temperatura como una disminución de la precipitación (Summer *et al.* 2003; Ruíz-Sinoga *et al.* 2011, Fig. 1), lo cual exportará el clima mediterráneo tanto latitudinal como altitudinalmente e incrementará la aridez de las zonas de la Península que actualmente ya presenten este clima. El incremento de la aridez puede tener un impacto dramáticamente negativo sobre los bosques mediterráneos, actualmente ya muy limitados por la disponibilidad hídrica (Palahi *et al.* 2008; Otero *et al.* 2010). El estudio de la vulnerabilidad de los bosques mediterráneos frente a las nuevas condiciones ambientales requerirá mucha atención si queremos ofrecer alternativas para la viabilidad, tanto de los ecosistemas forestales como de los bienes y servicios para la sociedad que de ellos se derivan.

El estudio del impacto del cambio climático sobre los bosques debe cristalizar en el conocimiento de los principales procesos ecofisiológicos y biogeoquímicos que se verán afectados y

de la magnitud de esta afectación. No obstante, de nada nos sirve actuar de espectadores pasivos ante un drama que ya se está desarrollando. La gestión forestal puede ser, bien aplicada, una herramienta útil para mitigar los efectos adversos del cambio climático sobre los ecosistemas (Millar *et al.* 2007; Resco de Diós *et al.* 2007). Esta básicamente consiste en una serie de actuaciones sobre la masa forestal para adecuar su estructura en función de unos objetivos de gestión previamente establecidos. Se ha constatado que una gestión forestal adecuada permite reducir los impactos del cambio climático sobre algunos de los ciclos biogeoquímicos más relevantes que se dan en los bosques, como el del carbono y el del agua, reducir el riesgo de incendio de las masas forestales, e incrementar la resiliencia de las poblaciones arbóreas a los períodos de sequía. No obstante, los distintos objetivos de gestión pueden precisar de distintos itinerarios de gestión forestal. Es por ello sumamente importante determinar “*a priori*” las actuaciones que se irán sucediendo en la masa forestal para llegar al objetivo de gestión. Se requiere, por tanto, desarrollar herramientas que nos permitan anticipar cómo afectarán las distintas actuaciones a la masa forestal y, en caso necesario, que permitan discriminar entre diferentes actuaciones para determinar la intervención óptima. En este marco se encuadran algunos modelos de simulación forestal.

Fontes *et al.* (2010) diferencian tres tipos de modelos de simulación forestal: los modelos empíricos (ME) basados en correlaciones estadísticas de las variables objetivo (p. ej.: producción de madera) con una serie de variables predictivas (p. ej.: precipitación media, temperaturas máximas y mínimas mensuales, etc.) (Pretzsch *et al.* 2008); los modelos basados en procesos (MP), en los que el comportamiento de un ecosistema está determinado por un conjunto de componentes funcionales que interactúan entre sí y con el ambiente del sistema; y los modelos híbridos (MH), en los que se asumen relaciones empíricas dentro de un modelo basado en procesos para complementar las lagunas existentes en el conocimiento sobre ciertos procesos ecofisiológicos (Mäkelä *et al.*

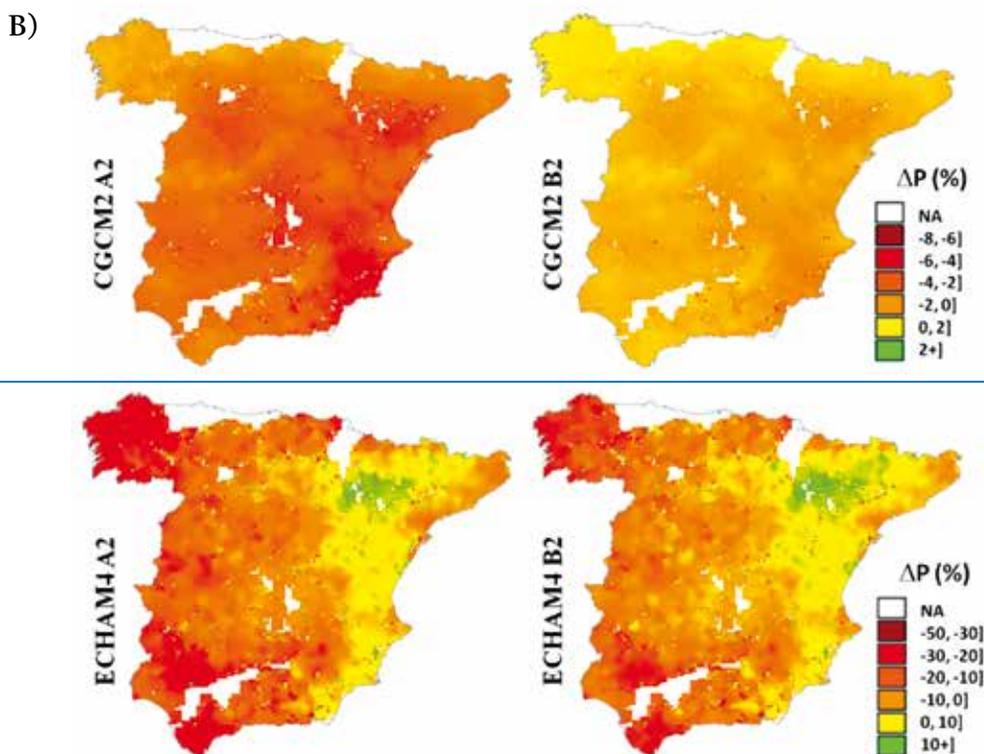
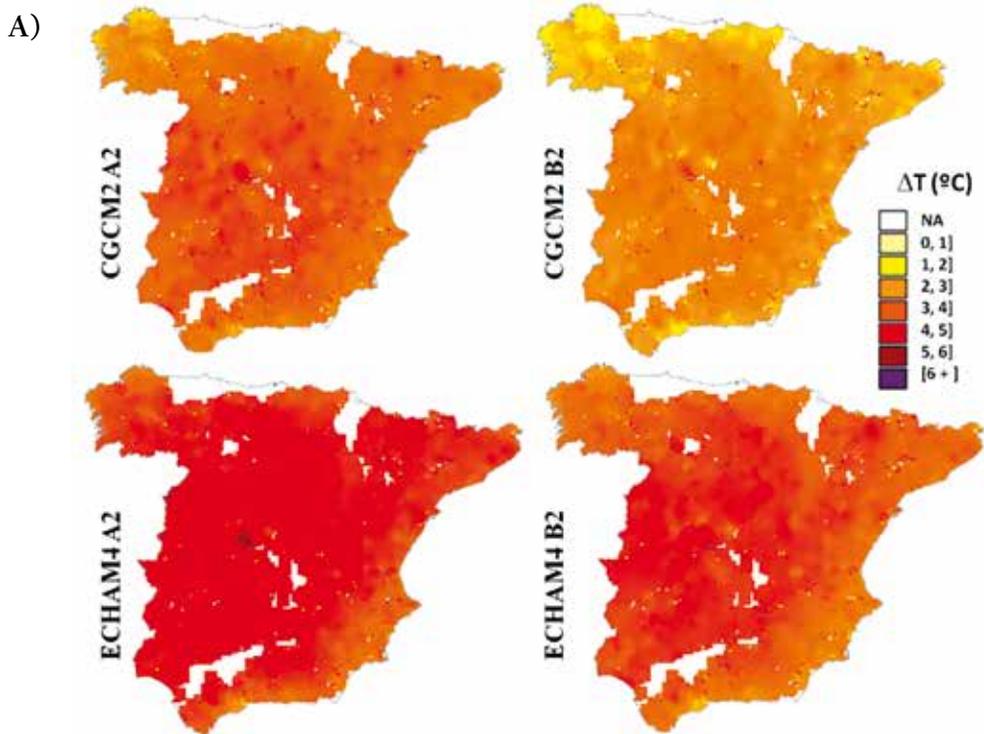


Figura 1. Anomalías en temperatura y precipitación proyectadas para los GCM -Global Circulation Models- (ECHAM4 y CGCM2) y para los dos escenarios socioeconómicos (A2 y B2) (IPCC 2007). Los mapas representan el incremento de temperatura en °C (DT, arriba) e incremento porcentual en precipitación (DP, abajo) para las cuatro combinaciones posibles. Cabe destacar que las escalas en el gráfico inferior no se corresponden entre los dos GCMs, ya que el cambio proyectado para los dos es de cerca de medio orden de magnitud diferente entre ambos.

