Serie
Forestal Nº 8

MANUAL PARA LA REDACCIÓN DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE EN CASTILLA-LA MANCHA

Agricultura y Medio Ambiente

FEADER

Castilla-La Mancha

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO

«FONDO EUROPEO AGRÍCOLA DE DESARROLLO RURAL: EUROPA INVIERTE EN LAS ZONAS RURALES»

Publicación financiada por:

- *90 % Fondos Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural*
- *6 % Fondos Administración General del Estado*
- *4% Fondos Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha*

Fotografías: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha:

Edita:

Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

Dirección General de Política Forestal

Supervisión y control de la publicación:

Sergio Martínez Sánchez-Palencia. Jefe del Servicio Forestal.

Fotografías:

Archivo de la Dirección General de Política Forestal

Diseño y Maquetación:

Impresión:

Impreso en papel ecológico

Fecha de impresión:

Depósito legal:

ISBN: 978-84-7788-624-2

Portada y Contraportada: Monte nº 184 del C.U.P de Guadalajara, "Umbría de Pie de Tajo y Hoz" (Poveda de la Sierra)

Castilla-La Mancha

MANUAL PARA LA REDACCIÓN DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE (ORDENACIÓN DE MONTES) EN CASTILLA-LA MANCHA

AUTORES

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Política Forestal

- **Sergio Martínez Sánchez-Palencia. Ingeniero de Montes y Jefe del Servicio Forestal.**

Departamento de Economía y Gestión Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.

- **Antonio Prieto Rodríguez. Doctor - Ingeniero de Montes y Catedrático de Universidad de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria**

- **Luis Díaz Balteiro. Doctor - Ingeniero de Montes y Profesor Titular de Universidad de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria**

- **Santiago Saura Martínez de Toda. Doctor - Ingeniero de Montes y Profesor Titular de Universidad de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria.**

Es para mi una satisfacción escribir la presentación de esta publicación, la octava de la Serie Forestal que promueve la Dirección General de Política Forestal, que como su propio titulo indica "MANUAL PARA LA REDACCIÓN DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE (ORDENACIÓN DE MONTES) EN CASTILLA LA MANCHA" trata de orientar a los técnicos forestales que trabajan en Castilla-La Mancha en la elaboración de estos instrumentos que han de regir los destinos de la masas forestales castellano-manchegas, y ante todo garantizar la persistencia de nuestros bosques.

La Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha, normativa que regula las actuaciones en esta materia en nuestra Comunidad Autónoma, contempla la gestión forestal sostenible en su Título III, otorgando a la Ordenación de Montes una especial importancia en su Capítulo III.

En esta norma, además de explicar lo que se debe entender por "Gestión Forestal Sostenible" y definir e indicar cuales son los instrumentos de gestión forestal sostenible que se han de aplicar, impone a la Administración, no sólo la obligación de impulsar la ordenación de todos los montes técnica y económicamente, sino que todos los montes en régimen especial administrativo o de una superficie superior a 100 hectáreas deben contar con un instrumento de gestión forestal.

Por este motivo, se ha considerado necesario editar este sencillo manual para ayudar a cumplir estos objetivos, cuya redacción, efectuada de manera totalmente desinteresada, corresponde al equipo del Departamento de Economía y Gestión Forestal de la Universidad Politécnica de Madrid, encabezado por Antonio Prieto Rodríguez, Catedrático de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria adscrito a este Departamento, a los que hay que agradecer esta labor y felicitarle por el magnífico texto elaborado.

JOSE LUIS MARTINEZ GUIJARRO

CONSEJERO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE

ÍNDICE

1. La ordenación de montes en Castilla-La Mancha	
1. El medio forestal.	1
2. Evolución de la ordenación de montes.	1
3. Situación actual de la ordenación forestal.	3
4. Perspectivas futuras.	4
2. Nociones básicas	
1. Antecedentes de la ordenación de montes.	6
2. Gestión sostenible de montes.	8
3. Tipos de gestión sostenible de montes.	13
3.1. Gestión de ecosistemas.	14
3.2. Gestión adaptativa.	16
4. Evolución de la ordenación de montes.	20
5. Consideraciones generales sobre la ordenación de montes.	23
6. Ejecución de la gestión forestal.	23
6.1. Inventario.	25
6.2. Planificación.	27
3. Las Instrucciones de Ordenación de Montes	
1. Evolución de las Instrucciones de Ordenación de Montes en España.	33
1.1. Las primeras ordenaciones de montes en España	33
1.2. Las Instrucciones de Ordenación de 1890.	36
1.3. Las Instrucciones de Ordenación de 1930.	37
2. Las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de 1970.	39
3. El borrador de las Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla-La Mancha.	41
4. Las Instrucciones de Ordenación de Montes en otras Comunidades Autónomas.	49
4.1. Las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de Castilla y León.	49
4.2. Las Instrucciones de Ordenación de Montes de Andalucía.	50
4.3. Los Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal de Cataluña.	51
4.4. El Pliego de Condiciones Técnicas Generales de Ordenación de Montes en Navarra.	52
4. Funciones de los montes y tipología de los cuarteles	
1. Introducción.	54
2. Organización de la gestión forestal a escala monte.	55
3. División del monte en cantones (y eventualmente en rodales temporales).	59
4. Tipología de los cuarteles.	61
5. Determinación de las capacidades de refugio de la fauna salvaje.	64
6. Estudio de los riesgos naturales que pueden actuar sobre el medio forestal y producir restricciones en cuanto a la gestión.	65
7. Análisis del medio económico y humano.	67
8. Formación de cuarteles en las instrucciones de Castilla-La Mancha.	69

5. Métodos de ordenación

1. Introducción. 71
2. División por cabida. 72
3. Métodos de tramos. 74
   3.1. Método de tramos permanentes. 75
   3.2. Método del tramo único. 76
   3.3. Método del tramo móvil. 79
   3.4. Método del tramo móvil ampliado. 83
4. Método de ordenación por rodales. 84
5. Métodos de entresaca. 87
   5.1 Entresaca pie a pie. 88
   5.2 Entresaca por bosquetes. 91
6. Método selvícola. Otras propuestas. 92
7. Métodos de ordenación para alcornocales. 94
8. Métodos de ordenación para el pino piñonero. 96
9. Métodos de ordenación para monte bajo y monte medio. 98
   9.1. Monte bajo. 98
   9.2. Monte medio. 102
   9.3. Métodos de conversión de formas fundamentales de masa. 103
10. Métodos de ordenación en dehesas. 104
11. Métodos de ordenación y otras producciones tangibles. 106
   11.1. Resina. 107
   11.2. Aprovechamiento cinegético. 108
   11.3. Producción micológica. 110

6. Conservación y fomento de la biodiversidad en la ordenación de montes

1. Introducción. 109
2. Biodiversidad: concepto e importancia en la ordenación de montes. 110
3. Índices de biodiversidad en el nivel de composición: estimación e interpretación. 112
   3.1. Riqueza y abundancia relativa de las especies. 112
   3.2. Consideraciones sobre la interpretación y la estimación mediante un inventario forestal de los índices de diversidad. 113
   3.3. La diversidad en el estrato arbóreo y la biodiversidad del conjunto del monte. 116
4. Especies indicadoras y amenazadas en Castilla-La Mancha. 117
5. Estructura, maduración y decaimiento de las masas forestales como indicadores de biodiversidad. 120
   5.1. Los bosques maduros. 120
   5.2. Árboles añosos. 121
   5.3. Madera muerta y en descomposición. 123
   5.4. Complejidad estructural vertical de las masas forestales. 125
6. Perturbaciones, tratamientos selvícolas y heterogeneidad espacial a diferentes escalas. 127
   6.1. El papel de la heterogeneidad espacial y la necesidad de diversificar las formas de gestión. 127
   6.2. Las plantaciones y bosques de explotación intensiva, y sus efectos

sobre la biodiversidad.	128
6.3. Las perturbaciones como un componente intrínseco de los ecosistemas forestales: la hipótesis de la perturbación intermedia y el papel de los tratamientos selvícolas.	130
6.4. La gestión forestal a escala de paisaje.	131
7. Fragmentación de los bosques y conectividad del paisaje.	133
7.1. Fragmentación de los bosques: efectos sobre la biodiversidad e implicaciones de gestión.	133
7.2. La conectividad del paisaje forestal: concepto y consideraciones relevantes para la ordenación de montes.	136
8. Modelos de organización espaciotemporal de las cortas y las masas arboladas en la ordenación de montes y comarcas.	139
8.1. El modelo de Harris.	139
8.2 Distribución de turnos, heterogeneidad, bosques maduros y régimen natural de perturbaciones.	140
9. El índice combinado BIOFOR.	143
10. Biodiversidad y bosques de ribera.	147
10.1. Importancia de los bosques de ribera para la biodiversidad y medidas para su conservación.	147
10.2. Índices de calidad ambiental y estado de conservación de las riberas arboladas.	149
7. Realización práctica de un Proyecto de Ordenación	153
Bibliografía	160

1

LA ORDENACIÓN FORESTAL EN CASTILLA-LA MANCHA

Sergio Martínez Sánchez-Palencia

1. EL MEDIO FORESTAL

Castilla-La Mancha es una comunidad autónoma, situada en la meseta sur de la Península Ibérica con una superficie de 7.946.212 hectáreas, de los cuales el 44 %, 3.564.779 hectáreas, es terreno eminentemente forestal situado preferentemente en una orla vegetal ubicada en los sistemas montañosos que rodea sus llanuras conocidas generalmente con el nombre de "llanuras manchegas". Por su extensión es la Tercera Comunidad Autónoma.

Según los últimos datos proporcionados en el Tercer Inventario Forestal Nacional, su superficie arbolada asciende a 2.739.597 hectáreas, lo que supone el 77 % de la superficie forestal y el 34,5 % de la superficie castellano-manchega.

De esta superficie existen 747.412 hectáreas de montes públicos incluidos en el catálogo de Montes declarados de Utilidad Pública, es decir montes propiedad del Estado (Administración General del Estado y Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha), Ayuntamientos, otras Entidades Locales (Diputaciones) y de otros Establecimientos de carácter público, aunque por modificaciones legislativas actualmente algunos hayan dejado de poseer este carácter. Todos ellos en su conjunto constituyen el Catálogo de Utilidad Pública de Castilla-La Mancha.

2. EVOLUCIÓN DE LA ORDENACIÓN DE MONTES

Los montes castellano-manchegos no fueron ajenos al proceso planificador, nuestros montes más emblemáticos fueron ordenados siguiendo las sucesivas normas en vigor y hoy día, en ellos se reflejan el resultado de esta planificación.

Este proceso se inició en la provincia de Cuenca con tres montes, cuyo proyecto de ordenación se aprobó en el año 1892, denominados "El Picuerzo", "Pie Pajarón" y "Pradonuevo y Tierra Muerta" respectivamente, y con dos más en 1983, "Muela de la Madera" y "Palancares y Agregados". Todos ellos propiedad del Excelentísimo Ayuntamiento de Cuenca e incluidos en el "Catálogo de Montes de Utilidad Pública", con los números 116, 117, 118, 114 y 106, respectivamente.

La siguiente provincia en iniciar la redacción de Proyectos de Ordenación fue Ciudad Real, la cual en 1910 obtuvo la aprobación del Proyecto de Ordenación conjunta de nueve Montes propiedad del Ayuntamiento de Fuencaliente, todos ellos incluidos en el Catálogo de Utilidad con los números del 1 al 9 y denominados "Arroyo del Azor", "La Cereceda",

“Dehesa Boyal”, “Hontanillas”, “Navamanzano”, “Nava del Horno”, “Peña Escrita”, “Robledo de las Hoyas y Peña Rodrigo”, y “Umbría de las Ventillas”.

La provincia de Guadalajara, se incorporó a este proceso, con el Proyecto de Ordenación en 1921 del Monte nº 162 del Catálogo de Utilidad Pública denominado “Pinares de Peñalver”, propiedad del Ayuntamiento de Peñalver y sito en su término municipal.

Fueron las provincias Albacete y Toledo, bajo estas instrucciones de ordenación de 1890, las últimas en incorporarse a este proceso, con la aprobación en 1928 del Plan Dasocrático del Monte nº 15 denominado “Dehesa de Tus”, propiedad en la actualidad de la Junta de Comunidades y sito en el término municipal de Yeste (Albacete), y del Proyecto de Ordenación del Monte nº 27, denominado “Avellaneda”, propiedad del Ayuntamiento de Espinoso del Rey (Toledo) y sito en su término municipal.

Por avatares del destino, principalmente la Guerra Civil y el Plan Nacional de Repoblación Forestal que prevaleció sobre cualquier tipo de planificación anterior, un gran porcentaje de Ordenaciones fueron abandonadas, y mucho trabajo realizado con anterioridad se perdió aunque el documento existente se mantuviera como referente, y solo unos pocos montes, quita los más significativos prosiguieran a pesar de todos las dificultades con la planificación prevista en el Proyecto de Ordenación y sus posteriores Revisiones, seguramente gracias al empeño de los sucesivos Ingenieros gestores.

Fue a partir del final de la década de los años cincuenta, cuando resurgió el proceso ordenador y en este periodo de tiempo fue cuando se inició, en realidad, la actividad ordenadora en los montes de la Provincia de Albacete, iniciándose en 1956 en el Monte nº 90 del Catálogo de Utilidad Pública, denominado “El Ardal” propiedad del Ayuntamiento de Yeste y sito en su término municipal.

La implantación, a partir de los años setenta de las “Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados” no trae el éxito esperado por sus redactores no alcanzándose los niveles de ordenación de las normas anteriores, no obstante en Castilla-La Mancha se efectuaran nuevas Ordenaciones consiguiéndose una cierta revitalización de estos trabajos.

Con la creación de la Administración Autonómica y la adscripción a ésta de las competencias en materia de montes, y por lo tanto todo lo relacionado con la Ordenación de Montes, se continuó con esta labor bajo las indicaciones de carácter básico emitidas por la Administración General del Estado.

Han sido muy pocas Comunidades Autónomas que han desarrollado instrucciones propias (Cataluña, Andalucía, Castilla y León), la regla más común ha sido seguir con la vigencia de las instrucciones de 1970, esta ha sido el camino seguido por Castilla-La Mancha.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ORDENACIÓN FORESTAL

La entrada en vigor de la Ley 3/2008 de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha ha supuesto una revitalización del proceso ordenador y otorga una extraordinaria importancia, como su propio nombre indica a la gestión sostenible de las masas forestales castellano-manchegas, dedicando el Titulo III a la Gestión Forestal Sostenible el cual incluye el Capítulo III que de forma exclusiva se dedica a la ordenación de Montes. En él se define la gestión forestal sostenible, los instrumentos de gestión y su exigencia.

Toda esta actividad ordenadora, la podemos reflejar en la tabla 1.

Tabla 1. *Histórico de situación de la Ordenación de Montes en Castilla-La Mancha.*

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente

Castilla-La Mancha

viernes, 27 de agosto de 2010

MONTES ORDENADOS ALGUNA VEZ

Superficies por provincias y tipo de titular

NATURALEZA ADMINISTRATIVA: **PR**

PROVINCIA	*Número de montes*	*Sup total (ha)*	*Sup. sin enclavados (ha)*
CU	56	64311,558	33896,5935
GU	25	17797,4501	12219,7776
TOTAL PR	81	82109,0081	46116,3711

NATURALEZA ADMINISTRATIVA: **PU**

PROVINCIA	*Número de montes*	*Sup total (ha)*	*Sup. sin enclavados (ha)*
AB	24	58262,1017	43892,2762
CR	12	12830,7	12551,6713
CU	92	132581,3107	118522,5272
GU	133	116396,5198	112908,4817
TO	15	24798,8912	24312,7079
TOTAL PU	276	344869,5234	312187,6643

TOTAL PU + PR	357	426978,5315	358304,0354

En la tabla 2, se refleja la superficie con instrumento de gestión forestal sostenible (ordenación de montes), en vigor.

Tabla 2. *Situación actual de la Ordenación de Montes en Castilla-La Mancha.*

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente

Castilla-La Mancha

viernes, 27 de agosto de 2010

MONTES CON PROYECTO VIGENTE EN 2010

Superficies por provincias y tipo de titular

NATURALEZA ADMINISTRATIVA: **PR**

PROVINCIA	*Número de montes*	*Sup total (ha)*	*Sup. sin enclavados (ha)*
CU	35	44792,708	25593,0935
GU	3	3262,8	1762,8
TOTAL PR	38	48055,508	27355,8935

NATURALEZA ADMINISTRATIVA: **PU**

PROVINCIA	*Número de montes*	*Sup total (ha)*	*Sup. sin enclavados (ha)*
AB	5	15498,7834	12981,9057
CR	9	10010,6605	9948,7613
CU	34	46040,237	38651,9841
GU	14	14194,9681	13415,431
TO	5	4853,0296	4693,6296
TOTAL PU	67	90597,6786	79691,7117

TOTAL PU + PR	105	138653,1866	107047,6052

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

Siguiendo los mandatos contenidos en la Ley 3/ 2008 de Montes y Gestión Forestal Sostenible en Castilla-La Mancha, por parte de la Dirección General de Política Forestal de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, ha emprendido un ambicioso proyecto cuyo objetivo es dotar de instrumentos de gestión forestal sostenible a las masas forestales castellano-manchegas, y para ello se están siguiendo dos caminos distintos y de desarrollo paralelo, el primero es la promulgación de unas "Instrucciones para la elaboración de instrumentos de gestión forestal sostenible de Castilla-La Mancha" en la fecha de redacción de estas líneas en avanzado estado de tramitación, sólo pendiente de los últimos trámites de naturaleza jurídica, que además de adaptarse a los seguimientos de la legislación, adapte la planificación del territorio forestal a las exigencias de la normativa de carácter europeo y nacional que rige la Red Natura 2000 de gran magnitud en esta región, con una cuantía superficial de 1.839.296 ha, el 23% de la superficie autonómica, y que incluye 510.045,946 hectáreas de montes de utilidad pública.

El otro camino emprendido es el establecimiento de nuevos instrumentos de gestión forestal sostenible (ordenaciones, planes técnicos y planes técnicos simplificados) y sus Revisiones en los montes de trato públicos como privados en cinco provincias de la Comunidad Autónoma, estando, al menos, en elaboración en la fecha de redacción de estas líneas cerca de 130.000 hectáreas, tal y como se indica en la tabla3.

Tabla 3. *Instrumentos de gestión forestal sostenible en elaboración.*

Redacción/Revisión	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo	Región
Montes (nº)	21	21	20	20	10	92
Superficie (ha)	22.766	30.854	32.880	15.178	26.267	127.945

Rebollar en el Alto Tajo (Guadalajara).

2
NOCIONES BÁSICAS
Antonio Prieto Rodríguez

1. ANTECEDENTES DE LA ORDENACIÓN DE MONTES

De acuerdo con Spurr (1979), se pueden enmarcar los comienzos metodológicos de la ordenación de montes en el siglo XII, a partir de la necesidad de abastecer de madera y leña a las ciudades medievales centroeuropeas, lo que dio lugar a la aparición de los primeros métodos de ordenación rudimentarios, como el de división por cabida para el monte bajo. Desde entonces, el contenido de la ordenación de montes siempre ha ido unido a las funciones desarrolladas por los bosques: básicamente, mantener un determinado nivel de existencias maderables para satisfacer, tanto las necesidades económicas, como las de la vida silvestre. Si se protegía el bosque, era menos en nombre de cierta concepción filosófica o ética de la naturaleza -como la que existe hoy- que por corresponder a un bien de producción, que proporcionaba madera útil para la construcción urbana y naval, combustible doméstico e industrial, y alimento humano y para el ganado. Por consiguiente, el papel de la ordenación de montes no sólo consistía en impedir o controlar la regresión del bosque, sino también en hacer un bosque que correspondiera a las necesidades de la sociedad de aquellas épocas. Los forestales no eran ordenadores con el significado que tal palabra tiene actualmente, sino que eran "administradores" en el sentido que Olivier de Serres daba al "*Mesnage des Champs*" (administración de los campos), ya que "ordenación = *aménagement*" viene de "*ménage*" (administración de las cosas domésticas), es decir, la gestión de un patrimonio para que proporcione los bienes y servicios que de él se esperan.

Desde su origen, la ordenación de montes ha debido cambiar rápidamente sus objetivos para satisfacer en todo momento las demandas de la sociedad. Si el forestal del siglo XVIII, tenía como objetivo organizar el monte bajo para producir leña industrial; en los dos primeros tercios del siglo XIX, se preconizaba el monte alto para la producción de madera de sierra, y luego, bruscamente, aumentó la solicitud de leña debido al desarrollo industrial y hubo que volver al método de beneficio de monte bajo. Por consiguiente, los objetivos van cambiando, porque el bosque, debe satisfacer necesidades humanas: antiguamente, madera, leña y caza; después, productivas, protectoras, sociales y ambientales y actualmente, la función administradora de los forestales se extiende a la totalidad del espacio natural.

Después de que Carlowitz publicase en 1713 su "*Silviculture Oeconomica*", Moser, Oettelt (que introdujo el cálculo matemático en la determinación y regulación de la producción forestal) y otros forestales, trazaron los fundamentos de los planes de ordenación y se fundaron las primeras escuelas, comenzando por la que Zanthier abrió en Ilneburg en 1768. La que obtuvo mayores éxitos y fama, fue la fundada en el año 1795 por Cotta, en Zillback, trasladada después, en 1811, a Tharand (Sajonia). La Escuela Forestal de Tharand prosperó, atrayendo muchos alumnos del extranjero, que fundaron

después escuelas en otros países, como Francia en 1825 (Nancy) y España en 1848 (Villaviciosa de Odón, cerca de Madrid).

Si se hace una revisión histórica de los conceptos de ordenación, yendo de los más antiguos a los más modernos, se puede observar la evolución de sus fines y, por consiguiente, de su concepción metodológica. Así, el Relator del Código Forestal en la Cámara de los Pares de Inglaterra (Ruiz Dana, 1993) señala, en 1827, que la ordenación "*es el arte de dividir un bosque en cortas sucesivas, o de reglamentar la extensión y edad de las cortas anuales, de forma que quede asegurada una sucesión constante de sus productos*". Por su parte, Olazabal (1883), establece que "*la ordenación busca la renta mayor constante, dentro de la especie, método de beneficio y turno que se hubiera adoptado*".

Durante todo el siglo XX, el objetivo de la ordenación de montes ha sido, fundamentalmente, la obtención de productos basados en los postulados clásicos de la persistencia (que la masa ocupe el suelo sin interrupciones no programadas de antemano), rentabilidad (que se obtenga una renta anual o periódica constante) y máximo rendimiento (las masas se aprovechan a su edad de madurez o turno óptimo). Así, para Huffel (1904 y 1907), la ordenación de montes es una parte de la economía forestal "*en la cual los montes son considerados desde el punto de vista de la utilidad que presentan para el hombre*". Para Mackay (1944, 1949), "*ordenar un monte es organizarlo conforme a las leyes económicas sin infringir las biológicas que la investigación selvícola y la epidométrica revelan*", y "*dar realidad económica a su capacidad rentable, en grado máximo y por tiempo ilimitado*". Neira y Martínez Mata (1968), establecen que la ordenación de montes es la "*aplicación de los principios técnicos de la selvicultura y de la economía forestal al tratamiento de los montes*". FAO/IUFRO (1975), proporcionan las siguientes acepciones: 1ª "*rama de la dasonomía que se interesa por las ciencias y técnicas forestales en sus relaciones con los principios de orden administrativo, legislativo, económico y social de la gestión de los montes*; 2ª "*aplicación práctica de las teorías de esta rama a la administración de un monte y a la organización de los aprovechamientos y trabajos a realizar, en función de los objetivos a alcanzar*"; y 3ª "*sinónimo: proyecto de ordenación (documento escrito cuyas prescripciones hacen esta aplicación obligatoria para un monte dado)*.

Por otro lado, las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados (Ministerio de Agricultura, 1971), disponen que: "*La ordenación de montes arbolados tiene como fin la organización económica de su producción, atendiendo siempre a las exigencias biológicas y beneficios indirectos*". Según Schlaepfer y Schuler (1987), "*la ordenación de montes es el conjunto de actividades que permiten dirigir un sistema forestal y comprende la fijación de los objetivos generales del sistema, la planificación, la ejecución y el control a corto, a medio y a largo plazo de los elementos y de los procesos del sistema*". Davis y Johnson (1987), consideran tres aspectos fundamentales en la ordenación de montes: *1º, el nuevo dominio de los objetivos económicos y sociales como determinantes de las decisiones de la ordenación de montes; 2º, la necesidad de los gestores privados y especialmente los públicos de considerar todas las decisiones de ordenación de los recursos maderables en el contexto de un problema más grande definido como la introducción del uso múltiple en la gestión forestal; y 3º, la necesidad de justificar, basado en un análisis cuantitativo, que las recomendaciones de ordenación,*

decisiones y planes satisfacen las restricciones de la propiedad, y son la mejor de las alternativas posibles.

Actualmente, a la luz de las nuevas demandas y desafíos a los que deben responder los bosques para satisfacer las necesidades de la sociedad moderna, se puede establecer que la longitud del ciclo vegetativo de los árboles; la complejidad y fragilidad del medio forestal y la necesidad de optimizar y regularizar la producción de madera y servicios, imponen a las intervenciones en los montes un sistema de planificación a largo plazo que los forestales del mundo entero llaman "ordenación" (Dubourdieu *et al.,* 1993 y Dubourdieu, 1997). En este sentido, por ordenación forestal se entienden los "*aspectos generales de orden administrativo, económico, jurídico, social, técnico y científico que intervienen en el manejo, la conservación y utilización de los bosques*" (FAO, 1991). Esta concepción, es matizada por Davis *et al.* (2001), estableciendo que la ordenación forestal considera el uso de los bosques para hacer coincidir los objetivos de los propietarios y la sociedad. Mientras los objetivos pueden cambiar y los medios para alcanzarlos pueden ser muy sofisticados, la ordenación permanece como el procedimiento más adecuado para conducir los bosques hacia los fines de la sociedad.

2. GESTIÓN SOSTENIBLE DE MONTES

Tradicionalmente, la planificación a largo plazo ha sido un elemento fundamental de la ordenación forestal en muchos países, pero en el transcurso del tiempo, una multiplicidad de factores, como el cambio de los valores de la sociedad, el crecimiento económico, los problemas ambientales y el crecimiento demográfico a escala mundial, han hecho evolucionar los conceptos y las metas que subyacen en ese planteamiento. De esta manera, ha aparecido como aspecto esencial de la planificación a largo plazo el concepto de desarrollo sostenible o sostenibilidad[1].

La definición de desarrollo sostenible se recoge por vez primera en el documento titulado "*Nuestro futuro común: un porvenir para todos*", también conocido como informe Brundtland (nombre de la entonces primera ministra de Noruega), publicado en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas[2]. En este documento se recoge la necesidad de considerar en cualquier tipo de desarrollo -conjuntamente y de forma global- los aspectos económicos, ecológicos y sociales (Mitchell, 1999).

[1] La Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha (DOCM, número 130 de 23 de junio de 2008), en su artículo 30 establece que: "*se entiende por gestión forestal sostenible, la organización, administración, aprovechamiento y uso de los montes, de forma e intensidad que permita mantener su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y capacidad de regeneración, para atender, ahora y en el futuro, sus funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito local, regional, nacional y global, sin producir daños a otros ecosistemas*".

[2] Aunque la humanidad no debe socavar consciente o inconscientemente los recursos ambientales que aseguran su continuidad, la constante relación de problemas ambientales causados por los impactos negativos de la actividad humana muestra que, de hecho, la sostenibilidad en el futuro es muy dudosa (Francis, 1995; citado en Mitchell, 1999).

La sostenibilidad, según Pearce y Turner (1995), se basa en dos principios fundamentales: el primero, que las dotaciones de recursos naturales deben mantenerse constantes a lo largo del tiempo, y el segundo, que los flujos de residuos emitidos al medio deben ser iguales o inferiores a la capacidad de asimilación por dicho medio. Hoy en día, se considera el desarrollo sostenible como el tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.

Consecuentemente, con estos principios, por ordenación forestal sostenible, se entiende la gestión de los ecosistemas forestales no sólo con la finalidad de ser ecológicamente protegidos o aprovechados, sino que debe ser también económicamente viable y socialmente aceptable[3]. Su objetivo es encontrar los procedimientos para la sostenibilidad de los bosques, no las funciones que los seres humanos obtienen de ellas (Aplet *et al.,* 1996).

En el plano internacional, la aproximación principal a la gestión sostenible de los bosques se ha realizado definiendo criterios e indicadores[4]. Su desarrollo se ha realizado en dos grandes modos diferentes: por medio de procesos intergubernamentales bajo la supervisión de la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, y por medio de organizaciones no gubernamentales que intentan establecer los principios y fundamentos de una certificación sostenible de los bosques.

Los procesos intergubernamentales se desarrollan a partir de los acuerdos de la Conferencia de Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo (celebrada en Río de Janeiro en 1992), y, posteriormente, se han concretado para cada gran región o tipo forestal del mundo en criterios específicos, apareciendo siete grandes procesos regionales: Helsinki o proceso paneuropeo (Segunda Conferencia Ministerial sobre protección de los Bosques en Europa, 1993); Montreal (Declaración de Santiago de Chile, 1995); Tarapoto; Organización Internacional de Bosques Tropicales (OIBT); Zonas Secas de África; África del Norte y del Próximo Oriente; y América Central.

Para asegurar una cierta armonización de estas iniciativas por la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, se ha creado en 1995 el Grupo Intergubernamental sobre los Bosques, que cuenta con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En el proceso de Helsinki que está sirviendo de modelo para el resto de los procesos regionales, se precisa el concepto de gestión sostenible para los bosques europeos como "*Gestión y utilización de los bosques y de los terrenos arbolados de una forma e intensidad que mantengan su diversidad biológica, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y capacidad*

[3] Desde hace ya varios años, no se concibe la elaboración de planes forestales sin una importante participación pública. Se percibe cada vez más que los mecanismos de participación son inevitables si se quiere evitar la aparición de problemas graves en la aplicación de los planes forestales. La tendencia señala a un incremento de esta participación en sus diferentes fases (V Fórum de Política Forestal. Solsona, 16-18 de julio 2003. Conclusiones).

[4] Criterio significa un aspecto considerado como importante y por el cual se puede juzgar un éxito o un fracaso. Los criterios sirven para definir los elementos esenciales o el conjunto de las condiciones o los procesos por los cuales la gestión sostenible puede ser juzgada. Un indicador es una variable cuantitativa, cualitativa o descriptiva que, medido y seguido periódicamente, señala la dirección del cambio.

para satisfacer, actualmente y en el futuro las funciones ecológicas, económicas y sociales correspondientes a los niveles local, nacional y global y que no causen perjuicios a otros ecosistemas" (Rameau *et al.*, 2000 y Brédif y Boudinot, 2001).

La aplicación de la gestión sostenible, se desarrolla a través de una serie de criterios complementados por medio de indicadores, que deberán mostrar en el tiempo la evolución de la calidad de la gestión y, en un momento dado, la realidad del carácter sostenible de la gestión. Los criterios adoptados en el proceso de Helsinki (aprobados en la Conferencia de Lisboa en 1998 y revisados en la de Varsovia en 2007), tienen en cuenta los parámetros biológicos tradicionales (superficie, volumen, crecimiento biológico, tipos de bosques), así como los surgidos del debate de los años ochenta sobre la lluvia ácida (salud y vitalidad de las masas forestales), la utilización tradicional del bosque (volumen de cortas y caza) y aquellos aspectos a los que se ha dado valor en los últimos años (los productos del bosque, la creación de empleo y la participación en la estructuración del medio rural), la importancia del bosque en la protección de suelos y aguas y en la biodiversidad (tabla 4).

Tabla 4. *Criterios e indicadores de Helsinki.*

Criterios de Helsinki	Dominio del concepto	Número de indicadores cuantitativos + descriptivos
Mantenimiento y mejora apropiada de recursos forestales y su contribución a los ciclos de carbono globales	1.1 Capacidad general 1.2 Ordenación del territorio y zona forestal 1.3 Volumen en pie 1.4 Equilibrio de carbono	0 + 4 1 + 4 3 + 4 1 + 4
Mantenimiento de la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales		7 + 4
Mantenimiento y estímulo tanto de las funciones productivas como de las no productivas de los bosques	3.1 Producción de madera 3.2 Productos diferentes de la madera	2 + 4 1 + 4
Mantenimiento, conservación y mejora apropiada de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales	4.1 Condiciones generales 4.2 Ecosistemas forestales representativos, raros y vulnerables 4.3 Especies amenazadas 4.4 Diversidad biológica en los bosques de producción	0 + 4 1 + 4 1 + 4 3 + 4
Mantenimiento y mejora apropiada de las funciones protectoras en el manejo forestal (suelo y agua)	5.1 Protección general 5.2 Erosión del suelo 5.3 Conservación del agua en los bosques	0 + 4 1 + 4 1 + 4
Mantenimiento de otras funciones y condiciones socio-económicas y culturales	6.1 Significación del sector forestal 6.2 Servicio de recreo 6.3 Empleo 6.4 Investigación y formación profesional 6.5 Sensibilización del público 6.6 Participación del público 6.7 Valores culturales	1 + 4 1 + 4 1 + 4 0 + 4 0 + 4 0 + 4 0 + 4

Los sistemas de certificación forestal[5], son procedimientos de verificación de que la gestión se realiza de acuerdo con unas normas preestablecidas de desarrollo sostenible. Esta certificación, se materializa en el caso de un producto elaborado, mediante la obtención de una etiqueta que proporcionan los organismos certificadores. En los últimos años, ha aparecido un gran número de procedimientos de certificación forestal; las diferencias que presentan son de cuatro tipos:

1º. La zona potencial de aplicación de la certificación: un país (certificaciones específicas para Canadá, Estados Unidos o Suecia), una gran región forestal (*Pan European Forest Certification* PEFC[6], creado en 1999) o mundial (*Forest Stewardship Council*, FSC, creado en 1993).