2000). Es dentro del segundo grupo, el de los modelos basados en procesos, en el que se enmarca GOTILWA+ aunque las limitaciones más o menos severas en el conocimiento de algunos de los procesos implicados en el crecimiento de una masa forestal difumina necesariamente la línea que separa los modelos de procesos de los denominados híbridos.

## EL MODELO GOTILWA+

El modelo GOTILWA+ (Growth Of Trees Is Limited by WAter, <http://www.creaf.uab.cat/gotilwa+/>) es un modelo basado en procesos ecofisiológicos. GOTILWA+ simula los flujos de carbono y agua de un rodal de distintos tipos de ecosistemas forestales, mediterráneos o de otras latitudes, a condición de que se trate de masas monoespecíficas. El análisis de masas mixtas queda fuera del objetivo del modelo dado el desconocimiento de las relaciones cuantitativas precisas que rigen las interacciones entre los individuos de las diversas especies que componen la masa mixta y que pueden presentar diferente tamaño y muy diferentes densidades relativas. GOTILWA+ permite simular tanto poblaciones maduras como plantaciones simuladas desde el momento de inicio o regeneración tras una perturbación.

Los principales procesos descritos en el modelo son los relativos a los balances de carbono y agua del sistema forestal, es decir fotosíntesis, respiración y transpiración: estos procesos dependen de la radiación solar y la disponibilidad hídrica en el suelo. La radiación solar incidente se calcula horariamente siguiendo el modelo de Campbell (1986). La disponibilidad hídrica se basa en la cantidad de agua disponible en el suelo. Se calcula mediante el balance de los aportes de agua en forma de precipitación y las salidas, en forma de transpiración, escorrentía y drenaje.

El modelo considera la bóveda foliar dividida en dos estratos –tres en el caso de presencia de sotobosque–, hojas de sol, hojas de sombra y hojas del sotobosque. Para cada uno de ellos

se calcula la fotosíntesis y la transpiración. La fotosíntesis se basa en la descripción de Farquhar y colaboradores (Farquhar y Von Caemmerer 1982). La apertura o cierre estomáticos se basan en el modelo de Leuning, Ball y Berry (Leuning 1995) modulado por la disponibilidad de agua en el suelo. Para el balance energético foliar se siguen las ecuaciones de Gates (1962, 1980). La evapotranspiración se calcula aplicando las ecuaciones de Penman-Monteith (Monteith 1965; Jarvis y Mcnaughton 1986; Allen *et al.* 1998). Estas relaciones determinan las entradas de carbono por fotosíntesis y salida de agua por transpiración. Todos estos procesos se calculan horariamente y se integran para producir valores diarios, mensuales y anuales.

El carbono fijado de esta forma puede tener distintos destinos, que corresponden a distintos procesos que se dan en el árbol. En primer lugar, los tejidos vivos del árbol necesitan respirar para mantenerse. Por lo tanto una fracción de los productos de la fotosíntesis es consumida en forma de respiración de mantenimiento por parte de estos tejidos. Si la respiración de mantenimiento es mayor que la fijación de carbono, se utilizan las reservas de carbono para suplir la diferencia, por lo que el balance de carbono se torna, al menos temporalmente, negativo. Si las reservas de carbono se agotan por debajo de un umbral –p. ej.: en un período de sequía continuada– se pueden dar episodios de mortalidad, cuya intensidad será inversamente proporcional a la disponibilidad de reservas de carbono.

Una vez descontada la respiración de mantenimiento, si el balance de carbono es positivo, el carbono fijado es utilizado por el árbol siguiendo una serie de criterios jerárquicos. En primera instancia, se destina a rellenar las reservas de carbono móvil cuyo límite máximo corresponde a una fracción de la biomasa de albura, tanto aérea como subterránea, de los individuos, más la reserva que se acumula en el tejido foliar. El excedente de carbono, si existe una vez las reservas de carbono móvil están llenas, se destina a restaurar las estructuras perdidas de hojas y raíces finas hasta restablecer el equilibrio con

el área de albura según el modelo “*pipe model*” (Shinozaki *et al.*, 1964). Finalmente, si el equilibrio entre raíces-hojas-albura se ha restablecido, el árbol utiliza el resto del carbono para crear nuevas estructuras, siguiendo el principio del “*pipe model*”. La formación de nuevas estructuras tiene un coste en carbono –respiración de crecimiento– equivalente a 0.32 g de glucosa por gramo de nuevo tejido formado (Ovington, 1961); es decir, para formar 1 g de tejido nuevo de cualquier tipo se requiere de 1.47 g de fotosintetizado.

Recientemente Nadal-Sala *et al.* (2014) han publicado una revisión actualizada y más detallada de los procesos que se consideran en el modelo GOTILWA+.

GOTILWA+ resulta, por lo tanto, una plataforma que permite evaluar diferentes itinerarios de gestión forestal y bajo distintos escenarios climáticos.

### La gestión forestal en GOTILWA+

La gestión forestal en GOTILWA+ se puede implementar de dos formas distintas:

La primera, que llamaremos clásica, se focaliza en los itinerarios de gestión tradicionales. Esta se basa en sucesivas intervenciones preestablecidas sobre la masa forestal. Las distintas intervenciones se definen como entradas en el modelo y se ejecutan secuencialmente durante la simulación en el momento preestablecido. Distintas intervenciones pueden presentar distintas variables objetivo –biomasa, área basal, volumen de madera o densidad de individuos– y precisan de la entrada de la intensidad de las mismas y sobre qué árboles se efectuarán –aclareo por lo bajo, por lo alto o mixto–. Por ejemplo, durante un itinerario de gestión clásico se ha planificado una intervención en la masa forestal para el año 15. Dicha intervención consistirá en un aclareo por lo bajo que deje un 60% del área basal presente en la parcela. GOTILWA+, en este caso, al final del año 15 de simulación, eliminará los pies más pequeños de la parcela hasta dejar un

60% del área basal existente en el momento del aclareo.

En la segunda, se aprovecha la potencia exploratoria de una herramienta como GOTILWA+ para combinarse con potentes algoritmos de optimización que permiten hallar soluciones óptimas a problemas complejos, en caso de GOTILWA+, se busca la gestión óptima del rodal. La optimización de la gestión es un problema complejo al tener que considerar un amplio espectro de variables. A tal fin, GOTILWA+ utiliza el algoritmo de base genética, conocido como optimización de enjambre de partículas (*Particle Swarm Optimization* –PSO–) para hallar, en un tiempo razonable, la combinación de decisiones que aporta la solución óptima a un problema que normalmente presenta varios cientos de millones de combinaciones posibles, hecho que imposibilitaría explorarlas una a una.