2º. Los aspectos forestales cubiertos por la certificación: sólo aspectos ambientales o consideración global de la gestión.

3º Las normas o sistema de certificación que emplean: normas ISO o de procedimiento (para la gestión forestal sostenible, las normas 162001 a 162004) o las normas FSC, que combinan normas de procedimiento con normas de resultados (Higman *et al.*, 1999; FSC, 1999).

4º La certificación individualizada de montes (FSC), o en grupos o regional (PEFC). Esto explica, en una parte importante, que el PEFC esté teniendo mucho más desarrollo (en cuanto a superficie total certificada) que el FSC en algunos países como España. Esto tipo de certificación individual o regional, tiene importancia a la hora de elegir un tipo u otro, por la propiedad forestal, en montes mediterráneos de bajo rendimiento económico, o de escasa superficie en aquellas zonas donde domina el minifundismo forestal.

Los beneficios de la certificación, se pueden dividir en beneficios de mercado (mayor valor de la materia prima que reciben los propietarios forestales, y el acceso a determinados mercados institucionales de empresas y de consumidores concienciados con la protección de los bosques), y en beneficios sin mercado (mejora de la gestión forestal que se realiza en las masas que producen madera certificada, menor riesgo de críticas por parte de las organizaciones no gubernamentales y mejor imagen social de las empresas forestales que producen o consumen este tipo de madera). Por su parte, los costes de la certificación son los correspondientes a la mejora de la gestión, a la de auditoría de la gestión forestal y a la custodia de la cadena de producción, desde el bosque hasta la comercialización del producto elaborado. En la tabla 5, se recoge, basándose en Schlaepfer y Elliot (2000), el coste estimado de la certificación forestal en diferentes países[7].

---

[5] Los conjuntos de criterios e indicadores de los grandes procesos como los de Helsinki o Montreal, tienen sentido a nivel agregado, pero no tanto a nivel monte. En este sentido, se debe establecer que los criterios e indicadores de los sistemas de certificación forestal no coinciden exactamente con los de los procesos.

[6] El PEFC que anteriormente, sólo era europeo, se ha extendido a otras zonas del mundo y ahora corresponde al nombre de *Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes.*

[7] En montes mediterráneos privados, la rentabilidad económica es a veces tan reducida que lleva al abandono de la gestión al no percibir la propiedad un rendimiento posterior que rentabilice el gasto de acometer la ordenación, cuanto más si a ello se suma el coste de la certificación (suponiendo un escenario

Tabla 5. *Coste de la certificación forestal.*

País	Coste estimado
Brasil	Grandes superficies 0,60 – 1,40 US$/ha
Finlandia	Propiedad individual (superficie < 30 ha) 30,00 US$/ha Asociación de propietarios (superficie ≈ 50.000 ha) 0,40 US$/ha Región forestal (superficie ≈ 1.400.000 ha) 0,02 US$/ha
Indonesia	Mejora de la gestión forestal 13,00 US$/ha Certificación forestal 0,20 – 0,40 US$/ha Custodia de la cadena de producción 0,30 – 1,30 US$/ha
Suiza	Propiedad individual (superficie < 30 ha) 30,00 US$/ha/año
Malasia	Concesión forestal (superficie ≈ 100.000 ha) 0,22 US$/ha/año
España*	Especie de crecimiento rápido (superficie ≈ 200 ha) 7,00 €/mc Especie de crecimiento lento (superficie ≈ 1.000 ha) 6,00 €/mc Especie de crecimiento lento (superficie ≈ 5.000 ha) 4,00 €/mc

Fuente: Schlaepfer y Elliot (2000). *Elaboración propia (incluye la mejora en la gestión forestal, la certificación forestal y la custodia de la cadena de producción).

Actualmente, se puede considerar la posibilidad, debido al carácter sectorial de los indicadores de gestión sostenible, de construir un indicador sintético o metaindicador obtenido por agregación ponderada de todos los aspectos considerados en la gestión forestal (ecológicos, económicos, ambientales y sociales), que indique el nivel alcanzado de la gestión realizada.

Montes Públicos de Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real)

en el que para que los productos pudieran acceder al mercado en condiciones competitiivas debieran estar certificados) y, especialmente, en el caso de pequeñas fincas privadas como las que son típicas en muchas zonas de España.

3. TIPOS DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE MONTES

En la ordenación de montes, se pueden considerar tres conceptos distintos de sostenibilidad: la ordenación sostenible de los recursos forestales; el desarrollo sostenible de los recursos forestales; y las actividades forestales en favor del desarrollo sostenible (Seip, 1996; Duinker *et al.*, 1998). El primero de estos conceptos, acuñado hace ya mucho tiempo, se centra en el mantenimiento sostenido del suministro de productos forestales, lo que equivale a decir que, gracias a la planificación cuidadosa de las intervenciones y de las prácticas selvícolas apropiadas, un monte dado producirá perpetuamente al menos una cantidad igual de madera. El bosque no puede regenerarse nada más que si se ordena correctamente para mejorar su productividad y la calidad de la madera. Pero en este tipo de ordenación, no se tienen en cuenta los aspectos ajenos a los bosques y a las actividades forestales. El segundo concepto, se asocia a la deforestación, la cubierta forestal, la calidad de los bosques, etc., pero también es ajeno a las modificaciones que experimenta este mundo en plena evolución. El tercer concepto. abarca todas las necesidades humanas, con la finalidad de potenciar el bienestar humano y obtener más beneficios de los bosques. Este concepto, implica que la producción de madera, el mantenimiento de la diversidad biológica, la retención de los gases de efecto invernadero, etc., no son objetivos, sino medios para conseguir el verdadero objetivo, que no es otro que el bienestar humano. Este principio. es el mismo que informa el Plan Estratégico Forestal de FAO (1997), encaminado a "*aumentar el bienestar de los seres humanos mediante la ordenación sostenible de los recursos arbóreos y forestales del mundo*".

Desde el punto de vista de la aplicación práctica, se puede abordar la ordenación forestal sostenible considerando dos perspectivas diferentes, que representan los puntos extremos de un mismo proceso (sin duda, en la aplicación práctica habrá que situarse en un punto intermedio): la ordenación forestal sostenible natural y la ordenación forestal sostenible zonal. Ambas interpretaciones tienen varias características comunes, ya que propugnan la protección permanente frente al desarrollo industrial de una superficie mínima razonable de la zona forestal, y la explotación intensiva de una parte importante de dicha zona en forma de plantaciones industriales. Este concepto se asocia al hecho, infrecuente en España, de que importantes compañías sean propietarias de grandes superficies boscosas. Además, las dos se refieren a grandes extensiones de tierra (naciones, regiones o provincias) y no meramente a bosques aislados. También, debe tenerse en cuenta, que los bosques e incluso los árboles existentes en las explotaciones agrícolas y en asentamientos humanos, suponen una contribución importante al suministro global de madera.

En la ordenación forestal sostenible natural, todas las actividades de ordenación forestal tienen un impacto más reducido. Se caracteriza por una explotación respetuosa del medio, que causa pocos daños al suelo y a la vegetación residual. Las zonas de aprovechamiento forestal se planifican cuidadosamente para evitar impactos negativos sobre ecosistemas y poblaciones de animales sensibles, y la selección de los árboles a talar se efectúa de manera que se puede conservar la diversidad genética de la masa arbórea restante. Los índices de extracción de madera en ningún caso superan las tasas de crecimiento natural.

En la ordenación forestal sostenible zonal, la protección frente al desarrollo industrial se aplicaría a una mayor extensión forestal, como forma más segura de conservar la biodiversidad (Binkley, 1997). Pero, al mismo tiempo, la producción de madera sería mucho más intensiva en las zonas no protegidas. En conjunto, las superficies donde se concentran las cortas son mucho menores que en el caso de masas naturales (se puede estar cortando por toda su superficie). Este tipo de ordenación, puede favorecer la conservación de la biodiversidad y mantener el nivel de producción de madera; pero solamente si se zonifican áreas extensas para la producción de madera y se explotan de forma intensiva (con los insumos financieros adicionales necesarios y a expensas de las consideraciones relativas a la biodiversidad en esas zonas); y si se multiplican varias veces las zonas de protección (es decir, las destinadas a la conservación de la biodiversidad).

Debido a la diversidad de objetivos que se pueden asignar a un monte (económicos, sociales, ambientales, etc.), las intervenciones forestales deben hacerse en el respeto de todas las funciones del monte y con la preocupación de minimizar las repercusiones negativas sobre el medio. Estos objetivos tan diversos, no son forzosamente incompatibles entre sí (aunque es frecuente que aparezcan incompatibilidades), y la mayor parte de las veces varios de ellos se pueden alcanzar simultáneamente (por ejemplo, con la producción leñosa, que es el objetivo más corriente, son compatibles el uso social y la organización de la caza). Además, los objetivos se pueden zonificar sobre partes distintas del monte[8].

3.1. Gestión de ecosistemas

En los montes públicos de EE.UU., generalmente se han utilizado los sistemas de gestión de protección, producción sostenida y uso múltiple, a los que recientemente se le ha añadido el sistema denominado gestión de ecosistemas (tabla 6).

Tabla 6. *Esquema resumido de objetivos y restricciones de los sistemas de gestión en los bosques públicos en EE.UU.*

Sistema de gestión	Objetivos	Restricciones
Protección (*custodial management*)	Protección de ocupaciones y de daños graves	Sostenibilidad total del bosque
Producción sostenida (*sustained-yield forestry*)	Madera	Producción sostenida de madera
Uso múltiple (*multiple-use forest management*)	Obtención de múltiples bienes y servicios	Producción múltiple y sostenida de bienes y servicios
Gestión de ecosistemas (*ecosystem management*)	Mantenimiento de la condición forestal	Ecosistema sostenible

Fuente: Sedjo, 1996.

[8]Por ejemplo, en áreas de montaña, la parte superior puede constituir una zona de protección, las zonas intermedias pueden ser dedicadas a la producción, y las partes inferiores, al uso social. En un monte de llanura, la caza no será practicada en las partes frecuentadas por el público, en donde la producción pasa a un segundo plano.

La gestión con un objetivo de protección, tiene como objetivo la preservación del bosque. Para conseguirlo se han restringido las cortas, regulado el acceso del público y luchado contra incendios y plagas forestales. En la gestión de producción sostenida, los bosques fueron gestionados para producir de forma constante y periódica madera; para ello, los sistemas de aprovechamiento eran bien de tipo forestal (basado en conseguir el crecimiento medio máximo) o de tipo económico-financiero (se maximiza el valor actual neto o la tasa interna de rendimiento). La gestión de uso múltiple se basa en que, a lo largo de su vida, los bosques generan un gran número de bienes y servicios, debiéndose maximizar el valor social; para ello se deben considerar los bienes y servicios con valor de mercado.

Actualmente, la gestión de los recursos forestales, enfatiza mucho más aspectos como la biodiversidad, hidrológicos, el uso social o las funciones climáticas de los bosques. Durante la primera mitad del siglo XX, estos valores eran de importancia secundaria con respecto a la producción de madera y otros bienes. Los aspectos referentes a la preocupación por el mantenimiento de la biodiversidad, y la acertada disposición para aceptar precios más altos, por los productos del bosque para proteger los hábitats y el resto de los valores ambientales, han hecho que se esté produciendo una evolución de la gestión de producción sostenida -de un número relativamente pequeño de especies comerciales de árboles- a una gestión sostenida de los ecosistemas forestales, lo que está cambiando algunas de las premisas de la gestión forestal.

Así, además de los sistemas de gestión forestal basados en el viejo paradigma de la gestión sostenible, se empiezan a considerar otros nuevos sistemas de gestión forestal, entre los que se encuentra la denominada gestión de ecosistemas, desarrollada especialmente para bosques públicos en EE.UU., constituidos por unidades territoriales mucho mayores que lo que en España habitualmente se considera como la unidad de gestión, el monte.

Este sistema, sustituye los objetivos tradicionales de ordenación de los bosques públicos, incluyendo fauna silvestre, valores ambientales y servicios, por algo “nebuloso” denominado "condiciones deseadas del bosque", y que ha sido concretado por el Servicio Forestal de EE.UU., estableciendo que *“el primer objetivo de gestión de los bosques públicos es mantener o restaurar la sostenibilidad de los ecosistemas para suministrar múltiples beneficios a las generaciones actuales y futuras*”. El nivel y flujo de beneficios de los bosques públicos, debe ser compatible con la restauración de los ecosistemas degradados y el mantenimiento de la sostenibilidad del ecosistema a largo plazo.

La noción de ecosistema fue introducida por Tansley en 1935, quien definió el concepto de ecosistema como: *1º, un elemento en la jerarquía de los sistemas físicos que va desde el universo hasta el átomo; 2º, el sistema básico de la ecología; y 3º, el conjunto de los organismos vivos y el medio físico*. Para los gestores ambientales y los investigadores, los estudios sobre los ecosistemas surgieron como una forma de dirigir y controlar la complejidad de los sistemas naturales. El ecosistema se concebía como una máquina: representado como un modelo informático, la multitud de interacciones complejas entre los elementos constituyentes se reducían a algunos flujos de energía y de materia. Los estudios sistémicos tradicionales, frecuentemente, consistían en el análisis de los flujos de energía y de materia a través de unidades consideradas como cajas

negras, en las cuales se calculaban balances de entrada-salida (Schlesinger, 1989). Esta corriente de investigación tan prolífica estuvo dominada durante mucho tiempo por la influencia de Odum (1969 y 1971): los ecosistemas[9] estudiados eran medios naturales o seminaturales.

El procedimiento denominado gestión de ecosistemas, difiere de los anteriores sistemas de gestión forestal, en que presta más atención a las propiedades ecológicas de los bosques y en que fomenta la integración de un ancho rango de valores sociales en un uso múltiple organizado. Salwasser, *et al.* (1995) y Brunson *et al.* (1996), establecen que la gestión de ecosistemas es un cambio en la concepción filosófica de gestión de los bosques y tierras no explotadas de EE.UU., ya que incluye principios sociales (la participación pública en la adopción de decisiones sobre recursos), económicos y científicos para conseguir el mantenimiento de ecosistemas y de la diversidad biológica durante largos periodos de tiempo, mientras que permite a la vez la producción de muchos recursos valiosos que la sociedad necesita de sus bosques.

La gestión de ecosistemas, tiene por objetivo fundamental determinar las condiciones ecológicas y técnicas necesarias para conseguir el mantenimiento de la integridad del bosque. La originalidad consiste en pasar de un objetivo centrado en los árboles y en la masa forestal a la gestión del ecosistema forestal en sus múltiples componentes, sin considerar de antemano ninguna preferencia. Considera todos los objetos naturales múltiples y variados asociados en los ecosistemas, tratando de perpetuar sus potencialidades y complejidad.

En la gestión de ecosistemas, las condiciones deseadas de sostenibilidad del ecosistema requieren que los objetivos y acciones de la gestión caigan dentro de la intersección de los principios expuestos anteriormente (ser ecológicamente viables, económicamente posibles y socialmente deseables). Si el balance entre estos tres criterios no es razonable, hay una alta probabilidad de que la deseada condición no sea sostenible a causa de fallos en una o más de las esferas.

3.2. Gestión adaptativa

Una modalidad de la gestión de ecosistemas es la denominada gestión adaptativa. Se trata de construir procedimientos de toma de decisiones o de control capaces de aprender de la experiencia, incorporando información circular retroalimentada, a los procesos de gestión, con el objetivo de acelerar la velocidad a la que el responsable de la toma de decisiones ambientales aprende de la experiencia. Se basa en los métodos científicos y en los modelos matemáticos para la toma de decisiones, teniendo en cuenta los objetivos de todos los miembros de la sociedad, como gestores forestales, industriales, científicos, administradores y ciudadanos.