Las funciones objetivo actualmente incorporadas al algoritmo de optimización permiten optimizar el valor esperado del suelo, el valor esperado del suelo considerando el riesgo de incendio, el valor esperado del suelo considerando el riesgo de incendio más la producción de setas comerciales en el caso de aquellas especies para las que se han desarrollado los modelos de producción de setas comerciales, todos ellos en €·ha<sup>-1</sup>; la eficiencia en el uso del agua definida como los m<sup>3</sup> de agua transpirada para producir cada m<sup>3</sup> de madera a lo largo de la rotación (m<sup>3</sup> de agua·m<sup>-3</sup> de madera); la producción de madera promediada a lo largo del turno (m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>); y, finalmente, la cantidad de agua invertida en la producción de madera a lo largo del turno. PSO también permite optimizar cualquier combinación de las funciones objetivo anteriores.

Para comprender la complejidad del problema de la optimización consideremos la figura 2, que resume un esquema clásico de la gestión de una masa monoespecífica. Básicamente tras la plantación o regeneración natural de la masa, se programa una corta inicial de mejora, a una edad determinada en la que se seleccionan los

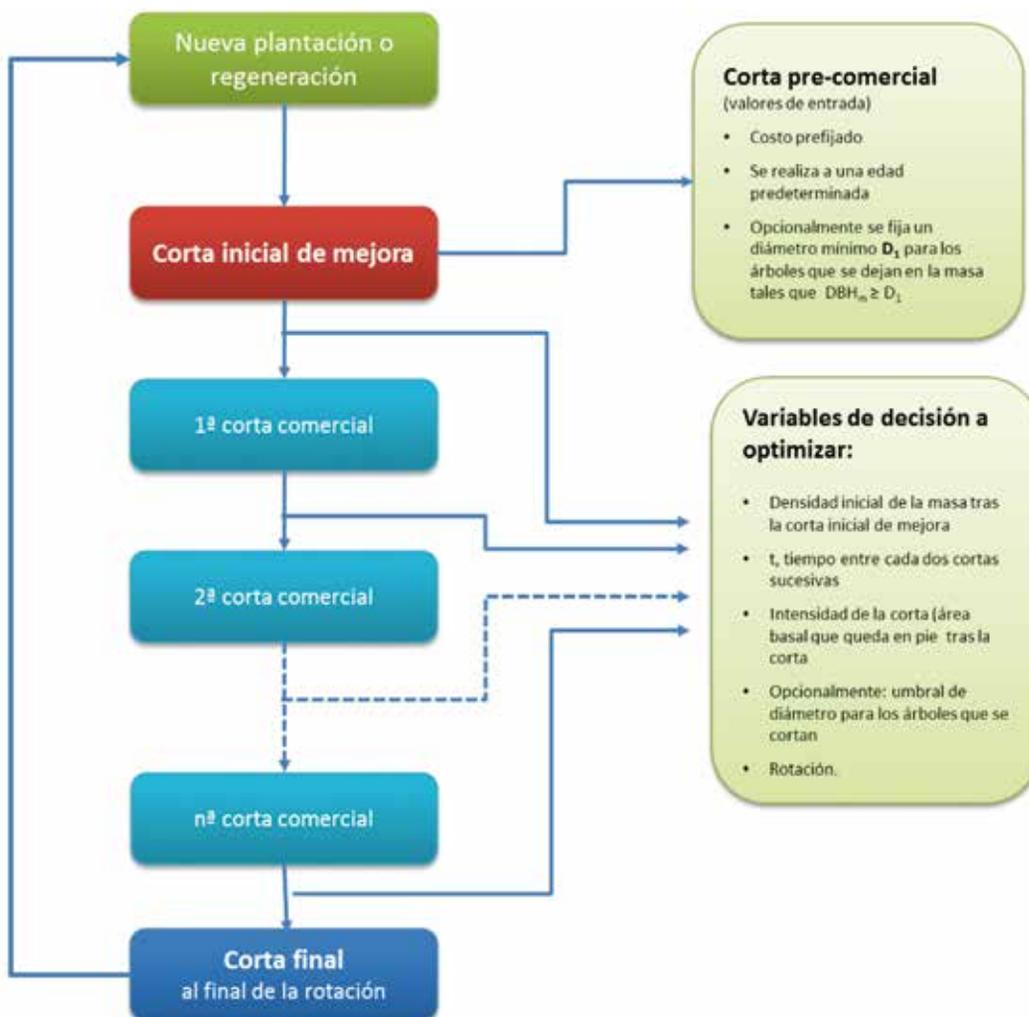


Figura 2. Esquema básico de la gestión de una masa mono-específica en GOTILWA+. Básicamente tras la plantación o regeneración natural de la masa, se programa una corta inicial de mejora, a una edad determinada. El costo de la operación se considera prefijado. Opcionalmente puede definirse un límite inferior de diámetro de modo que ningún árbol menor a dicho diámetro quede en pie. Tras esta corta pre-comercial, de mejora de la masa, se definen una serie de variables de decisión cuyo valor se determina de modo tal que optimice el valor de la o las variables finales a optimizar. Básicamente se explora el turno a aplicar a la masa, la densidad de pies tras la corta inicial de mejora, el número de intervenciones a aplicar en dicho turno, el momento y la intensidad de cada intervención.

pies mejor formados y se retiran de la masa los menos vigorosos o los que se considera que están en exceso. La primera incógnita que debe resolver el gestor es la densidad de pies que debe dejar en la masa ya que dicha densidad afectará posteriormente a la interacción de los árboles y por tanto a las tasas de crecimiento posteriores.

Tras esta corta pre-comercial, de mejora de la masa, el gestor debe de tomar decisiones sobre la longitud del turno de gestión, el número de

intervenciones que planeará efectuar durante dicho periodo, el momento de efectuar cada una de dichas intervenciones y, no menos importante, la intensidad de cada una de ellas.

El problema es más complejo de lo que puede creerse a primera vista: consideremos a título de ejemplo una masa de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.). Supongamos para acotar el problema que queremos dejar una densidad tras la primera corta de mejora de entre 800 y 1500 p/ha. Planeamos efectuar tres inter-

venciones a intervalos de entre 15 y 30 años y en cada aprovechamiento dejaremos en pie entre el 30 y el 60% del área basal existente antes del aprovechamiento. Finalmente planificamos una corta final. En estas condiciones el turno puede oscilar entre 60 y 120 años, en función de los tiempos transcurridos entre cortas sucesivas. Hemos definido un problema que depende de ocho variables de decisión –la densidad inicial, que por razones prácticas consideraremos que pueden variar de cien en cien pies/ha, los cuatro intervalos de corta más las tres intensidades ya que en la corta final se extrae toda la biomasa remanente–, y que arroja:

$$1 + \frac{1500 - 800}{100} \cdot (1 + (30 - 15))^4 \cdot (1 + (60 - 30))^2 = 15.6 \cdot 10^9 \text{ soluciones}$$

Nada menos que algo más de quince mil millones de posibles soluciones. ¿Cómo podemos hallar la combinación de densidad inicial, momentos de corta e intensidades de intervención que nos aporte la solución óptima?

El algoritmo PSO (Fig. 3) nos ayuda a buscarla. Este algoritmo fue desarrollado por Eberhart y Kennedy (1995) inspirado en el comportamiento social de las bandadas de aves o cardúmenes de peces. Resulta extremadamente eficaz en la búsqueda de soluciones óptimas en espacios complejos. Brevemente descrito, el espacio de las variables de decisión es un hiperespacio de “n” dimensiones (n=8 en el ejemplo anterior) –cada dimensión representa una variable de decisión–. Cada punto en el hiperespacio representa la combinación de las “n” variables de decisión y representa una posible solución. Un conjunto de “partículas” se mueven en el hiperespacio de manera análoga a como lo haría una bandada de aves moviéndose a la búsqueda del alimento.