---

[9] El ecosistema ha sido considerado durante mucho tiempo como una entidad homogénea y espacial. Duvigneaud (1980), lo definió como una biocenosis homogénea que se desarrolla en un medio homogéneo. Soukatchev, en 1954 (citado por Guinochet, 1973), utilizó el término biogeocenosis para referirse a todo espacio de la superficie terrestre donde, para una cierta extensión, la biocenosis permanece uniforme, así como las porciones de atmósfera, litosfera, hidrosfera y pedosfera que le corresponden, siendo también, en consecuencia, uniforme la interacción entre todas las partes, que forman un complejo único.

La gestión ambiental adaptativa, es un nuevo método para enfrentarse a la incertidumbre y a los acontecimientos inesperados, es decir, a planificar lo desconocido. La gestión adaptativa considera, explícitamente, que existe incertidumbre y que nuestros conocimientos sobre los sistemas naturales son escasos, por lo que cualquier intervención humana en los sistemas naturales debe considerarse como una prueba experimental de las que se debe aprender (Mitchell, 1999). Se basa en los siguientes principios:

- La gestión adaptativa debe ser más ecosistémica que jurisdiccional. En otras palabras, el enfoque adaptativo debe tener en cuenta los límites del ecosistema más que las fronteras políticas o administrativas.

- El objeto de estudio del enfoque adaptativo es el ecosistema, no una actividad o un organismo individual. Los errores a escala individual se aceptan o toleran como una manera de obtener mayores conocimientos sobre los ecosistemas. Se deben tener en cuenta tres condiciones mínimas al abordar el método de prueba y error: 1º, el experimento no puede destruir al investigador; 2º, el experimento no debe producir cambios irreversibles en el medio; si esto ocurriese, para el investigador sería difícil, quizás imposible, alcanzar nuevos conocimientos (en algunos casos, como la construcción de grandes infraestructuras, las decisiones suelen ser irreversibles); y 3º, el investigador debe estar dispuesto a empezar de nuevo una vez que ha aprendido de sus fallos. En la gestión ambiental cada vez era más difícil cumplir estas tres condiciones mínimas. Las "pruebas", tales como la liberación en la atmósfera de los gases que producen el efecto invernadero, están empezando a producir "errores" que ponen en peligro la segunda condición enunciada (Holling, 1978; citado en Mitchell, 1999).

- La escala de tiempo, en la cual se desarrolla el enfoque adaptativo, suele ser una generación biológica, más que un ciclo económico, presupuestario o electoral.

La gestión adaptativa se sugiere como una estrategia para establecer cuál es la mejor manera de encontrar objetivos de gestión, establecer si esos objetivos coinciden con los objetivos sociales y cómo se pueden adaptar las prácticas de gestión y los planes para incluir cambios en valores y objetivos. Es una aproximación a la gestión, que reconoce explícitamente la incertidumbre acerca de los resultados de los programas de gestión y, a partir de esta incertidumbre, considera las actuaciones como oportunidades para aprender cómo gestionar mejor. Las actividades de gestión no son modificadas como un resultado de nueva información, sino que son deliberadamente diseñadas para aumentar el entendimiento acerca del sistema que se maneja.

La gestión adaptativa es un proceso formal para mejorar continuamente los programas de gestión y practicar para aprender de sus resultados. Se diseñan programas de gestión deliberadamente para aumentar el entendimiento acerca del efecto de las actividades de gestión en el sistema que está siendo gestionado. Aumentando la comprensión de cómo el sistema responde, se puede realizar una gestión más efectiva y eficiente, y permite a los gestores realizar cambios en objetivos y valores sociales. Aprender es más rápido cuando las actividades de gestión se establecen como experimentos dirigidos y repetidos que prueban las hipótesis alternativas alrededor de la respuesta del sistema a las

actividades de gestión. Este tipo de gestión, ha sido formalmente adoptado por el *U.S. Forest Service* como parte de la gestión de ecosistemas. En la tabla 7, se exponen las diferencias generales existentes para Estados Unidos entre la gestión natural de los recursos naturales y la gestión de ecosistemas.

Tabla 7. *Diferencias en Estados Unidos entre la gestión tradicional y la ecosistémica de los recursos naturales.*

Gestión tradicional	Gestión ecosistémica
- Énfasis en productos y en el aprovechamiento de los recursos naturales - Objetivo puesto en el equilibrio, en la estabilidad y en el clímax de las comunidades - Reduccionismo; especialización del territorio - Previsibilidad y control - Soluciones desarrolladas por agencias de gestión de recursos - Confrontación, polarización en un solo producto; el público como adversario	- Énfasis en un equilibrio entre productos, uso social e integridad ecológica - Ningún equilibrio en perspectiva, dinámica y resiliencia; áreas dinámicas - Holismo; punto de vista contextual - Incertidumbre y flexibilidad - Soluciones desarrolladas a través de discusiones entre todos los grupos interesados - Elaboración de un consenso; producción múltiple, interés social

Fuente: Meffe *et al.*, 2002.

En resumen, se puede establecer que el concepto de ordenación forestal ha experimentado una evolución significativa en los últimos decenios. No hace más de treinta años, su objetivo fundamental era explotar los bosques principalmente para la obtención de madera, mientras que sólo se prestaba atención a otros valores en la medida en que lo permitían las circunstancias. En los años setenta y ochenta, adquirió cada vez más fuerza la idea de integrar los valores no madereros en la ordenación forestal, en el marco de paradigmas tales como el uso múltiple y la ordenación integrada de los recursos. Pero incluso entonces, se atribuía una importancia plenamente utilitaria a los valores no madereros, como el esparcimiento, el turismo y el control de los cursos de agua para impedir inundaciones. En los primeros años del decenio de 1990, la sustentabilidad del ecosistema pasó a ocupar un lugar de privilegio en el ámbito de la ordenación forestal. En estos momentos, al principio del siglo XXI, el paradigma predominante es el de la ordenación forestal sostenible, ecosistémica y adaptada al patrimonio natural que representan los bosques, concretándose en la conservación de las superficies arboladas, el mantenimiento de la calidad de los medios naturales y de la biodiversidad que sustentan, y en la mejora de la capacidad para desempeñar las funciones socioeconómicas y ambientales.

Para conservar los ecosistemas, independientemente de las metas y objetivos específicos, la ordenación ha de ser ecológicamente sostenible, económicamente viable y socialmente aceptada. Si falta uno cualquiera de estos elementos o hay un desequilibrio entre ellos, las condiciones del ecosistema no se realizarán. Debido a que estos tres factores cambian constantemente, es esencial una ordenación de base científica, de sensibilidad social y adaptativa (Walters, 1986).

Se ha de estar, pues, constantemente dispuestos para el cambio. Sobre el futuro, una cosa es cierta: la biosfera cambiará quieran o no los seres humanos. No será posible conservar ecosistemas y tener un medio sano en un mundo cambiante sin bienestar

humano razonable, y viceversa. Por lo tanto, la educación, el desarrollo económico, la equidad en la distribución de los recursos, la adaptabilidad y conservación de los recursos naturales, son elementos que han de servir de complemento a una buena gestión de la tierra como partes necesarias y suficientes de una ética mundial de gestión (Reid *et al.*, 1992).

Por todo ello, se puede concluir que la ordenación de montes, en su concepción actual de gestión flexible de los ecosistemas constituidos por bosques, no sólo es una fuente de información para la toma de decisiones internas del monte (política, selvicultura, ingeniería y economía), sino también entre el monte y los elementos de su entorno, como la ordenación del territorio, la agricultura, el turismo, la vida silvestre, la protección de la naturaleza y el paisaje, y el medio ambiente y natural en su sentido más amplio.

Esta preocupación general por la protección de los bosques se puso de manifiesto en la Conferencia Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, organizada por las Organización de las Naciones Unidas, en Río de Janeiro en junio de 1992 en la llamada "Cumbre de la Tierra" donde se aprueba, entre otras medidas, "la conservación y utilización racional de los bosques" (Naciones Unidas, 1992).

El logro de este ambicioso fin tiene, necesariamente, como punto de partida, un mejor conocimiento de las interacciones que actúan sobre los bosques, y a continuación su gestión óptima en función de los objetivos que demande la sociedad, considerando todas las restricciones biológicas, técnicas y sociales que incidan sobre ellos.

Encinar sobre Berrocales (Toledo)

4. EVOLUCIÓN DE LA ORDENACIÓN DE MONTES

Las características del sector forestal imponen a las actuaciones un sistema de planificación a largo plazo, que los forestales de todo el mundo conocen con el nombre de "Ordenación de Montes", y que se caracteriza (Dubourdieu *et al.*, 1993).

- Por un conocimiento de partida del sector forestal: a escala nacional son los Inventarios Forestales Nacionales; a escala monte son los inventarios locales.

- Por fijar los objetivos (concretos y lógicos) a alcanzar: estos objetivos son los generales (para el país) y los particulares (para los montes) de la política forestal y deben estar definidos por la Sociedad a través de sus representantes.

- Por prever las medidas necesarias (selvícolas y económicas) tanto en el tiempo, como en el espacio, para alcanzar los objetivos fijados.

El primer problema que se plantea a la gestión forestal es actuar o no actuar. No intervenir también es una forma de gestión, que, evidentemente, puede tener sus ventajas e inconvenientes y que se debe ponderar. La elección de no intervenir trae como consecuencia que la naturaleza regenere mediante su actuación la masa que ha ido envejeciendo con el paso del tiempo. El procedimiento suele ser por medio de alguna catástrofe, de tipo natural, que produzca las circunstancias necesarias para la regeneración, normalmente mediante la eliminación del arbolado viejo. Esta alternativa de no actuar es la que se está llevando en los parques naturales de muchos países del mundo y puede conducir a circunstancias no deseadas. Un ejemplo típico de ello es la política seguida en EE.UU., en los parques nacionales hasta el año 1988, año del incendio del parque nacional de Yellowstone, en donde se quemaron más de 600.000 hectáreas por incendios naturales que no se pudieron controlar (Romme y Despain; 1990). La actuación no controlada, y muchas veces catastrófica, de la naturaleza en la regeneración de las masas forestales, se puede suplir por una actuación pensada del hombre adelantándose a su acción en aquellos sitios y en las épocas que sea necesario. Si no lo hacemos, buen ejemplo, de los problemas encontrados es el citado incendio de Yellowstone.

La gestión por el hombre de las masas forestales debe conducir a una regeneración natural de las mismas. Esta regeneración natural es mucho más difícil y altamente problemática en montes sometidos a una alta presencia humana (visitas, ocio, acampada, recreo, ganado, recogida de frutos) y cuando por condicionantes sociales no se efectúan las cortas en los momentos y lugares adecuados.

Si por no intervenir, se pierde la capacidad de producción de semilla fértil, hay que proceder a una regeneración, por siembra o plantación, con todas las limitaciones que ello conlleva consigo, tanto de orden técnico y económico como social y además, en unas condiciones que no suelen ser las adecuadas (ya que se pueden producir algunas de las siguientes circunstancias: encespedamiento y compactación del suelo, invasión de matorral, pérdida de elementos nutrientes...). El fin principal de la actuación sobre las masas, es decir, de la gestión forestal, es asegurar su regeneración natural, que se consigue por medio de la corta de los árboles que han llegado a su edad de madurez (para muchos gestores

forestales, la no consecución de la regeneración natural es sinónimo de fracaso profesional). Este hecho se traduce en el clásico y conocido principio de persistencia (conservación) de las masas a los que la economía forestal añade los de rentabilidad y máximo rendimiento (Olazabal, 1883; Mackay, 1961).

Estos principios, de origen Centroeuropeo, y que presentan un marcado carácter productivista, han orientado y marcado la gestión forestal, prácticamente, desde su origen hasta el impacto, que en los años setenta, en todos los países de Europa Occidental, tuvo la política de la Administración republicana de Nixon en U.S.A., con la creación en 1969 de la "Environment Protection Agency" y la celebración de la Conferencia de Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente Humano de Estocolmo en 1972.

Desde siempre, la gestión forestal ha marchado completamente unida y subordinada a las necesidades relativas a los sistemas forestales que han tenido en cada momento los individuos y las sociedades constituidas (en los casos en que éstas existan o puedan imponer sus normas a los ciudadanos individuales). Hoy en día, coexisten, a escala general, diversos tipos de gestión forestal, que yendo de la más antigua a la más moderna, se pueden clasificar de la siguiente forma (Spurr, 1979).

- **Gestión de explotación**

Es el primer tipo de utilización de los bosques. Las masas y los árboles se tratan como un recurso natural, fácilmente disponible, sin preocuparse de su regeneración. Las zonas taladas se convierten en cultivos agrícolas o simplemente se abandonan. En Europa tuvo carta de naturaleza hasta que, en algunas ciudades alemanas en el siglo XII, empezó a escasear la madera como combustible y se comenzaron a utilizar los primeros procedimientos de gestión rudimentaria (métodos de gestión del monte bajo) para conseguir un abastecimiento continuado de leña. Este tipo de gestión sigue siendo la norma habitual en muchos países, fundamentalmente, en zonas tropicales y boreales.

- **Gestión convencional extensiva**

La necesidad de madera para su utilización, no sólo, como combustible, sino para la construcción y para la industria naval, motivó en Europa, ya desde comienzos del siglo XII pero acentuada en el siglo XVIII, la necesidad de regenerar las zonas taladas y de organizar (gestionar) los bosques para la producción continuada de madera (principio de la persistencia) y otros bienes.

Este enfoque, que todavía se sigue ampliamente utilizando, se basa en la gestión de las masas que hayan llegado a su edad de madurez (turno) para permitir su regeneración natural. La edad de madurez, se determina normalmente por criterios tecnológicos (dimensiones de los árboles), o por criterios de máxima renta en especie (se efectúan las cortas cuando el crecimiento medio de la masa empieza a disminuir). Estos procedimientos son los que se siguen de una manera general en los montes públicos europeos con especies de crecimiento lento.

La gestión convencional extensiva incluye, asimismo, el empleo de técnicas selvícolas (claras, podas) y de modelos de crecimiento de masas (tablas de producción, claras numéricas...) para permitir el aumento de diámetro y de calidad de los árboles que van a llegar a la corta final.

- **Gestión convencional intensiva**

Simultáneamente, y por diversas causas (fundamentalmente motivos económicos y de facilidad de gestión), en los siglos XVIII y XIX muchos bosques de frondosas se convirtieron en bosques de coníferas por repoblación con *Pinus sylvestris* y *Picea abies* o se repoblaron terrenos abandonados por la agricultura con coníferas de crecimiento medio (*Pinus pinaster*). El tipo de gestión favoreció la existencia de coníferas de valor comercial y además en forma de masas puras (monoespecíficas) y regulares (de una sola clase de edad). Se trata de un verdadero cultivo de árboles (selvicultura) atendiendo a los tres principios clásicos de gestión Centroeuropea, ya citados anteriormente (persistencia, rentabilidad y máximo rendimiento), que durante esta época adquieren carta de naturaleza y se desarrollan y aplican de una manera científica y técnica.

- **Gestión naturalista**

En pleno apogeo de la utilización del tipo de gestión convencional intensiva, se comprobó, a mediados del siglo XIX, en Alemania, Suiza y Francia, en zonas donde crecían la segunda y tercera generación de las repoblaciones de coníferas, que las producciones solían ser menores que en la primera corta. El hecho se atribuyó a la formación de suelos ácidos por los residuos forestales (actualmente, también, se contempla la posibilidad de cierto grado de agotamiento genético de los árboles padre dejados como portagranos).

Para resolver el problema, se empezó a prestar atención a la adaptación de las masas a la ecología de la zona donde vegetan. Este enfoque preconiza las masas mezcladas (pluriespecíficas) y de estructura irregular (donde coexisten todas las clases de edad). Una escuela representativa de este tipo de intervención es la desarrollada en Suiza por Gurnaud que ideó el procedimiento de gestión de montes conocido con el nombre de Método de Control (Biolley, 1920).

- **Gestión intensiva de turno corto**

La crisis del petróleo 1973, y sus consecuencias, motivó que se pensara en la utilización de las superficies forestales como soporte de especies de crecimiento muy rápido que sirvieran como fuente de energía y de materias primas químicas. Para ello, a partir de las experiencias realizadas en Alemania durante la Primera Guerra Mundial, se intenta, no sólo el aprovechamiento integral de los árboles, sino la utilización de especies de turnos muy cortos, inferiores a 10 años, que se aprovechan con relativa frecuencia, pudiendo llegar a ser bienal. Simultáneamente, para favorecer el crecimiento de los árboles, se utilizan diversos tipos de fertilizantes y se produce una investigación sobre mejora genética.

Afortunadamente, este tipo de gestión no se ha llevado a cabo por la bajada del precio del petróleo.

- **Gestión multicriterio**

Independientemente, de cuál sea el fin último de la gestión forestal (productor, protector, paisajista, biológico, social, uso múltiple, reserva o parque natural), parece evidente, que el propietario o el gestor, deba tomar sus decisiones basadas en un análisis, tanto de las alternativas posibles, como de las posibles repercusiones que puedan tener no sólo sobre los ecosistemas sino sobre la sociedad.