PSO se inicializa con un grupo de partículas distribuidas aleatoriamente –algunas de las soluciones del problema– y se aproxima a la solución óptima en sucesivas iteraciones. Se explora el resultado obtenido para la variable

objetivo con cada una de ellas y el sistema retiene la mejor solución hallada en esta primera iteración (óptimo global provisional o *gbest*). En cada iteración, cada partícula actualiza su posición de acuerdo con dos valores: uno es la mejor solución que la partícula ha obtenido hasta ese momento. Este valor se denomina óptimo de la partícula (*pbest*). El segundo valor óptimo que controla el algoritmo es el mejor valor alcanzado hasta ese momento por cualquier partícula de la población; se denomina óptimo global (*gbest*).

A cada iteración, las partículas actualizan su velocidad y sus posiciones mediante dos ecuaciones sencillas:

$$V_i = V_i + C_1 \cdot \varepsilon_1 \cdot (pbest_i - present_i) + C_2 \cdot \varepsilon_2 \cdot (gbest_i - present_i)$$

$$position_i = position_i + V_i$$

donde  $V_i$  es la “velocidad” de la partícula “i”, es decir de la intensidad con la que tiende a desplazarse en función de su posición actual (*present<sub>i</sub>*) y del valor mejor detectado hasta ese momento por la propia partícula (*pbest<sub>i</sub>*) y el mejor valor detectado por cualquiera de las partículas que componen la nube (*gbest<sub>i</sub>*).  $C_1$  y  $C_2$  son constantes del algoritmo denominadas factores de aprendizaje, normalmente  $C_1=2$  y  $C_2=2$ , y  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$  son valores aleatorios comprendidos en el intervalo (0,1). En todo momento, cada partícula tiene asociadas las propiedades de velocidad y dirección que rigen su desplazamiento hacia el óptimo global detectado hasta ese momento.

En cada una de las sucesivas posiciones ocupadas por las diferentes partículas se evalúa el valor de la gestión que representa (su “*fitness*”), simulando el crecimiento del bosque bajo ese preciso régimen de gestión (densidad inicial y momento e intensidad de las cortas). En iteraciones sucesivas todas las posibles soluciones exploradas se aproximan progresiva y estocásticamente a *gbest*. Durante el proceso, algunas de las partículas pasan por puntos del espacio de decisión que corresponden a combinaciones

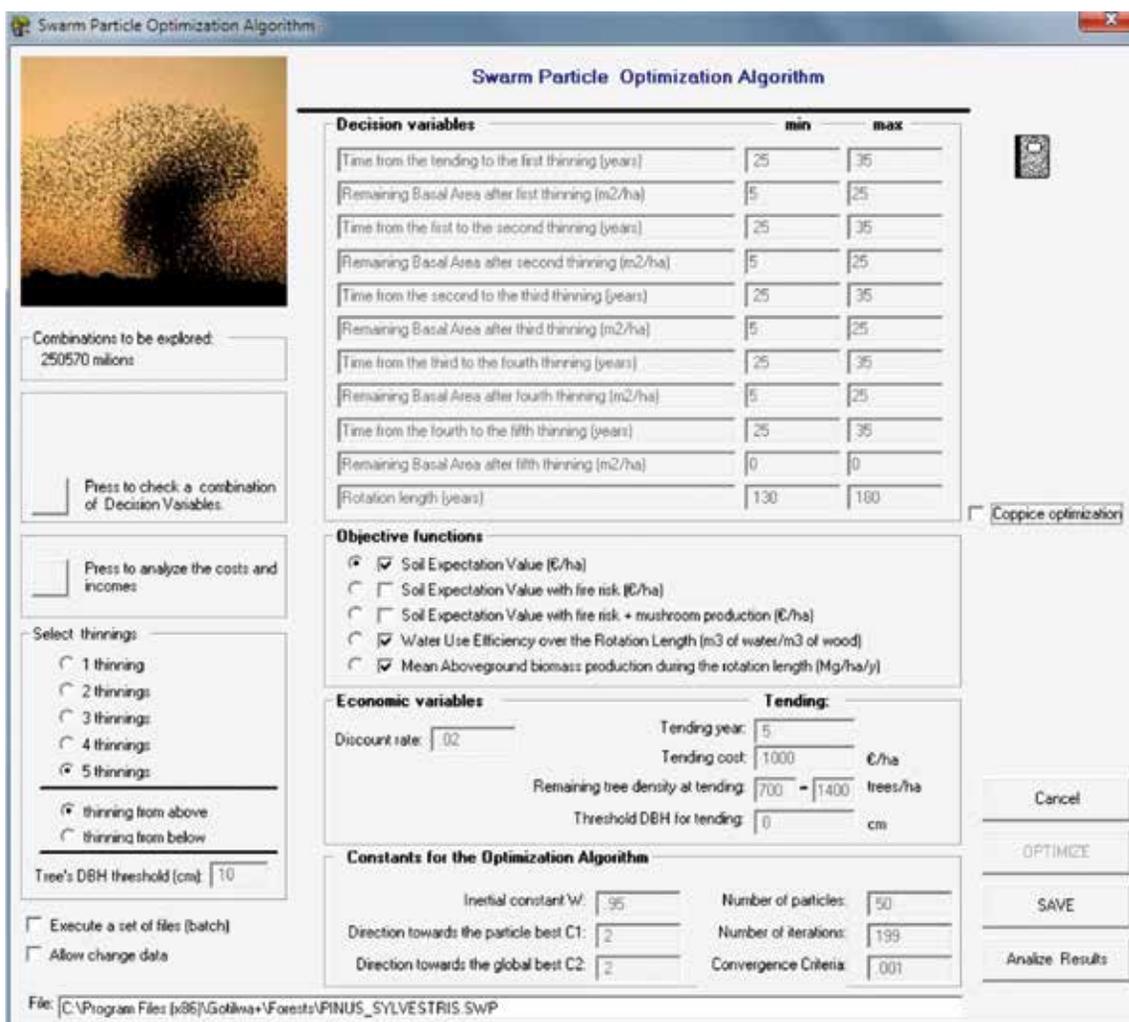


Figura 3. Interface de GOTILWA+ que permite aplicar el algoritmo del enjambre de partículas (PSO) para la optimización del tratamiento de una masa forestal. Básicamente se define un rango para la densidad inicial de pies (tras la corta de mejora), el número de cortas a aplicar durante el turno, si se van a extraer los árboles más grandes o los de diámetro menor, la variable o combinación de variables objetivo a optimizar y una horquilla inicial de valores de cada variable de decisión.

Seis constantes definen las características del algoritmo: una constante que define la inercia con la que se mueven las partículas en el espacio, las constantes  $C_1$  y  $C_2$  que definen el grado de atracción de cada partícula por su valor óptimo y por el óptimo global, el número de partículas y el número de iteraciones a aplicar para explorar el espacio de las posibles soluciones así como un criterio de convergencia que detiene la búsqueda cuando dicho valor se alcanza.

de las variables cuyo valor mejora el valor de  $g_{best}$  hallado hasta ese momento. En ese caso, el óptimo global es sustituido por el nuevo valor y el conjunto de partículas que representan las posibles soluciones tiende a moverse hacia el nuevo óptimo global. El proceso se detiene cuando se alcanza un valor de convergencia de las partículas definido por el usuario de tal modo que la diferencia entre la mejor y la peor solución de las partículas que conforman el enjambre sea inferior a un valor predeterminado o, si se prefiere, que la nube que forma el en-

jambre se haya compactado de tal modo que todas las soluciones estén próximas a  $g_{best}$  con una diferencia menor al valor de convergencia prefijado.

El algoritmo PSO, combinado con el simulador de procesos, aunque requiere un tiempo de proceso relativamente largo, se ha revelado como un eficaz método para explorar regímenes de gestión óptimos. Esto resulta particularmente útil a la hora de explorar posibles regímenes de gestión adaptados a las futuras condiciones

ambientales impuestas en el marco del cambio climático. Más interesante aún resulta el hecho de comprobar cómo, en un determinado escenario climático bajo diferentes condiciones ambientales, por ejemplo en tipos de suelo con distinta capacidad de reserva hídrica, la gestión óptima para minimizar los efectos adversos en un determinado objetivo de gestión, ha de ser diferente, lo que previene sobre soluciones demasiado simplistas.

## RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO GOTILWA+

### Proyecciones de futuro de los bosques españoles. El caso del haya

El haya es un árbol caducifolio de origen centroeuropeo que actualmente tiene su límite sur de distribución biogeográfica ubicado al noreste de la Península Ibérica. El macizo del Montseny, situado entre las provincias de Girona y Barcelona, acoge, juntamente con el hayedo de Montejo, en Madrid, las poblaciones más meridionales de dicha especie en la Península Ibérica. Es de esperar, por su sensibilidad al cambio de las condiciones climáticas, sobre todo al incremento de temperaturas (Jump *et al.* 2006), que sus poblaciones ibéricas respondan de forma negativa al cambio climático. Peñuelas y Boada (2003) ya observaron un desplazamiento altitudinal de aproximadamente 70 metros de los hayedos del Montseny y su progresiva sustitución por encinares, un ecosistema de carácter mucho más mediterráneo.

Utilizando el modelo GOTILWA+ se ha simulado la evolución de las parcelas monoespecíficas de haya (*Fagus sylvatica* L.) –se ha considerado que una parcela es monoespecífica cuando más de un 80% de su área basal es compuesta por una única especie– del territorio español peninsular recogidas en el tercer inventario forestal nacional (IFN3, Ministerio de Medio Ambiente 2008) para explorar la evolución de esta especie a lo largo del siglo XXI y analizar sus potencialidades como su-

midero de carbono y su posible vulnerabilidad al cambio climático.

No se dispone de información sobre la profundidad del suelo para las diferentes parcelas –un parámetro muy importante en GOTILWA+ ya que determina la capacidad del suelo para almacenar agua– ni tampoco disponemos de datos fiables a nivel de parcela para el carbono presente en el suelo. Para solventar estos dos impedimentos, se ha considerado primero: que el carbono en el suelo de las parcelas es el promedio que dan Doblas-Miranda *et al.* (2013) para todos los suelos españoles peninsulares –8.7 kg·m<sup>-2</sup>–, y, segundo, se ha simulado cada una de las parcelas a tres profundidades diferentes del suelo, correspondientes a un suelo de baja calidad, un suelo de calidad media y un suelo de alta calidad. Una vez simuladas las parcelas, se han comparado los valores de incremento de área basal obtenidos por GOTILWA+ con los incrementos en área basal observados entre los inventarios forestales españoles 2 y 3 (IFN2 y IFN3, Ministerio de Medio Ambiente, 1998, 2008), y se ha escogido la simulación de la profundidad del suelo que minimice las diferencias entre los valores obtenidos por las simulaciones en GOTILWA+ y los valores obtenidos por los inventarios forestales (Fig. 4); por último, se han descartado aquellas parcelas que presentaban una diferencia superior a dos veces el valor absoluto del promedio de incremento de área basal para todas las parcelas observadas; en total, se han considerado 400 parcelas, que representan el 81% de las parcelas posibles.

Otra fuente de incertidumbre a la hora de modelizar las respuestas de los bosques al cambio climático es la incertidumbre del clima futuro. Para maximizar el abanico de posibilidades cubiertas respecto a la evolución del clima durante el siglo XXI, se han utilizado las proyecciones climáticas de dos modelos de circulación global –“*Global Circulation Models*” (GCM)–, ECHAM4 y CGCM2, conjuntamente con dos posibles escenarios socioeconómicos, A2 y B2 (IPCC 2007). Su combinación nos da como resultado cuatro posibles combina-

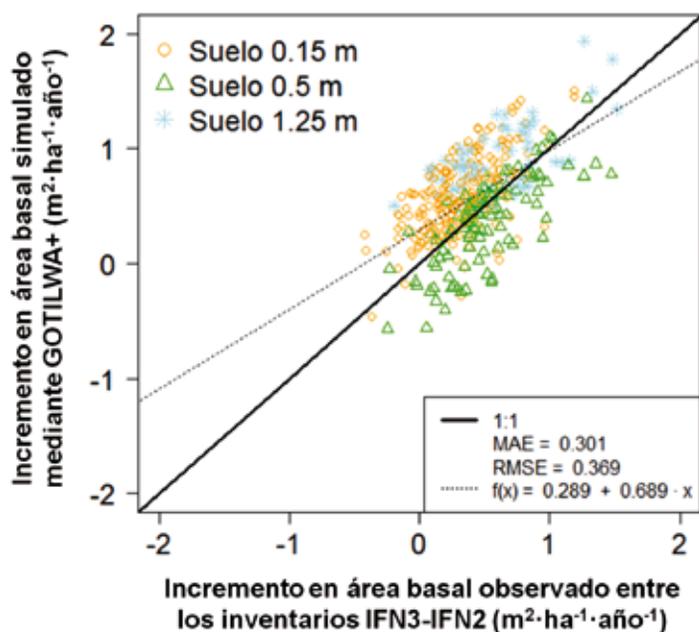


Figura 4. Comparación entre el incremento en área basal (en  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) modelado por GOTILWA+ y el incremento en área basal obtenido mediante la comparación de los sucesivos inventarios forestales IFN3-IFN2; se indica, para cada una de las parcelas, la profundidad de suelo que se ha considerado en su análisis. La línea negra continua representa la relación 1:1, la línea punteada representa la regresión lineal estimada, cuya fórmula se encuentra en la leyenda. Además, se indican dos medidores de error (MAE y RMSE) de los valores proyectados por GOTILWA+ respecto a los valores observados entre los inventarios.

ciones de GCM y escenario socioeconómico, siendo el GCM2 B2 el escenario con menor impacto del cambio climático y el ECHAM4 A2 el escenario con un mayor impacto del mismo.

Los resultados arrojan evidencias de los efectos del cambio climático sobre los hayedos. Es un hecho extensamente reportado que los árboles, sobre todo en condiciones de limitación hídrica, afectan a los flujos de salida de agua de la parcela debido a las enormes cantidades de la misma que necesitan para sus procesos fisiológicos (Andréassian 2004; Farley *et al.* 2005). En todos los escenarios considerados se observa que la cantidad de agua verde —es decir, el agua evapotranspirada por los árboles— se incrementará a lo largo del presente siglo, debido principalmente a un incremento de la demanda evaporativa. Paralelamente, la cantidad de agua que sale del sistema por escorrentía y drenaje, es decir el agua azul, se verá reducida (Fig. 5) a lo largo del siglo XXI. Esta reducción de la disponibilidad hídrica que sale de la parcela puede tener severas implicaciones para los ecosistemas ubicados aguas abajo de la parcela (Otero *et al.* 2010), tanto fluviales, como ribereños, como forestales. El incremento del agua evapotranspirada

por parte de los bosques también puede suponer severos impactos para la sociedad al reducir su disponibilidad hídrica (Calder, 2007). Los hayedos, sobre todo aquellos ubicados en las latitudes más mediterráneas, se encuentran muchas veces en la cabecera de las rieras y los torrentes, a menudo de aguas estacionales: un incremento de su evapotranspiración puede repercutir aún más drásticamente sobre los ecosistemas fluviales que los bosques ubicados en ríos de orden superior.