Actualmente, aunque se considera que la producción de madera, sigue siendo, la mayoría de las veces, la función predominante de los montes; la importancia cada vez más creciente de las funciones sociales y de protección, lleva, hoy en día, a la realización, de estudios globales sobre la dinámica y el equilibrio de los ecosistemas forestales con su aprovechamiento (funcionamiento de los ecosistemas forestales, calidad de los productos forestales, integración de todos los elementos de cálculo económico).

En este sentido, se han empezado a utilizar, desde 1980, las llamadas técnicas de Gestión Multicriterio que pretenden integrar distintos objetivos asociados a la gestión forestal (Buongiorno y Gilles, 2003; Bouchon *et al.*, 1991; Hof, 1993; Romero, 1993; Díaz Balteiro y Romero, 2008).

5. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ORDENACIÓN DE MONTES

En la realización práctica de un proyecto de ordenación de montes, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- El trabajo debe estar adaptado a la importancia del monte. En este sentido, se debe tener en cuenta los objetivos de la ordenación, fundamentalmente en la realización de la cartografía de las estaciones (base de la división inventarial) y en el diseño del inventario de la vegetación arbórea (en montes muy productivos y de alto valor. en las superficies a regenerar, será por conteo pie a pie; en el resto de las superficies y en montes de baja calidad o con funciones medioambientales o de uso socia,l será por muestreo[10]) y faunístico.

- La ordenación es siempre un conjunto de compromisos. Por un lado, entre la propiedad y la sociedad, entre los objetivos y la calidad de la masa y; por otro lado, entre las actuaciones y la disponibilidad presupuestaria. Los compromisos pueden ser diversos, legales, políticos, sociales, ecológicos o económicos.

[10] Algunos autores e instrucciones de planes técnicos consideran que en determinadas circunstancias (masas jóvenes, o sin valor productivo, o en las que no se prevé intervención a medio plazo), no es necesario realizar ningín tipo de inventario, bastando con descripciones cualitativas.

- La ordenación no es un fin en sí mismo sino un medio para una buena gestión. No es un proyecto de investigación, ni un trabajo de erudición, sino que deber ser un documento bien estructurado, normalizado y manejable (y si es posible informatizado).

- La ordenación es generalmente un acto de optimismo. Esto es debido a la longitud del plazo de aplicación de la misma. Difícilmente se alcanzan los objetivos preestablecidos por las diferentes necesidades de la sociedad a lo largo del tiempo.

- La aprobación de una ordenación no lleva consigo automáticamente un compromiso financiero.

- La ordenación forestal, generalmente, es una obra colectiva. En su realización deben intervenir técnicos de diferentes especialidades, pero siempre bajo la supervisión de un técnico forestal por su formación generalista[11].

6. EJECUCION DE LA GESTION FORESTAL

En la gestión forestal con sentido amplio, de la que forma parte la ordenación de montes, el objetivo final y fundamental, es la regeneración de las masas y no la obtención de productos, esta finalidad es tanto más importante en los montes públicos que en los privados, debido a que las funciones protectoras, medioambientales, de uso social o patrimoniales tienen más importancia que las productivas. Sin embargo, estas funciones, en el caso de los montes privados, sólo se consiguen mediante la optimización de la rentabilidad de todas las producciones posibles. En ambas situaciones, montes públicos o privados, la gestión se debe realizar considerando los montes como empresas de productividad sostenida de bienes y servicios (mayor producción de bienes en los montes privados y más servicios en los montes públicos). Si como consecuencia de la gestión, se obtienen bienes directamente comercializables o se derivan diferentes servicios, aunque sean de difícil cuantificación, el objetivo de la ordenación estará, evidentemente, complementado y será óptimo si además se consigue cumplir los conocidos principios de rentabilidad y máximo rendimiento.

Entendida la gestión de los montes equivalente a la de cualquier empresa, parece lógico que antes de gestionar un monte se deba, en primer lugar, conocer la situación de partida (situación del activo y del pasivo), que corresponde al inventario (estados legal, natural, forestal y económico) y, a continuación, establecer la planificación, consistente en fijar los objetivos lógicos que pueden alcanzarse, generales para todo el monte, y particulares para cada una de sus partes (fundamentos y fines y plan general), y programar las actuaciones necesarias para alcanzarlos, y estimar un balance financiero y dinerario (plan especial).

[11] La tendencia hoy en día es que los proyectos de ordenación se hacen cada vez más por técnicos independientes de la Administración Forestal, cuyos técnicos son los responsables de su ejecución.

La gestión forestal, se materializa en unidades administrativas, biológicas y naturales llamadas montes[12]. Los montes representan un conjunto diverso de sistemas, pudiéndose considerar como un sistema productivo (montes-industria), un sistema protector (protección física, protección paisajista), un sistema social (ocio, recreo) o un sistema biológico (mantenimiento de las riquezas naturales, los biotopos, la flora y la fauna rara o amenazada).

La gestión de montes, en su aspecto operativo, se concreta en el denominado Proyecto de Ordenación[13] (plan dasocrático, o plan técnico según las características del monte) que, básicamente, es una auditoría, selvícola y financiera, de la situación de partida de la masa, de los objetivos, del seguimiento de las operaciones selvícolas y de mejora, y un balance de ingresos y gastos. Los proyectos de ordenación se controlan y analizan periódicamente (normalmente corresponden a la duración de un periodo o semiperiodo de regeneración de la masa principal del monte), para detectar las desviaciones y modificaciones que ha habido en su desarrollo, mediante unos documentos llamados Revisiones, cuya estructura y desarrollo es similar a los proyectos. De una manera general, los apartados en que se divide el proyecto de ordenación son:

- Inventario (análisis de partida).
- Planificación (síntesis, actuaciones y balance económico y financiero).

6.1. Inventario

El inventario. es el análisis de partida, permite comprender el conjunto de las capacidades de producción de bienes y servicios y el conjunto de restricciones. Particularmente, el gestor deberá tener en cuenta: los estados legal, natural, forestal y económico.

- *Estado legal.* Trata en sus diversos apartados (posición administrativa, pertenencia,

[12] La Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha (DOCM, número 130 de 23 de junio de 2008), en su artículo 1 establece que: "*se entiende por monte, todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o de plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas, o recreativas. Se entiende por especie forestal, cualquier especie vegetal, ya sea arbórea, arbustiva, de matorral o herbácea que no es característica de forma exclusiva del cultivo agrícola*".

[13] La Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha (DOCM, número 130 de 23 de junio de 2008), en su artículo 31, establece que: *"2. Se entiende por proyecto de ordenación de montes el documento que sintetiza la organización en el tiempo y el espacio de la utilización sostenible de los recursos forestales, maderables y no maderables, en un monte o grupo de montes, para lo cual deberá incluir una descripción pormenorizada del terreno forestal, en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, en particular, un inventario forestal con un nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la selvicultura a aplicar en cada una de las unidades del monte y a la estimación de sus rentas.*
3. Se entiende por plan dasocrático o plan técnico, aquel proyecto de ordenación de montes que, por su singularidad, apreciada por su pequeña 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 a que se refiere el apartado siguiente, precisan una regulación más sencilla de la gestión de sus recursos arbóreos. En consonancia, el inventario forestal podrá ser más simplificado."

límites, enclavados, cabidas, ocupaciones, servidumbres, y usos y costumbres vecinales) de establecer la propiedad y sus limitaciones para cumplir los objetivos de la ordenación. Es una información meramente descriptiva, y poco variable de una revisión a otra, una vez redactado el proyecto de ordenación.

- *Estado natural.* Consiste en la descripción del medio natural, es decir, de los factores ecológicos, que es completamente esencial en la gestión forestal, ya que la base de la producción forestal de bienes y servicios es el mantenimiento de la calidad ecológica de los ecosistemas. Para ello, se considera la situación geográfica, posición orográfica y configuración del terreno, posición hidrográfica, plano general topográfico, características del clima, características del suelo, vegetación, fauna, enfermedades y plagas y riesgo de incendio. Particularmente, se deben estudiar más ampliamente los siguientes aspectos:

  - Modificaciones, en función del objetivo de la ordenación, que se pueden producir sobre la flora y la fauna silvestres.

  - Cuantificación de la diversidad biológica y su evolución a lo largo del tiempo.

  - Importancia de los árboles muertos (y su función sobre la protección física, el refugio de la fauna y el impacto sobre el paisaje) y los problemas que conlleva su mantenimiento.

  - Influencia del tipo de gestión forestal sobre la vida silvestre.

  - Evolución del suelo en función de la especie o especies existentes, el tipo de estructura de masa y el tratamiento selvícola.

  La base fundamental de una correcta ordenación de montes, es lo que se conoce con el nombre de cartografía de las estaciones (determinación de parcelas como unidades de carácter independiente[14]), que al incluir sus principales características intrínsecas y diferenciadoras simplifica el estado natural. La determinación de las estaciones se puede facilitar superponiendo bases de datos a distintos tipos de cartografías existentes.

- *Estado forestal.* Comprende tres apartados: división inventarial, cálculo de existencias y descripción de las unidades inventariales.

  - División inventarial. Tiene por objeto la determinación y concreción de las unidades de gestión e inventario. Su ejecución, se facilita enormemente por el empleo conjunto de la cartografía de las estaciones con la información procedente de imágenes aéreas convencionales o de satélite. En este apartado, es básico tanto un reconocimiento preliminar sobre el terreno, como uno posterior de comprobación.

  - Cálculo de existencias. Se corresponde con la información de orden cuantitativo (características dendrométricas de la masa) y, conjuntamente, con los datos de orden cualitativo (tipos de estaciones, clases de masa, importancia de la

[14] Desde el punto de vista dasocrático, estas partes elementales del monte, corresponderían a los cantones, que también se pueden considerar como unidades ecológicas.

regeneración, calidad de la madera...), se puede superponer sobre la cartografía de las estaciones, para proporcionar una información global de la situación del monte, que sea la base de partida para su correcta gestión.

- Descripción de las unidades inventariales. Trata de reflejar conjuntamente la situación local de la estación (un resumido estado natural), en unión del cálculo de existencias que le corresponde, es lo que se conoce como apeo de rodales

- *Estado económico.* Se subdivide en tres partes: resumen económico del último decenio; condiciones intrínsecas del monte (infraestructuras forestales, como vías de saca y redes de drenaje, que ponen de manifiesto las inversiones, las mejoras deseables y las restricciones que pueden condicionar la explotación del monte); y condiciones de la comarca y mercado de productos forestales. Aunque este estado en España, ha sido el menos desarrollado en los proyectos de ordenación, no cabe duda que tiene una mayor importancia de la que tradicionalmente se le ha concedido, por lo que se debería considerar más detenidamente. Además de mejorar la calidad de las evaluaciones financieras incluidas en los proyectos, sería deseable incluir aspectos como estudios de demanda y evolución de los precios futuros en los montes productores, y en los montes protectores o paisajísticos, aspectos relativos a la valoración de los beneficios no maderables.

6.2. Planificación

El inventario, se concreta en unas síntesis, que teniendo en cuenta, además de las orientaciones de política forestal, las restricciones propias del propietario y las experiencias de las actuaciones en el pasado, conducen a definir unos objetivos a corto y largo plazo, que se desarrollan por medio de los siguientes apartados: fundamentos y fines, plan general y plan especial.

- *Fundamentos y fines*. A partir de las orientaciones de política forestal (nacional, autonómica y local) y de los intereses del propietario y teniendo en cuenta que la gestión es global ("integrada"), se deben establecer:

  - Las funciones principales asignadas al monte según la zonificación realizada (producción, protección, uso social, etc.) y su rango jerárquico.

  - La protección de la diversidad genética (flora, fauna) frente a los riesgos naturales identificados y frente a las actuaciones antrópicas.

  - La conservación y protección de los valores medioambientales (aire, agua, paisaje...) y de los procesos evolutivos naturales.

  Con todas estas funciones, se trata de desarrollar los objetivos de la ordenación, establecer la prioridad y compatibilidad entre los aprovechamientos y servicios del monte y proceder a la formación definitiva de cuarteles y secciones de ordenación. La formación de cuarteles, se realiza por agrupación de las unidades inventariables (cantones y rodales) definidas en el apartado correspondiente a la división inventarial del estado forestal. Los

criterios que se tienen normalmente en cuenta son la especie, calidad de estación, altitud, exposición, edades, condiciones de saca y sucesión de los aprovechamientos.

- *Plan General*. Le corresponde un carácter, más bien indicativo, de las directrices a largo plazo. Se consideran las características selvícolas (elección de especie, elección del método de beneficio, y elección del tratamiento) y las características dasocráticas (elección del método de ordenación; elección del turno y determinación de las edades de madurez; articulación del tiempo en masas regulares e irregulares; división dasocrática; y producción de resina, de corcho, etc.).

  El Plan General, equivaldría a lo que se conoce dentro de la gestión forestal como planificación estratégica: un procedimiento que, actuando sobre el largo plazo, formule adecuadamente tanto los objetivos globales como el conjunto de restricciones planteados a esta escala. Sin embargo, hay que matizar que mientras que en la planificación estratégica se suelen utilizar herramientas matemáticas de optimización, como puede ser la programación lineal, los planes generales en las actuales instrucciones de ordenación incorporan únicamente los métodos tradicionales de gestión[15]. De todos los factores que se recogen en el Plan General, se deben destacar los relativos a las elecciones de especie, método de beneficio, tratamiento y método de ordenación.

  - Elección de especie. Es un factor fundamental y determinante, tanto de los objetivos que deben cumplir la masa como del procedimiento de gestión. La elección de especie, se debe realizar atendiendo a criterios sociales, económicos, tecnológicos y selvícolas. En montes de propiedad privada, no sometidos estrictamente al régimen forestal y sin restricciones grandes en sus aprovechamientos, es admisible la elección de especies de crecimiento rápido y en forma de masas monoespecíficas. En el caso de montes públicos (montes sometidos al régimen forestal de una manera estricta) o privados (montes clasificados como protectores), no es defendible la alternativa anterior, ya que estos montes están al servicio de la colectividad, no sólo local, sino también nacional, por lo que su posible objetivo principal de producción debe estar subordinado al general de multiplicidad de bienes y servicios. En este sentido, parece más conveniente la multiplicidad de especies (masas pluriespecíficas) que pueden conseguir los objetivos generales anteriores de una manera mejor.

    Históricamente, en los montes públicos, el procedimiento general de gestión de las masas ha sido favorecer y procurar su carácter monoespecífico. Cuando se estaba en presencia de masas mezcladas, la solución adoptada, ha sido, bien favorecer una de ellas en detrimento de las demás, o bien, se ha compartimentado la masa, de una manera artificial, para localizar en cada parte una especie distinta. El carácter monoespecífico se ha adoptado, en algunos casos, por desconocimiento de las técnicas que permiten el manejo de masas mezcladas, y en otros casos por facilidad de gestión y por necesidades tecnológicas y comerciales de los productos, muy relacionadas con el mercado de la madera.

[15] En el Manual de Ordenación de Montes de Andalucía, se citan expresamente algún caso donde se puede emplear la programación lineal.

Si no es posible llegar en las masas existentes a una mezcla, bien pie a pie o por bosquetes de diferentes especies, se deben emplear especies acompañantes y mejorantes (por ejemplo: en ríos, vaguadas, rasos, arroyos, bordes de masas...), para favorecer la vida silvestre y el mantenimiento de la diversidad biológica. Esta introducción de especies, se puede hacer en formaciones lineales o en pequeños bosquetes, constituyendo sotos que ocupando un pequeño espacio en el territorio, sin embargo, son altamente beneficiosos para la ecología de la zona donde se establezcan.

La gestión de masas de carácter monoespecífico no constituye un ideal, a pesar de sus ventajas económicas y de gestión, ya que estos tipos de masas son altamente vulnerables, tanto, frente a cualquier tipo de riesgo (incendios, vendavales, plagas, enfermedades, aludes), como a las preferencias cambiantes de la sociedad, a las necesidades del fabricante que puede buscar un suministrador de otra especie, o a la demanda o presión social, que puede conseguir la conversión de determinadas masas en "parques periurbanos". Por consiguiente, lo normal, de una manera general. y dentro de lo posible, es propugnar y favorecer las masas pluriespecíficas en los montes públicos y en los montes privados que estén poblados con especies de crecimiento lento.

Entre el conjunto de especies adaptadas a los suelos y a los climas (especies colonizadoras, especies de sombra o luz, frondosas o coníferas, árboles de crecimiento lento o rápido, maderas duras o blandas, etc.), el forestal debe favorecer una mezcla asociando:

- Especies principales que respondan lo mejor posible a los objetivos definidos.
- Especies secundarias, con un papel principalmente ecológico, cultural, estético.

Para todas las especies, el nivel de biodiversidad óptimo sobre una estación puede considerarse como la mezcla que, asegurando los servicios que se esperan del bosque, es la más estable, ya que permite una regeneración natural fácil y asegura una buena resistencia a las agresiones bióticas o climáticas.

- Elección del método de beneficio. Explica la forma de regeneración de las masas. Si la masa se regenera de semilla, da lugar al llamado monte alto (que no tiene nada que ver con el tamaño que alcance el arbolado adulto de una masa). Si se regenera por brotes de cepa o raíz, da lugar al monte bajo. Estos conceptos hoy en día están tomando un significado más flexible, así cuando una masa originada por brotes de cepa da lugar a árboles independientes se la conoce con el nombre de fustal sobre cepas.

  Cuando se tiene una masa formada por una mezcla de árboles procedentes de semilla y de brotes de cepa o raíz, se denomina monte medio (el monte medio suele ser bastante inestable y acaba, normalmente, si hay intervención humana convirtiéndose en monte alto, y si no la hay, en monte bajo). Hasta hace 30 años, y por circunstancias de tipo energético, gran parte de las masas gestionadas en Europa lo eran en forma de monte bajo y a turnos bastante cortos (normalmente menos de 20 años). Hoy en día, al no ser necesario el suministro de leña y de

madera de pequeñas dimensiones, la tendencia es ir hacia su conversión en monte alto, lo que es una circunstancia positiva.

- Elección del tratamiento. Trata de determinar la estructura de la masa a conseguir. Existen dos tipos básicos de estructura: estructura regular formada por árboles de edades similares y estructura irregular formada por árboles de todas las edades.

  La estructura de masa irregular parece la más adecuada en los casos de que el objetivo de la masas no será puramente productivo, por cumplir mejor las funciones paisajísticas y protectoras y, además, por no estar demostrado que haya una pérdida de producción, ni en cantidad ni en calidad, en comparación con la estructura regular[16]. Con respecto al modo de realizar las cortas, se recomienda que sea por bosquetes o huecos. El tamaño del bosquete o hueco depende de la especie y su temperamento, impacto paisajístico, y del riesgo de erosión, derribo, aludes, o avalanchas.

- Elección del método de ordenación. El fundamento de la ordenación de montes es el método de ordenación a aplicar, es decir, la ejecución de un determinado tratamiento para organizar las masas con una cierta estructura, que teniendo en cuenta las limitaciones biológicas, sociales, económicas o comerciales, se caracteriza por una organización de las cortas en el espacio y en el tiempo.

  Actualmente los métodos de ordenación que se consideran son los recogidos en la tabla 8.

Tabla 8. *Métodos de ordenación.*

Método de beneficio	Forma de masa (estructura)	Método de ordenación
Monte bajo	Regular	División por cabida
	Irregular	Monte bajo entresacado
Monte alto	Regular	División por cabida Tramos periódicos Tramos revisables Tramo único Tramo móvil en regeneración Rodales* Método selvícola
	Irregulares	Entresaca

Aunque no es lo que establecen las instrucciones de 1970 y otras, hoy en día se considera y aplica en muchos sitios, entendiendo que la ordenación por rodales puede abarcar tanto masas regulares como irregulares.

Una vez determinadas la especie, el método beneficio, la estructura y el método de ordenación, las consecuencias de su aplicación, a una masa en concreto, son difícilmente modificables en un plazo corto, por lo que se deben utilizar métodos de ordenación que sean lo más flexibles posible.

[16] incluso podría obtenerse una mayor cantidad de madera gruesa que en masas regulares, aunque los gastos de gestión suelen ser mayores.

- *Plan Especial*. Completa las prescripciones del Plan General y se articula en un horizonte de planificación a corto plazo (normalmente diez años). Análogamente a lo expresado anteriormente con respecto al Plan General, el Plan Especial, se puede asimilar a lo que se conoce como planificación táctica. Su fin principal consiste tanto en desarrollar las actuaciones especificadas en el nivel anterior (dónde cortar), como abordar problemas que no tienen sentido en escalas temporales más dilatadas.

  Aunque también se utilizan técnicas de optimización en este tipo de planificación, hay que tener presente que muchos factores a tener en cuenta (ambientales, recreativos, condiciones puntuales del mercado, etc.) no se pueden modelizar. Más allá de los trabajos indispensables (como la renovación de las masas o el mantenimiento de las infraestructuras necesarias), se ha visto que se debería determinar y clasificar por orden de prioridad los trabajos deseables. El Plan Especial, generalmente, consta de tres apartados referentes a aprovechamientos, mejoras, y balance dinerario y financiero.

  - Aprovechamientos. Se debe establecer los aspectos relativos a los siguientes apartados:

    - Una programación de cortas (plan de cortas). Incluye los tipos de cortas a realizar; la determinación de la superficie a regenerar durante la duración del período de aplicación de la ordenación acompañada de la estimación de los productos a extraer o posibilidad (en montes con funciones no productivas y especies de crecimiento lento, es recomendable el empleo de una posibilidad imperativa en cabida acompañada de una posibilidad sólo indicativa en volumen); la localización del plan de cortas (para ello es aconsejable clasificar los cantones en diversos grupos, según el lapso de tiempo que los separe de su regeneración) y la consideración a dar a las cortas extraordinarias.

    - Plan de resinación o descorche. Se establecen las modalidades de estos aprovechamientos, con respecto a cortas y cantidades de productos a obtener.

    - Plan de aprovechamientos secundarios. Referente a sus modalidades (pastos, hongos, aromáticas, frutos del bosque, etc.) y a la localización de las superficies donde se realicen.

  - Mejoras. Corresponde a un programa, por una parte, de trabajos de conservación y por otra de renovación de infraestructura (plan de mejoras). Estos programas, se determinan de manera iterativa en función principalmente de los productos del monte, de los ingresos esperados y de la financiación prevista. Se distinguen de esta manera:

    - Las actuaciones indispensables para la protección del bosque.

    - Las actuaciones deseables para mejorar la calidad de los productos y de los servicios obtenidos.

  Los gestores forestales deben disponer siempre, en la aplicación de las ordenaciones forestales, de la flexibilidad necesaria para tener en cuenta las incertidumbres, las

variaciones coyunturales y los avances científicos.

- Balance dinerario y financiero. Traduce las consecuencias de las disposiciones previstas sobre los aprovechamientos y los ingresos esperados y los medios o gastos a prever. El balance que debe ser previsional (eventualmente con varias opciones) se confronta con el último balance pasado. Se recomienda, que el balance económico incluya la valoración de ciertos aspectos intangibles (aire, paisaje) y externalidades, para que los ciudadanos conozcan y valoren la aportación de los montes al bienestar nacional.

Montes de Molinicos y Río Segura (Albacete)

Monte de Utilidad Pública nº 132 “Cerro Humoso” (Albacete)

Monte Morerica y Peña Bermeja (Albacete)

3

LAS INSTRUCCIONES DE ORDENACIÓN DE MONTES

Santiago Saura Martínez de Toda

1. EVOLUCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES DE ORDENACIÓN DE MONTES EN ESPAÑA

La implantación y los primeros avances de la Ordenación de Montes en España fueron posibles gracias a la creación a mediados del siglo XIX del Cuerpo de Ingenieros de Montes y de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes de Villaviciosa de Odón, creados precisamente con tal objeto. La Ordenación de Montes experimentaría su despegue definitivo con las Instrucciones de Ordenación de Montes aprobadas en 1890 y 1930, que determinaron las prácticas, métodos y ritmo de avance en la Ordenación de Montes en nuestro país durante casi un siglo, tal y como se describe en los siguientes apartados.

1.1. Las primeras ordenaciones de montes en España

El nacimiento de la ciencia forestal, y de la disciplina de la Ordenación de Montes, se sitúa en Alemania en el siglo XVIII, conocimientos que se trasladan a España en el siglo XIX, a finales del cual se realizan las primeras ordenaciones en nuestro país (Bauer, 1991). La recién nacida disciplina de la Ordenación de Montes combina los conocimientos biológicos sobre la capacidad de regeneración, crecimiento y producción de las masas forestales con las consideraciones económicas necesarias para atender la demanda social sobre los bosques, equilibrándolos para evitar su explotación incontrolada, que se debe sustituir por un aprovechamiento racional y con base científica compatible con la persistencia y mejora de los montes.

Acontecimiento clave para la implantación de la Ordenación de Montes en España es la fundación en 1846 de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes de Villaviciosa de Odón por Bernardo de La Torre Rojas (Bauer, 1991), que afirmaba posteriormente que "*el objeto de esta fundación fue traer a España el servicio de los montes de Alemania, especialmente el de Sajonia, no sólo con el fin de ordenar la conservación y aprovechamiento de esta inmensa riqueza, sino con el de formar un cuerpo que pudiera defender, en su día, la existencia de nuestros montes públicos que iban desapareciendo, y que si no se hubiera adoptado con tanta oportunidad esta medida salvadora habrían ya desaparecido en virtud de las últimas leyes de la desamortización*". El Real Decreto de 17 de marzo de 1854 organiza el Cuerpo de Ingenieros de Montes, y establece en su exposición de motivos que "*El Gobierno cuenta en la actualidad con el número suficiente de ingenieros para servir de núcleo al Cuerpo que tome a su cargo la ordenación de nuestros deteriorados montes*".

La principal problemática que afrontan los ingenieros de montes es el imparable proceso desamortizador que tiene lugar en España en el siglo XIX, en el que la mayoría de los bosques enajenados perdieron el arbolado, rápidamente vendido por el comprador

para rentabilizar a la mayor brevedad su adquisición (Bauer, 1991). Lucas Mallada (citado en Moreno, 1994), denunciaba en 1890 con estas palabras la deforestación de cerca del 10% del territorio español: *"listos y muy avisados los codiciosos especuladores que con la madera y la leña arrancadas pagaban sobradamente los plazos de sus compras, en pocos años se descuajaron más de cuatro millones de hectáreas, en su mayor parte inutilizadas indefinidamente para el cultivo forestal, en su casi totalidad perpetuamente inutilizadas para un cultivo beneficioso"*. Más aún Bauer (1991) afirma que en el siglo XIX "*se realizó la subasta de cinco millones y medio de hectáreas de montes públicos, con el trágico resultado de que la mayoría terminaron por ser víctimas del hacha de los compradores. El mismo triste destino tuvieron los bosques de la Iglesia, que también se vendieron en la ola liberalista. Hay que contar con la realidad de que cerca de siete millones de hectáreas de montes cayeron en el abismo de la desamortización*". En este comprometedor y complicado contexto de "*una propiedad pública en trance de desaparición y una utilización anárquica y casi siempre extractiva y excesiva de los productos forestales"* (Montero y Madrigal, 1999), las primeras actuaciones que impulsan y llevan a cabo los ingenieros de montes son "*por un lado tratar de frenar la corriente desamortizadora mediante la confección del Catálogo de Montes a excluir de la venta, por razones de utilidad pública, y por otra parte iniciar el uso racional de los recursos forestales con la redacción y ejecución de los planes anuales de aprovechamientos en los montes públicos*" (Montero y Madrigal, 1999). Por Real Decreto de 26 de octubre de 1855 y Real Decreto de 16 de febrero de 1859 se aprueba la Clasificación General de los Montes Públicos (Pérez-Soba, 2006), conforme a la cual se registran en aquel momento como montes exceptuados de la desamortización unas 6,7 millones de hectáreas que permanecen bajo el control del Estado y que serían el objeto principal de los planes anuales de aprovechamiento (en una primera instancia) y de los proyectos de ordenación que a partir de entonces se iniciaron. Esta clasificación sería revisada en años posteriores, fruto de las presiones del Ministerio de Hacienda, quedando a la entrada del siglo XX unos 5 millones de hectáreas dentro del ya por entonces llamado Catálogo de Montes de Utilidad Pública (Pérez-Soba, 2006), lo que a la postre ha permitido conservar en buen estado hasta nuestros días varios millones de hectáreas de bosque en España.

A partir de 1852 comienza a desarrollarse un cuerpo normativo sobre planificación forestal. La Real Orden de 27 de noviembre de 1852 manda formar Comisiones de Ingenieros de Montes para reconocer las principales masas forestales de la Península y practicar los estudios para su mejor cultivo y aprovechamiento (García, 1995a). La Real Orden de 2 de marzo de 1853 incluye instrucciones para redactar las llamadas Memorias de Reconocimiento, embrión de lo que posteriormente vendría a conformar el título de inventario del Proyecto de Ordenación (García, 1995a; González-Molina *et al.*, 2006).

Las primeras instrucciones de ordenación de montes se promulgan en 1857 por Real Orden de 18 de abril, y son las llamadas *Instrucciones para la Ordenación Provisional de los Montes Públicos*, en las que se establece que "*para llevar a efecto la ordenación provisional de montes se ejecutarán en cada uno las operaciones de reconocimiento, inventario, ordenación, aprovechamiento y revisión*", dando un nuevo rumbo a las Memorias de Reconocimiento redactadas hasta la fecha (García, 1995a; García *et al.*, 2000).

El 24 de mayo del año 1863 se aprueba la primera Ley de Montes, que establecía que "*se procederá inmediatamente al deslinde y amojonamiento de todos los montes públicos*" y en su Reglamento de desarrollo aprobado en 1865 se establece que *"no se procederá a la ordenación de ningún monte público que no esté deslindado"* y se promulgan las *Instrucciones para la Ordenación Definitiva de los Montes Públicos*, que proponían una estructura similar a las anteriores de 1857, constando de tres apartados consistentes en una memoria de reconocimiento, un inventario y una ordenación propiamente dicha (García, 1995a; González-Doncel, 2004).

Ninguna de estas dos instrucciones (1857 y 1865) llegaron a aplicarse con suficiente extensión, debido a que la inestabilidad política y administrativa del momento, junto con la escasa cantidad de masas deslindadas y por consiguiente la inseguridad en el régimen posesorio de los montes, impedían la planificación a largo plazo, debiéndose concentrar la actividad de los primeros ingenieros de montes en el deslinde y la defensa de la propiedad pública de los montes (García *et al.*, 2000).

A pesar de estas dificultades, los primeros esfuerzos en este sentido se plasman ya en la Orden de 8 de abril de 1873, que autorizaría los estudios de ordenación de los montes que el Estado tenía ya deslindados en Cazorla (Jaén). En 1879 la Orden de 7 de enero autorizaría los de los montes de Senet (Lleida), y las de 15 y 17 de marzo del mismo año los de los montes Valle Iruelas y El Quintanar respectivamente, ambos en la provincia de Ávila (García, 1995b). Así, el primer Proyecto de Ordenación de monte público aprobado fue el del monte El Quintanar en San Bartolomé de Pinares (Ávila) por Real Orden de febrero de 1882 (García, 1995a; García, 1995b). En conjunto, desde 1882 y durante el tiempo que estuvieron vigentes las instrucciones de 1856 (hasta 1890) sólo se ordenaron unas 14.000 hectáreas (Prieto y Díaz-Balteiro, 2001).

Como resume Moreno (1994), durante el siglo XIX "*la labor del ingeniero de montes tuvo una sola finalidad, la conservación del patrimonio forestal; y ello sobre la base de nociones científicas y planteamientos sociales avanzados, en la medida en que percibieron las contradicciones habidas entre el desarrollo económico y la conservación del medio natural*". Ya en esas primeras actuaciones de los ingenieros de montes en el siglo XIX (planes anuales de aprovechamiento y ordenaciones) se pone de manifiesto el difícil equilibrio entre los necesidades de conservación y de cumplimiento de las posibilidades dictadas por las condiciones de las masas por un lado, y por el otro las necesidades y presiones de la población de las zonas rurales de montaña. Según recoge Moreno (1994), el ingeniero de montes Fernando Manso, en la memoria justificativa del plan de aprovechamientos forestales para los años 1893-1894, menciona la "*dificultad para armonizar los intereses del monte con los de los pueblos usuarios, cuya armonía, aunque sea muy buscada y estudiada se rompe en el momento en que el vecindario es numeroso y el monte es pequeño y no da para satisfacer las necesidades de los hogares de aquel*" y el ingeniero Ernesto Cañedo, destinado en Soria y Álava en esos finales del siglo XIX, escribe sobre la necesidad de limitar la intensidad de pastoreo para mejorar el estado del bosque y sobre las posibles consecuencias indeseadas de ciertas medidas protectoras, anticipando alguno de los debates que aún se mantienen vivos muchas décadas después: "*todos los años oigo en las sesiones de las Cortes algún 'racconto' dedicado a las bellezas de nuestras montañas, pero a nosotros nos toca el escuchar el estridente coro de los montañeses (…..) que dice que no todo ha de ser belleza arbórea en la sierra, que ellos no*

tienen odio a los árboles, pero sí un poco de hambre; que prefieren el pastoreo, porque, con poco trabajo, les da un dinero que nadie se mete a administrar (…..) A mí señores, al ver las protestas de todo el sinnúmero de ganaderos amenazados al comenzar la ejecución de aquel proyecto de ordenación, me pareció absurdo hacerles emigrar, como me pareció antieconómico también gravar la explotación circundando de alambre espinoso aquella larga serie de cumbres; porque el desquite con el incendio hubiera sido seguro, porque con ese medio todo se soluciona para el ganadero". En este mismo sentido, el ingeniero Isidro Castroviejo, manifiesta en 1887 acerca de las demandas de leñas y maderas por parte de los vecinos que "*es de opinión el ingeniero que suscribe que las primeras no pueden ser desatendidas en manera alguna y cree que lejos de perjudicar a los montes en cuanto quepa dentro de la posibilidad de éstos, es el mejor medio de su conservación en cuanto se evitan los ataques que fraudulenta y necesariamente habrían de sufrir estos predios*" (Moreno, 1994).