Los bosques españoles actúan actualmente en su conjunto como sumideros de carbono (Vayreda *et al.* 2012). No obstante, esta tendencia se puede ver invertida durante la segunda mitad del siglo XXI (Nadal-Sala *et al.* 2014), cuando dichos bosques pueden pasar a actuar como emisores netos de carbono. Los hayedos simulados, aunque de una gran capacidad como sumidero de carbono —de cerca de  $5 \text{ tC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ — durante los primeros años del siglo XXI, durante la segunda mitad de siglo presentan una tendencia a la reducción de su capacidad como sumidero; es decir, presentan intercambios ecosistémicos netos cada vez más positivos durante la mitad del siglo XXI (Fig. 6). El balance ecosistémico neto —NEE— indica la capacidad del ecosistema forestal

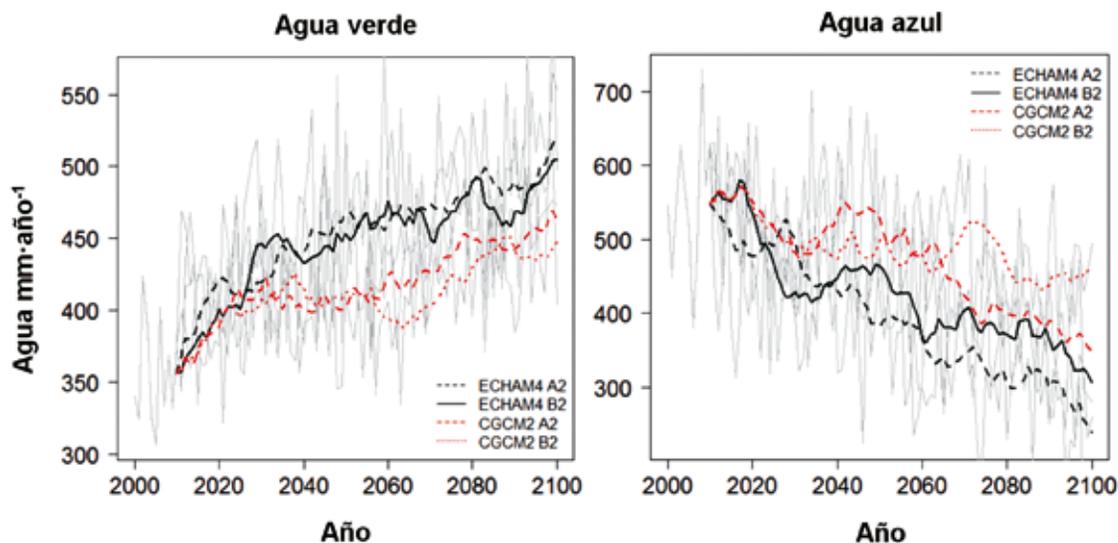


Figura 5. Evolución del agua verde y el agua azul durante el siglo XXI para los cuatro escenarios climáticos considerados. Se representan los promedios anuales (línea gris continua) para los cuatro escenarios, así como la tendencia acumulada durante los últimos 10 años, en forma de media móvil. El agua verde representa el agua que sale de la parcela por evapotranspiración, mientras que el agua azul representa el agua que sale de la parcela en forma de escorrentía y drenaje. Los datos presentados representan el promedio de un total de 400 parcelas simuladas.

para captar carbono atmosférico. Cuanto más negativos son sus valores, mayor fijación de carbono por parte del ecosistema forestal. Si sus valores se tornan positivos, hecho que apuntan con frecuencia, las simulaciones de la segunda mitad del siglo XXI en los hayedos simulados, significa que el ecosistema forestal en su conjunto pasa a actuar como fuente neta de carbono. Como puede observarse en la figura 6, se proyecta un incremento de la NEE para los hayedos españoles durante la segunda mitad del siglo XXI. En el escenario más severo –ECHAM4 A2– se proyecta que el conjunto de hayedos españoles actuarán de emisores de carbono durante la mayor parte del período final de este siglo. Si esta es la tendencia general de los bosques españoles, tal y como los últimos estudios están proyectando, supondrá una retroalimentación de los efectos del cambio climático debido a la liberación de  $\text{CO}_2$  por parte de un compartimento –los ecosistemas forestales– que actualmente actúa como sumidero neto (Pan *et al.*, 2011) de carbono. Por tanto, los bosques pueden ver disminuido su potencial paliativo del incremento de las emisiones de carbono antropogénico.

### Evaluación de distintos itinerarios de gestión en pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.)

Una gestión forestal adaptada a los objetivos de gestión resultará crucial durante los próximos años para mitigar los efectos del cambio climático. Actualmente, los itinerarios de gestión existentes ya ofrecen un amplio abanico de posibles actuaciones en función del objetivo de la gestión. Recientemente la Generalitat de Catalunya ha publicado los modelos de gestión ORGEST (Orientaciones de Gestión Forestal Sostenible de Catalunya) en un intento de sistematizar la gestión forestal para un territorio extenso y dotar a los gestores de herramientas de decisión para poder aplicar la gestión más conveniente en función de la masa forestal a gestionar. Se ha utilizado GOTILWA+ para simular los diferentes itinerarios de gestión de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) (Beltrán *et al.* 2011) a fin de comparar su idoneidad en función de una serie de variables objetivo.

Se listan los resultados de aplicar cuatro itinerarios de gestión forestal sobre un rege-

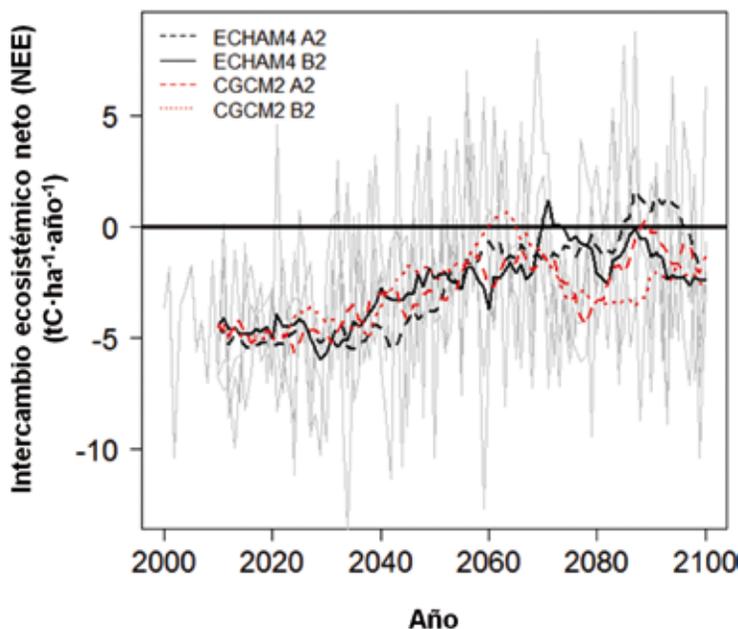


Figura 6. Evolución proyectada del intercambio neto ecosistémico – NEE – en tC·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>, para las 400 parcelas de haya consideradas. Están representados los cuatro escenarios climáticos considerados. El promedio anual para todas las parcelas se representa en las líneas grises continuas, y se ha representado la tendencia acumulada mediante una media móvil de los últimos diez años.

nerado de pino carrasco con una densidad inicial de 5000 pies·ha<sup>-1</sup>. Los itinerarios de turno más corto presentan en general una mayor producción de madera (Tabla 1), así como una mayor eficiencia en el uso del agua. Por otro lado, los itinerarios de turno más largo presentan una mayor resistencia a los incendios forestales, reduciendo la afectación de los mismos sobre la masa forestal. Resulta interesante destacar, no obstante, que el óptimo para los distintos objetivos de

gestión aparece en distintos itinerarios. Así, si el gestor decide optimizar la gestión para maximizar el agua que sale de la parcela en forma de agua azul, debe seguir el segundo itinerario. Un gestor que pretenda maximizar la producción de madera, no obstante, utilizará el primer itinerario ya que este es el que maximiza esta variable. Por último, el cuarto itinerario es el que resulta más apropiado para una parcela forestal que esté muy expuesta al riesgo de incendios, ya que redu-

Tabla 1. Resultados de la simulación de los itinerarios ORGEST de pino carrasco mediante GOTILWA+. Las variables consideradas han sido: la duración del turno, en años, el número de intervenciones, sin contar con la corta de selección, el agua azul que sale de la parcela en forma de drenaje y escorrentía, en mm·año<sup>-1</sup>, la producción anual de madera, en kg·año<sup>-1</sup>, el rendimiento anual, en m<sup>3</sup>·año<sup>-1</sup>, la eficiencia en el uso del agua, en kg de madera por m<sup>3</sup> de agua transpirada, la probabilidad de la generación de un incendio por causas no antropogénicas y el porcentaje de pies muertos en caso de incendio, los dos últimos calculados siguiendo (González *et al.*, 2006). Todos los valores se dan por hectárea. Se resaltan en **negrita** los valores óptimos para cada variable e itinerario

|              | Turno años | Intervenciones | Agua azul mm·año <sup>-1</sup> | Producción de madera kg·año <sup>-1</sup> | Rendimiento anual m <sup>3</sup> ·año | Eficiencia kg·m <sup>3</sup> | Probabilidad de incendio | Muerte por incendio % |
|--------------|------------|----------------|--------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Itinerario 1 | 48         | 2              | 339                            | <b>3689</b>                               | <b>12.8</b>                           | <b>1.2</b>                   | 0.03                     | 0.38                  |
| Itinerario 2 | 70         | 4              | <b>360</b>                     | 3238                                      | 11.1                                  | 1.1                          | 0.024                    | 0.37                  |
| Itinerario 3 | 79         | 4              | 356                            | 3194                                      | 11                                    | 1.1                          | <b>0.023</b>             | 0.36                  |
| Itinerario 4 | 165        | 3              | 305                            | 1990                                      | 5.5                                   | 0.6                          | 0.026                    | <b>0.34</b>           |

**Tabla 2. Resultados de la optimización de la gestión de un bosque de pino silvestre creciendo en las montañas de Prades, en un suelo de 95 cm de espesor con un contenido en materia orgánica del 4% y una capacidad de retención de agua de 210.6 mm. (Ver explicación en el texto)**

|   | Número de cortas | Turno años | Densidad inicial de pies·ha <sup>-1</sup> | Valor esperado de la madera €·ha <sup>-1</sup> | Eficiencia en el uso del agua m <sup>3</sup> agua · m <sup>-3</sup> madera | Producción de madera m <sup>3</sup> ·año <sup>-1</sup> |
|---|------------------|------------|---|--|--|--|
| Sin gestión (línea de base)                               | 0                | 67         | 1600                                      | —  | <b>716.09</b>  | <b>2.31</b>  |
| Optimización del SEV sin considerar el riesgo de incendio | 5                | 66         | 1200                                      | <b>4312.1</b>                                  | 333.1  | 4.1  |
| Optimización del SEV considerando el riesgo de incendio   | 4                | 48         | 1100                                      | <b>1768.6</b>                                  | 300.6  | 4.1  |

ce la vulnerabilidad de la masa forestal a los mismos.

Como hemos visto, GOTILWA+ permite la comparación de los distintos itinerarios tradicionales de gestión forestal. Dota al gestor, de esta forma, de datos objetivos de decisión para determinar la gestión adecuada a cada objetivo de gestión.

Esta evaluación de los itinerarios de gestión se ha realizado con el método clásico de gestión forestal, dando unos buenos resultados y abasteciendo a los gestores de información cuantitativa acerca de las diferencias entre los distintos itinerarios propuestos... pero la pregunta que se nos presenta es: ¿puede GOTILWA+ optimizar la gestión forestal de acuerdo con los objetivos prefijados y generar nuevos itinerarios de gestión?

### **Optimización de la gestión de un pinar de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)**

La respuesta la encontramos en la optimización mediante el algoritmo PSO. En un ejemplo ilustrativo de la potencia de la optimización, se ha analizado la gestión de un bosque de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) creciendo en un suelo de 95 cm de espesor con un contenido en materia orgánica del 4% y una capacidad de retención de agua de 210.6 mm.

El rodal de referencia, es decir, sin gestionar, se inicia con una densidad de 1600 pies·ha<sup>-1</sup> y crece con un turno de 67 años al final de los cuales se producen 2.31 m<sup>3</sup> de madera·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> cada uno de los cuales supone una utilización de 716.09 m<sup>3</sup> de agua.

La optimización arroja un resultado bien contrastado. Se han considerado dos situaciones hipotéticas: una en la que el riesgo de incendio se considera nulo y una segunda alternativa en la que el riesgo de incendio se estima de acuerdo con un modelo empírico de riesgo de incendio desarrollado para Cataluña por González *et al.* (2006). El riesgo de incendio se estima en base a la estructura de la población (densidad y diámetro basal promedio) y de las características topográficas de la estación (altitud, pendiente y orientación) consideradas como aproximaciones del clima. En la versión actual del modelo de riesgo de incendio se ha incorporado información explícita del clima (valores diarios de precipitación, temperatura máxima y mínima y evapotranspiración potencial).

Optimizando el valor esperado del suelo sin considerar el riesgo de incendio, la densidad inicial óptima es de 1200 pies·ha<sup>-1</sup> con los que, al cabo de 66 años y en un tratamiento que considera cuatro cortas intermedias y una corta final, se obtiene un valor esperado de 4312 €·ha<sup>-1</sup>. La producción anual media de made-

ra se incrementa notablemente hasta los 4.1 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> cuya producción requiere la utilización de menos de la mitad de agua, 333.1 m<sup>3</sup> de agua.

La consideración del riesgo de incendio durante el desarrollo de la masa, aconseja reducir notablemente el turno, hasta los 48 años y el número de cortas a solo tres cortas intermedias y una corta final. La densidad inicial se ve igualmente reducida a 1100 pies·ha<sup>-1</sup>. En estas condiciones el valor esperado del suelo es de 1768,6 €·ha<sup>-1</sup>, apenas un tercio del valor con exclusión del riesgo de incendio, en tanto que la producción de madera y la eficiencia en el uso del agua, que no dependen del riesgo de incendio, apenas ven modificado su valor.

Análogamente se puede aplicar el proceso de optimización y valorar los efectos de otras variables como por ejemplo, el efecto de suelos de calidades diferentes, de climas diferentes o cualesquiera otras variables que pueden ser simuladas con GOTILWA+.

## CONCLUSIONES GENERALES

Los modelos de simulación, como GOTILWA+, son necesarios para evaluar las consecuencias que condiciones ambientales cambiantes pueden tener sobre los ecosistemas forestales. En un contexto de cambio climático, se han mostrado tres ejemplos de aplicación del modelo GOTILWA+. Un caso sin gestión forestal en bosques de haya, un caso siguiendo itinerarios de gestión tradicionales en bosques de pino carrasco, y un caso de optimización de la gestión forestal en bosques de pino silvestre.