1.2. Las Instrucciones de Ordenación de 1890

Las *Instrucciones para el Servicio de las Ordenaciones de los montes públicos* aprobadas por Real Orden de 31 de diciembre de 1890 son las primeras normas españolas que se llegaron a aplicar a un número amplio de montes. Preveían la ordenación de todos los montes públicos españoles incluidos en el catálogo de los exceptuados de la amortización y cuya propiedad no estuviese disputada por interés alguno. Estas instrucciones estarán vigentes durante casi cuarenta años, y veinte años después de su aprobación, en 1901, se contaba ya con 120.000 hectáreas ordenadas, y sólo 10 años más tarde ya con 450.000 hectáreas correspondientes a 431 montes y 125 proyectos (García *et al.,* 2000), confirmando así el impulso y la consolidación definitiva de la Ordenación de Montes en nuestro país (García *et al.,* 2000). La elaboración de las ordenaciones recayó en las Brigadas de Ordenación, creadas también en 1890 como un grupo independiente dentro del Cuerpo de Ingenieros de Montes, y formada por ingenieros dedicados exclusivamente a tal menester (González-Molina *et al.,* 2006).

Las instrucciones de ordenación de 1890 recogen con fuerza la tradición germánica en este campo, y se caracterizan por su rigidez, siendo el método de ordenación por tramos permanentes (el llamado en estas instrucciones método de ordenar transformando) prácticamente el único admitido por las mismas, con la excepción de la entresaca, de aplicación en cuarteles con objetivo de defensa de las masas frente a aludes, huracanes o torrentes. Los modelos clásicos centroeuropeos serán, durante largo tiempo, la referencia obligada de la ordenación forestal (Montero y Madrigal, 1999).

De acuerdo con estas instrucciones, el Proyecto de Ordenación se componía de dos partes: el inventario (que contemplaba el estado legal, natural y forestal) y la ordenación propiamente dicha, en la que se diferenciaban el plan general de aprovechamientos y el plan especial (este último formado por plan de cortas, plan de productos secundarios y plan de mejoras). La ejecución de los proyectos de ordenación se formalizaba mediante los planes anuales de aprovechamientos que, como el plan especial del Proyecto de Ordenación, constaban de plan de cortas, plan de aprovechamientos de productos secundarios y plan de mejoras. Se definen los rodales como unidades diferenciadas por

razón de la especie arbórea, la edad de la masa, su calidad o estado en que se halla, y con una superficie mínima de cinco hectáreas.

Las siguientes instrucciones, publicadas ya en el siglo XX, corresponden a las *Instrucciones para la Formación de Proyectos de Ordenación de Montes por cuenta de los Municipios*, aprobadas por Real Orden de 22 de mayo de 1924, y son unas instrucciones específicas para la ordenación de montes por iniciativa municipal. Estas instrucciones tuvieron una corta duración, pues en 1929 fueron derogadas volviendo a estar vigentes las de 1890, hasta la aprobación en 1930 de las nuevas instrucciones que se detallan en el apartado siguiente (González Doncel, 2004).

1.3. Las Instrucciones de Ordenación de 1930

Las *Instrucciones para la Ordenación y Organización Económicas de la Producción Forestal* se aprobaron mediante Orden Ministerial de 27 de enero de 1930, y estarían vigentes durante otros cuarenta años durante los cuales se ordenaron cerca de 820.000 hectáreas de monte (Prieto y Díaz-Balteiro, 2001). Se concentraron, como se indica ya desde su propio título, en los aspectos productivos y económicos de los montes españoles, y en su primer artículo se afirmaba que la ordenación de montes tiene como fin primordial "*la organización económica de la producción forestal, dentro de los límites que las exigencias biológicas de nuestros montes imponen*". Se entendía con acierto en dichas instrucciones que la puesta en valor económico de los recursos forestales era uno de los mejores medios para asegurar su conservación y persistencia en un contexto socioeconómico de presión por usos del suelo alternativos, y en este sentido se afirmaba en su preámbulo que "*la demanda, cuando es esporádica y ocasional, es un estímulo más a la destrucción*" y que la demanda "*se solidariza con la mejora y defensa de las formaciones forestales*".

Presentaron la importante novedad de contemplar la ordenación de la comarca de explotación (también llamada ordenación integral en dichas instrucciones), además de la más habitual ordenación a escala monte (llamada ordenación intrínseca en dichas instrucciones). Esta ordenación comarcal se concebía como un estudio económico y de transportes de agrupaciones de montes con una gran capacidad de producción, fundamentada sobre una red de vías de saca. La comarca de explotación quedaba constituida por un conjunto de montes públicos y privados que vertían su producción en una vía de saca principal. La importancia decisiva del aspecto económico en estas ordenaciones queda claramente explicitado en el propio preámbulo de las instrucciones, donde se afirma que "*los demás particulares del estado de la comarca, aunque de exposición necesaria, no son más que antecedentes del estudio económico de la producción o los transportes; se trata, en efecto, de la inversión de un capital que ha de ser debidamente remunerado con cargo a los rendimientos de la explotación*". Esta pionera ordenación comarcal contemplada en las instrucciones de 1930 quedó sin embargo sin aplicar en la práctica, y todavía hoy constituye un reto en la planificación forestal en España al que se ha dado recientemente un nuevo y actualizado impulso a través de los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales creados por la Ley de Montes 43/2003 y su modificación mediante la Ley 10/2006. Como aspectos innovadores hay que destacar también la mención a los montes privados, no contemplados en

instrucciones anteriores, y que dentro de la ordenación comarcal se contemplaron las asociaciones de propietarios o usufructuarios en consorcio con el Estado.

Se contemplaban como únicos métodos de ordenación del monte alto el de los tramos periódicos y el de la entresaca (ver capítulo 5), indicado este último para aquellos montes cuya función protectora o el temperamento o ritmo de regeneración de las especies no fueran compatibles con la regularización del vuelo por clases de edad propia de los tramos periódicos y siempre que la cabida del cuartel no fuera superior a 500 hectáreas para permitir el detallado aprovechamiento requerido en una ordenación por entresaca. En cuanto a la ordenación por tramos periódicos ya se explicita y reconoce su necesaria flexibilización, fruto de la experiencia acumulada en las ordenaciones aplicadas en nuestros montes en las décadas anteriores, mediante "*aquella variación esencial, aún más indispensable en las zonas mediterráneas, de que éstos tengan toda la movilidad necesaria para responder en cada momento al estado en que se halla el monte como consecuencia de la irregularidad y constante variación de los elementos que actúan en la producción y de las causas de la destrucción que influyen en la composición de las masas*".

Se incluyen instrucciones específicas para los montes resineros, los alcornocales, el monte bajo (y su posible conversión a monte alto) y los montes no arbolados (montes herbáceos y herbáceo-leñosos, centrados en la producción de pastos y las necesidades ganaderas), además de un único artículo dedicado a las masas productoras de fruto y dos artículos para "*los montes y rodales reservados por sus beneficios indirectos, aludiendo a los que amparan motivos estéticos, de orden puramente científico o de salubridad y recreo*", en los que se recomienda el criterio de cortabilidad física realizada por entresaca y la conservación de la forma espontánea de masa.

Del mismo modo, las instrucciones abogan por el fomento de la investigación forestal y por un enfoque en la ordenación similar en algunos aspectos a lo que décadas después vendría en llamarse gestión adaptativa (Prieto *et al.*, 2008), al recoger de manera más explícita que las anteriores instrucciones de 1890 la elaboración de una crítica al plan especial, con vistas a siguientes revisiones, "*de modo que no quede ningún punto dudoso o controvertible de éste sin un intento, por lo menos, de dilucidación y rectificación; y, en suma, se trata de orientar la ejecución en tal forma que no sea un simple desarrollo de lo proyectado, sino una constante labor técnica de acopio de datos recogidos y enlazados, y cuyo número y solidez científica les revistan de autoridad adecuada para un real perfeccionamiento de las divisiones analítica y dasocrática del monte y para la investigación de las leyes del crecimiento y de la producción*".

El Proyecto de Ordenación se componía de tres partes: inventario, ordenación propiamente dicha y plan especial. El título de inventario quedaba divido en cuatro capítulos correspondientes al estado legal, estado natural, estado forestal y, por primera vez incluido en unas instrucciones de ordenación en España, el estado económico. El plan especial constaba de dos partes referidas a los aprovechamientos y a las mejoras, con una duración mínima establecida en siete años.

El rodal se consideraba la unidad homogénea a efectos de la ordenación, y se recomendaba una cabida de entre 5 y 30 hectáreas, salvo casos de justificada excepción, con el fin de que "*la parcelación del inventario no adolezca ni de una simplificación que la*

prive de eficacia analítica suficiente, ni de una prolijidad que motive repeticiones baldías y dispendio excesivo". Se contemplaba un inventario pie a pie con la medición del diámetro normal de todos los árboles con un diámetro de al menos 10 cm, mientras que el cálculo de volúmenes y crecimientos se limitaba a los pies con al menos 20 cm de diámetro normal.

En septiembre de 1950 se publicaron las *Normas que Regulan el Estudio y Confección de los Proyectos o Planes de Ordenación Provisional de Montes Públicos,* elaboradas en cumplimiento de la Ley de 16 de julio de 1949 sobre tratamiento de los montes no sometidos a proyecto de ordenación (González-Doncel, 2004). Con la publicación de estas normas, que no derogaron ni sustituyeron a las de 1930, se pretendía regular los aprovechamientos y las mejoras de los montes públicos no sujetos a proyecto de ordenación mediante planes provisionales con un plazo máximo de cinco años.

2. LAS INSTRUCCIONES DE ORDENACIÓN DE MONTES ARBOLADOS DE 1970

En 1970 se aprueban por Orden Ministerial de 29 de diciembre las *Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados*, últimas de ámbito estatal hasta la fecha y todavía vigentes en aquellas Comunidades Autónomas que no hayan aprobado las suyas propias. En su artículo primero establecen que la ordenación de montes arbolados "*tiene como fin la organización económica de su producción, atendiendo siempre a las exigencias biológicas y beneficios indirectos*", definición muy similar a la de las instrucciones de 1930, salvo por la mención a los beneficios indirectos. Sin embargo, las instrucciones de 1970 recogen en su articulado novedades importantes tales como métodos de ordenación más flexibles, el cálculo de existencias mediante inventario por muestreo estadístico (más allá del inventario pie a pie contemplado en instrucciones anteriores) y el empleo de tarifas y tablas de cubicación.

En efecto, se contempla un mayor abanico de métodos de ordenación, como consecuencia de la experiencia obtenida en la aplicación, no siempre exitosa, de los métodos clásicos centroeuropeos a las condiciones de heterogeneidad e inestabilidad propias de nuestros montes mediterráneos. Se abandona la hegemonía de los tramos periódicos (permanentes o revisables) para, además de la entresaca ya recogida en instrucciones anteriores, dar cabida a métodos de ordenación más flexibles como la ordenación por tramo único, por tramo móvil o la ordenación por rodales (esta última entendida en estas instrucciones como de aplicación a montes de producción elevada, estructura de masa regular, y con vuelo muy diferenciado por razón de especie o calidad de la estación), como se describe en el capítulo 5. Además, en su artículo 82 establecen sobre la elección del método de ordenación que "*la tendencia actual a conceder mayor flexibilidad en la aplicación de los métodos de ordenación, aconseja dar un carácter abierto a las opciones que se ofrecen a continuación, permitiéndose, previa justificación, la adopción de nuevas variantes o sistemas*". En esta línea de flexibilización, se afirma que "*hay que dejar un amplio margen al ingeniero ordenador para que pueda encontrar la solución más conveniente en cada caso*" y que la constancia de la renta "*se considerará como un objetivo a cumplir con rigor decreciente desde el nivel de comarca al de monte y unidades dasocráticas del mismo*". Se da también un mayor peso a la planificación a corto plazo al potenciarse el plan especial, a la vez que se relaja la importancia de la

planificación a largo plazo contemplada en el plan general, considerado sólo a efectos indicativos y con carácter revisable.

También se relaja la prevalencia de la producción y aspectos económicos, que pasan a ser uno de los posibles objetivos principales de la ordenación, pero no necesariamente el único al contemplar tres tipologías de cuarteles (cuarteles de producción, de protección y de recreo). Y aunque en su artículo 63 afirma que la producción maderable será la preferente en gran número de casos, en su artículo 64 recoge que "*los beneficios indirectos que el monte proporciona como un servicio a la colectividad tienden a adquirir una importancia creciente, que hay que prever en relación con la evolución demográfica y las nuevas necesidades creadas a los núcleos urbanos. La integridad del vuelo, a efectos de protección o paisaje, puede ser, en estos casos, condición indispensable a la que debe subordinarse cualquier otro criterio de producción*".

El Proyecto de Ordenación queda estructurado en dos títulos (inventario y planificación), divididos en un total de siete capítulos y doce secciones, tal como se recoge en la tabla 9. Se considera el cantón como la unidad inventarial, cuya superficie deberá ser en general superior a 10 hectáreas, y dentro de los cuales se podrán diferenciar dos o más rodales en razón de la especie, edad, espesura o calidad de la estación. También se prevé que en los montes de gran extensión los cuarteles se puedan agrupar en secciones de ordenación. Aunque en las propias instrucciones de 1970 no se hace referencia a las revisiones del Proyecto de Ordenación, éstas se regularon brevemente mediante circular 2/1971 de 23 de febrero de 1971 de la Dirección General de Montes.

Tabla 9. *Estructura y contenido del Proyecto de Ordenación según las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados de 1970.*

Títulos	Capítulos	Secciones
INVENTARIO	Estado legal	
	Estado natural	
	Estado Forestal	División inventarial
		Cálculo de existencias
		Descripción de las unidades inventariales
	Estado Económico	Resumen económico del último decenio
		Condiciones intrínsecas del monte
		Condiciones de la comarca y mercado de los productos forestales
PLANIFICACIÓN	Fundamentos y fines	Conclusiones y resultados del inventario
	Plan general	Características selvícolas
		Características dasocráticas
	Plan especial	Plan de aprovechamientos
		Plan de mejoras
		Balance dinerario y financiero

La Ley de Montes estatal 43/2003 (BOE nº 280, de 22 de noviembre de 2003), modificada mediante la Ley 10/2006 (BOE nº 102, de 29 de abril de 2006), prevé en su artículo 32 la elaboración de unas directrices básicas comunes de ordenación y aprovechamiento de montes por parte del Gobierno de España, lo que sin embargo no se ha hecho efectivo hasta la fecha. Como se describe en los siguientes apartados, con anterioridad y posterioridad a la promulgación de dicha ley estatal, y a raíz de la transferencia de las competencias en el ámbito forestal completada en 1986, diferentes Comunidades Autónomas han venido aprobando Instrucciones de Ordenación de Montes que sustituyen en su ámbito territorial a las estatales de 1970, quedando éstas vigentes sólo en aquellas Comunidades Autónomas que todavía no cuentan con las suyas propias.

3. EL BORRADOR DE LAS INSTRUCCIONES DE ORDENACIÓN DE MONTES DE CASTILLA-LA MANCHA

Las *Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla-La Mancha*, en su borrador redactado en 2009, adoptan una definición de ordenación similar a la de la Conferencia Interministerial de Helsinki de 1993, en la que los aspectos productivos y económicos pierden el protagonismo con el que contaban en las instrucciones de 1970 y pasan a considerarse como una función más de los montes, estableciendo en su primer artículo que "*la ordenación de la gestión forestal sostenible en los montes tiene como objeto la organización sostenida, en el tiempo y en el espacio, de las actividades de conservación, restauración, mejora y uso múltiple de los recursos de los sistemas forestales, de forma e intensidad que permita 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, regional, nacional y global, y sin producir daños a otros ecosistemas*".