En el primer ejemplo, las proyecciones indican que la capacidad de sumidero de los hayedos españoles se irá estancando a lo largo del siglo XXI. En los escenarios climáticos más adversos se puede dar el caso de que bosques ubicados en condiciones ambientales actualmente limitantes pasen a actuar como emisores netos de carbono. Una mayor

demanda hídrica debido a un incremento de las temperaturas y una reducción de la precipitación aumentará la fracción de agua que los bosques evapotranspirarán, pudiendo repercutir directamente sobre los ecosistemas ribereños o fluviales con una disminución del agua azul.

Una gestión forestal adaptativa puede permitir reducir el agua evapotranspirada por los bosques, el riesgo de incendio de los mismos, así como maximizar su capacidad de sumidero de carbono.

Se precisan modelos que integren el funcionamiento ecofisiológico de los bosques, donde se incluya su gestión, para asesorar a gestores y propietarios forestales sobre la vulnerabilidad y las potencialidades de las masas forestales en un mundo cambiante. Además, los itinerarios de gestión óptimos dependen de los objetivos que se prioricen. El algoritmo PSO nos permite proponer itinerarios de gestión óptimos que permiten incrementar la eficiencia en el uso de agua de un rodal –al reducir a la mitad el agua necesaria para la obtención de madera–, e incrementar su productividad, así como disminuir el riesgo de incendios. También se ha mostrado muy sensible a las condiciones ambientales del rodal –clima, calidad del suelo, riesgo de incendios–. Por ende, la utilización de la plataforma de simulación forestal GOTILWA+ y el algoritmo PSO muestran su capacidad para analizar los retos que el cambio climático nos deparará y proponer una gestión adaptativa a sus impactos. ❀

## BIBLIOGRAFÍA

- Andreásson, V. 2004. Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology* 291:1-27.
- Allen, R. *et al.*, 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – *FAO Irrigation and drainage paper* 56. FAO, Rome 300:6541.
- Beltrán, M. *et al.* 2011. Models de gestió per als boscos de pi blanc (*Pinus halepensis* L.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de Gestió Forestal Sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de

- la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 132 pp.
- Campbell, G.S. 1986. Extinction coefficients for radiation in plan canopies calculated using an ellipsoidal inclination angle distribution. *Agricultural and forestal meteorology*, 36:317-321.
- Calder, I. 2007. Forests and water – Ensuring forests benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251: 110-120.
- Doblas-Miranda, E. *et al.* 2013. Soil carbon stocks and their variability across the forests, shrublands and grasslands of peninsular Spain. *Biogeosciences* 10:8353-8361.
- Eberhart, R. and J. Kennedy. 1995. A new Optimizer Using Particle Swarm Theory. *Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*, pp. 39-43.
- Eyles N. 1993. Earths glacial record and its tectonic setting. *Earth-Science Reviews* 1-2:1-248.
- Farley, K. A. *et al.* 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*. 11:1565-1576.
- Farquhar G.D. and S Von Caemmerer. 1982. Modeling of photosynthetic response to environment. In: Lange, O.L., P.S. Nobel, C.B. Osmond, and H. Ziegler (Eds.), *Encyclopedia of Plant Physiology: Physiological Plant Ecology II, Water Relations and Carbon Assimilation*, Vol. 12B. Springer, Berlin, pp. 549-587.
- Fontes, L. *et al.* 2010. Models for supporting forest management in a changing environment. *Forest Systems*, 19:8-29.
- García-Ruiz, J. *et al.* 2011. Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*, 105:121-139.
- Gates D.M. 1962. Leaf temperature and energy exchange. *Theoretical and Applied Climatology*, 12:321-336.
- Gates D.M. 1980. *Biophysical Ecology*. Springer, New York.
- González, J. R. *et al.* 2006. A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). *Annals of Forest Science*, 63:169-176.
- IPCC, 2007. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel in Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC, 2013. *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel in Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jump, A. *et al.* 2006. Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology* 12:2163-2174.
- Leuning R. *et al.* 1995. Leaf nitrogen, photosynthesis, conductance and transpiration: scaling from leaves to canopies. *Plant, Cell & Environment*, 18: 1183-1200.
- Levitus S. *et al.* 2001. Anthropogenic Warming of Earth's Climate System. *Science*, 292:267-270.
- Mäkelä A. *et al.* 2000. Process-based models for forest ecosystem management: current state of the art and challenges for practical implementation. *Tree Physiology*, 20:289-298.
- Millar C. *et al.* 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications* 17: 2145-2151.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1998. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 337 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2008. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ifn3.aspx>
- Nadal-Sala *et al.* 2014. Gotilwa+: Un modelo que evalúa los efectos del cambio climático en los bosques y explora alternativas de gestión para su mitigación. *Ecosistemas* 22:29-36.
- Otero, I. *et al.* 2010. Loss of water availability and stream biodiversity under land abandonment and climate change in a Mediterranean catchment (Olzinelles, NE Spain). *Land Use Policy* 28:207-218.
- Ovington J. D. 1961. Some aspects of energy flow in plantations of *Pinus sylvestris* L. *Annals of Botany*, 25:12-20.
- Palahi M. *et al.* 2008. Mediterranean forests under focus. *International forestry review* 4:676-688.
- Pan, Y. *et al.* 2011. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science* 333:988-993.
- Peñuelas, J. and Boada, M. (2003). A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology*, 9: 131-140.
- Pimm S. *et al.*, 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269:347-350.
- Pretzsch H. *et al.* 2008. Models for forest ecosystem management: a European perspective. *Annals of Botany*, 101:1065-1087.
- Resco de Diós V. *et al.* 2007. Climate change effects on Mediterranean forests and preventive measures. *New Forests*, 33:29-40.
- Sala O. *et al.* 2000. Global Biodiversity Scenarios for the year 2100. *Science*, 287:1770-1774.
- Shinozaki K. *et al.* 1964. A quantitative analysis of plant form – the pipe model theory. I. Basic analyses. *Japanese Journal of Ecology* 14:97-105.
- Summer G.N. *et al.* 2003. An estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late twenty first century. *Climate Dynamics* 20: 789-805.
- Vicente-Serrano S. 2006. Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula. *Hydrological Sciences Journal* 51:83-97.
- Vayreda, J. *et al.* 2012. Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests. *Global Change Biology*, 18:1028-1041.

# SOY LOURDES

## Y HAGO CRECER EL MUNDO



**"Ahora puedo ofrecer una dieta nutritiva a mi familia.** Con mi huerto orgánico cultivo acelgas, apios, cebollas, espinacas, puerros... He aprendido cómo cuidar animales de forma adecuada, utilizar semillas apropiadas al terreno y al clima, y técnicas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Estamos orgullosos de haber podido mejorar. Hoy mi meta es seguir haciéndolo".

**LOURDES PUMA.** 25 años  
Campesina de la comunidad de Acopia. Perú.

TÚ TAMBIÉN PUEDES HACER CRECER EL MUNDO ATACANDO  
LOS PROBLEMAS DESDE LA RAÍZ:

[WWW.INTERMONOXFAM.ORG/HAZCRECERELMUNDO](http://WWW.INTERMONOXFAM.ORG/HAZCRECERELMUNDO)

COLABORA:

**902 330 331**

**CRÉCE**  
ALIMENTOS. VIDA. PLANETA.

 **Intermón  
Oxfam**

# Orgullosos de lo nuestro

Alimentos con garantía de origen y tradición



**Denominación  
de Origen  
Protegida**



**Indicación  
Geográfica  
Protegida**



**Especialidad  
Tradicional  
Garantizada**



Europa los distingue ¿y tú?



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

alimentación.es