Recogen la ordenación de montes tanto arbolados como no arbolados, yendo por tanto más allá de las instrucciones de 1970, y se diferencian también de éstas, entre otros aspectos, por el protagonismo que se da en el articulado a los aprovechamientos cinegéticos (dada su importancia en Castilla-La Mancha), a los montes incluidos en la Red Regional de Áreas Protegidas y su conservación, y al estado de la regeneración y las posibles dificultades o problemas detectados para su instalación con garantías de renovación y evolución de las masas forestales.

Contemplan tres instrumentos diferentes de gestión forestal sostenible (Proyectos de Ordenación, Planes Técnicos de Gestión Forestal y Planes Técnicos de Gestión Forestal Simplificados), a aplicar según las características y extensión del monte según se resume en la tabla 10, y de acuerdo con lo estipulado en el artículo 32 de la Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha que establece que, con carácter general, los montes en régimen general administrativo que sustenten masas arbóreas y que tengan una superficie superior a 100 hectáreas deberán contar con un instrumento de gestión.

Tabla 10. *Instrumentos de gestión forestal sostenible a aplicar en Castilla-La Mancha según las características del monte.*

Extensión del monte (ha)	Montes fundamentalmente arbolados	Montes fundamentalmente desarbolados
Más de 2000 ha	Proyecto de Ordenación	Proyecto de Ordenación
Entre 500 y 2000 ha	Proyecto de Ordenación	Plan Técnico de Gestión Forestal
Entre 250 y 500 ha	Plan Técnico de Gestión Forestal	Plan Técnico de Gestión Forestal Simplificado
Entre 100 y 250 ha	Plan Técnico de Gestión Forestal Simplificado	Plan Técnico de Gestión Forestal Simplificado

En cuanto a la estructura del Proyecto de Ordenación (tabla 11), las principales novedades respecto a las instrucciones de 1970 (tabla 9) son la incorporación de los siguientes apartados: un capítulo de antecedentes, un estado de conservación dentro del inventario del monte, una sección de conclusiones del inventario y diagnóstico de la situación de los ecosistemas forestales, un capítulo dedicado específicamente a los indicadores de sostenibilidad, una sección para el estudio de los usos y zonificación de los objetivos, y subsecciones específicas para montes no arbolados y con funciones productivas especialmente relevantes en los montes de Castilla-La Mancha, tales como los cuarteles cinegéticos y pascícolas (tabla 11). Los Planes Técnicos de Gestión Forestal presentan una estructura y contenido más simplificado y una extensión más breve en comparación con los Proyectos de Ordenación, no figurando por ejemplo dentro del inventario secciones específicas sobre el estado de conservación ni un capítulo dedicado a los indicadores de sostenibilidad (tabla 11). En la medida de lo posible, se establece que los costes del inventario en los Planes Técnicos de Gestión Forestal se reducirán considerando información ya existente, tales como estudios, informes, bibliografía relevante y datos de montes análogos próximos. Del mismo modo la toma de decisiones podrá tomar como referencia la experiencia de las actuaciones y la planificación en montes cercanos de características similares. En el caso de los Planes Técnicos de Gestión Forestal Simplificados, el documento se limitará a la cumplimentar un modelo establecido por la Junta de Castilla-La Mancha, junto con un croquis de la situación de la finca en la provincia y un plano de división de la gestión.

Se definen los cantones como las unidades últimas de inventario a las que se referirán las características y datos de los estados del inventario, y se prevé la existencia de cantones especiales, ligados a usos muy concretos como recreo, protección, rodales semilleros, o zonas de especial protección, que no se integrarán necesariamente en los cuarteles adyacentes y tendrán la consideración de unidades de gestión independientes. Las instrucciones contemplan tanto el inventario pie a pie como el inventario por muestreo, diferenciando varios casos de inventario con consideraciones y niveles de detalle específicos, tanto para las masas arboladas (caso general, alcornocales, pinares en resinación, dehesas, monte bajo y monte medio) como para matorrales, arbustedos y pastizales, limitado en estos últimos casos a una descripción de los mismos. En general, se evalúan no sólo las existencias maderables, sino también otros aprovechamientos de interés en la región como los cinegéticos, micológicos, o la producción de fruto. Así, se incluyen consideraciones específicas sobre el inventario en cuarteles de aprovechamiento cinegético, en los que se deberá orientar a caracterizar la vegetación en relación con el recurso cinegético, contemplando aspectos como la calidad y cantidad de recursos

tróficos o la capacidad de refugio, así como una reseña de los efectos que la carga cinegética tiene sobre la vegetación y el estado de las superficies, diferenciando las zonas de alimentación, las zonas de refugio y las zonas de apareamiento, así como su nivel de aptitud para cada una de estas actividades.

En la ficha descriptiva de los cantones se deberá especificar, entre otros, el estado de la regeneración y, si existen, los lugares de nidificación o cría de especies de fauna en peligro de extinción o de interés para la conservación o gestión del monte, así como de los hábitats destacables. En cuanto a la sección dedicada, dentro del capítulo de inventario, al estado de conservación de los valores declarativos en montes incluidos total o parcialmente en un espacio de la Red Regional de Áreas Protegidas (tabla 11), se describirá el estado de conservación en el que se encuentran las principales formaciones vegetales o hábitats por los que se declaró tal espacio.

Se apuesta por la flexibilidad en la elección y aplicación de los métodos de ordenación, contemplándose un mayor número de métodos que en las instrucciones de 1970, siendo los siguientes los admitidos en la ordenación de los cuarteles con arbolado denso: división por cabida, tramo único, tramo móvil y su variante del tramo móvil ampliado, ordenación por rodales, entresaca pie a pie o por bosquetes, método selvícola y métodos de conversión de formas fundamentales de masa. Todos estos métodos se describen con detalle en el capítulo 5. Desaparece por tanto el rígido método de los tramos periódicos (permanentes o revisables) contemplado en las instrucciones de 1970, en el sentido de que no se podrán aplicar en nuevas ordenaciones, aunque sí mantenerse en aquellos montes que en la actualidad estén ordenados con éxito mediante dicho método. En esta línea de flexibilización se establece en las instrucciones que "*la consideración rígida del concepto de turno como cifra fija, prevista e inmutable se suaviza con la adopción de métodos de ordenación cada vez más flexibles en el sentido de que las previsiones a largo plazo dejan de ser imperativas y pasan a ser indicativas*".

Se recogen además numerosas instrucciones de aplicación a casos particulares de sistemas forestales tales como montes productores de frutos (recomendándose para las masas de pino piñonero el tramo único, móvil o la entresaca, según los casos), dehesas (en las que se deberán establecer superficies a regenerar y acotar durante un periodo de tiempo determinado), alcornocales (recomendándose un turno de descorche de 10 años y criterios de cortabilidad física), pinares de resinación (orientándose hacia el método del tramo único o móvil, con el tramo dividido en tantos tranzones como entalladuras admita el arbolado), el monte medio y el monte bajo resalveado (recomendándose la división por cabida o en algún caso la entresaca), el monte con arbolado ralo (en el que el objetivo será el incremento de dicha espesura mediante un aumento de la regeneración, salvo casos justificados), cuarteles de matorral (contemplando la posible realización de desbroces en una serie de circunstancias que se especifican en las instrucciones), los cuarteles cinegéticos (en los que se deberán aplicar los tratamientos más adecuados para el mantenimiento de una masa vegetal idónea para la fauna cinegética, en sus funciones de alimentación y de refugio), y los cuarteles pascícolas (en los que se debe determinar el tipo y cantidad de ganado y el sistema de pastoreo a utilizar en su aprovechamiento).

En relación con las actuaciones a recoger en la planificación, se tendrá en cuenta que en las zonas del monte con pendientes superiores al 45% se requiere la autorización

previa de la administración forestal competente para la ejecución de cualquier tipo de cortas, según lo previsto en la ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha. Por otro lado, en los montes incluidos en la Red Regional de Áreas Protegidas se dará preferencia a aquellas modalidades de cortas de regeneración que supongan una menor o más gradual apertura del dosel de copas. Además, en la planificación de las cortas deberán tenerse en cuenta criterios conducentes al fomento de la biodiversidad, tales como el mantenimiento de claros y prados, humedales, áreas de encharcamiento, árboles muertos, enclaves de vegetación diferente a la principal, la aplicación de tratamientos diferenciales en los bordes de masa, y la conservación y protección de bosques de galería y vegetación riparia (véase el capítulo 6). Por último, en el caso de montes incluidos, total o parcialmente, en la Red Regional de Áreas Protegidas, se recomienda alargar las edades de madurez, los periodos de regeneración, los periodos de aplicación y las rotaciones de entresaca, y que las unidades de corta que se formen sean del menor tamaño posible y tengan la máxima dispersión espacial, dentro de los límites aconsejables conforme a criterios técnicos.

Como se decía anteriormente, se establece un nuevo capítulo sobre criterios e indicadores de gestión forestal sostenible con el objetivo de facilitar las comparaciones con las situaciones pasadas del monte y la posible obtención de la certificación forestal (Martínez *et al.,* 2001). En dicho capítulo se recogen los seis criterios principales emanados de la Conferencia Interministerial de Helsinki de 1993: mantenimiento y mejora adecuada de los recursos forestales y su contribución a los ciclos globales del carbono, mantenimiento de la salud y vitalidad del ecosistema forestal, mantenimiento y fomento de las funciones productivas del monte, mantenimiento, conservación y mejora apropiada de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales, mantenimiento y mejora adecuados de las funciones de protección en la gestión forestal (sobre todo suelo y agua), y mantenimiento de otras funciones y condiciones socioeconómicas.

Una vez establecido el plan especial del Proyecto de Ordenación o del Plan Técnico de Gestión Forestal, se deberán realizar tantos planes anuales de aprovechamientos y regulación de usos y mejoras como años comprenda dicho plan especial, recogiéndose las actuaciones llevadas a cabo en el año anterior y las previstas para el año en curso. El plan de aprovechamientos y regulación de usos incluye, en función de lo que sea aplicable en cada monte, un plan de cortas, un plan de descorche, un plan de resinación, un plan de aprovechamiento de pastos, un plan de aprovechamiento cinegético, un plan de aprovechamiento micológico, una regulación del uso social o recreativo, una regulación del uso científico en reservas o microrreservas, un plan de aprovechamiento de frutos y materia genético de reproducción, y una regulación del uso y aprovechamiento apícola, dejando además abierta la posibilidad de incorporar otros planes en los casos en que sea necesario.

Concluido o próximo a término el plan especial establecido en el Proyecto de Ordenación o Plan Técnico de Gestión Forestal, se redactará la revisión de cada uno de estos instrumentos de gestión, que recogerá la nueva planificación para el próximo periodo de vigencia, con la estructura y contenido que se resumen en la tabla 12. En la revisión se reconsiderará el inventario y la planificación y se planteará un nuevo plan especial, pudiendo corregirse en parte o en su totalidad las indicaciones expuestas en el plan general. Las revisiones se contemplan como una actualización de los aspectos

tratados en los Proyectos de Ordenación o Planes Técnicos de Gestión Forestal, procurando la mayor simplificación y reducción de costes que sea posible, y sólo se pretende hacer hincapié en los aspectos que hayan sufrido variación con respecto al anterior proyecto, y su justificación (Martínez *et al.*, 2001). En las revisiones se hará especial énfasis en la evolución de la ordenación hasta el momento y en la comparación en lo planificado y lo realmente ejecutado y obtenido en la ordenación anterior, orientándose con ello las nuevas actuaciones a planificar en la revisión y la intensidad de las mismas. En el caso de los Proyectos de Ordenación se incluye una sección específica sobre el estado de la regeneración (tabla 12). El contenido de la revisión del Plan Técnico de Gestión Forestal es mucho más simplificado que la de un Proyecto de Ordenación, especificándose en las instrucciones únicamente los capítulos que debe recoger, sin diferenciar secciones y subsecciones, y no incluyendo tampoco el capítulo dedicado a los indicadores de sostenibilidad (tabla 12). Se podrá realizar una revisión extraordinaria (antes de la finalización del plan especial) cuando se observe la imposibilidad de llevar a cabo lo previsto en el plan especial actual, se hayan detectado graves desviaciones en la ejecución sobre lo planificado, se hayan encontrado graves deficiencias en la planificación durante el transcurso de la ordenación, o hayan acontecido perturbaciones importantes en una extensión considerable del monte (tales como incendios, vendavales, expropiaciones, etc.).

Instrumento de medida

Estadillo de inventario

Proyecto de Ordenación			Plan Técnico de Gestión Forestal		
Capítulos	**Secciones**	**Subsecciones**	**Capítulos**	**Secciones**	**Subsecciones**
ANTECEDENTES	Antecedentes legales		ANTECEDENTES	Antecedentes legales	
	Antecedentes de gestión			Antecedentes de gestión	
INVENTARIO	Estado natural		INVENTARIO	Estado natural	
	Estado forestal	Cabida de diferentes tipos de terreno que se encuentran en el monte		Estado forestal	Cabidas de diferentes tipos de terreno
		Formación inicial de cabidas y cantones			División inventarial
		Inventario de las existencias forestales			Inventario de las existencias forestales
		Inventario en relación al recurso cinegético			Inventario en relación al recurso cinegético
		Descripción de la producción micológica y de otra naturaleza			Descripción de otras producciones
		Cartografía			
		Apeo de cantones			
	Estado socioeconómico	Resumen económico del último decenio		Estado socioeconómico	
		Comarca y demografía			
		Infraestructuras del monte. Condiciones para los aprovechamientos			
		Condiciones de mercado			
	Estado de conservación				
	Conclusiones de inventario y diagnóstico				

PLANIFICACIÓN	Estudio de los usos. Determinación de objetivos. Zonificación	Descripción de usos actuales	PLANIFICACIÓN	Estudio de usos. Determinación de objetivos. Zonificación	
		Restricciones que a los diferentes usos impone la ordenación.			
		Prioridades e incompatibilidades entre usos			
		Determinación de los objetivos generales de la ordenación			
		Zonificación. Formación de cuarteles. Asignación de objetivos concretos por cuarteles			
	Planificación a largo plazo. Plan general. Modelos de gestión	Cuarteles de arbolado denso		Plan general	
		Cuarteles de arbolado raso			
		Cuarteles de matorral: características de su manejo cultural y modelo de gestión			
		Cuarteles de caza: características selvícolas, características de la fauna cinegética y ordenación cinegética			
		Cuarteles de pastos: características pascícolas y ganaderas. Modelo de gestión pascícola y ganadera			
		Consideraciones generales a cuarteles cinegéticos y piscícolas			
	Planificación a corto plazo. Plan especial de aprovechamiento y regulación de usos	Plan de aprovechamientos y regulación de usos		Plan especial	Plan aprovechamientos y regulación de usos
		Valoración e ingresos por aprovechamientos			Valoración e ingresos por aprovechamientos
		Plan de inversiones y actuaciones			Plan de inversiones y actuaciones
		Balance económico			Balance económico
INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD					

Tabla 11. *Estructura y contenido comparado del Proyecto de Ordenación y del Plan Técnico de Gestión Forestal en Castilla-La Mancha.*

Proyecto de Revisión de la Ordenación			Revisión del Plan Técnico de Gestión
Capítulos	**Secciones**	**Subsecciones**	**Capítulos**
ANTECEDENTES			ANTECEDENTES
EJECUCIÓN DEL PLAN ESPECIAL ANTERIOR	Ejecución del anterior plan de aprovechamientos y de regulación de usos	Ejecución anterior del plan de cortas	EJECUCIÓN DEL PLAN ESPECIAL ANTERIOR
		Ejecución del anterior plan de descorche	
		Ejecución del anterior plan de resinación	
		Ejecución del anterior plan de aprovechamiento de pastos	
		Ejecución del anterior plan de aprovechamiento cinegético	
		Ejecución del anterior plan de aprovechamiento de frutos y de material forestal de reproducción	
	Ejecución del anterior plan de mejoras, inversiones y actuaciones		
	Balance económico del anterior plan especial		
	Estado de la regeneración		
REVISIÓN DEL INVENTARIO Y DEL ASPECTO LEGAL DEL MONTE	Revisión del estado legal, natural y socioeconómico		REVISIÓN DEL INVENTARIO Y DEL ASPECTO LEGAL DEL MONTE
	Revisión del estado forestal	Revisión de la división inventarial	
		Actualización del Inventario	
		Comparación de inventarios	
REVISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN	Revisión del estudio de usos, determinación de objetivos y zonificación		REVISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN
	Revisión del plan general		
	Elaboración del nuevo plan especial		
INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD			

Tabla 12. *Estructura y contenido comparado del Proyecto de Revisión de Ordenación y de la Revisión del Plan Técnico de Gestión Forestal en Castilla-La Mancha.*

4. LAS INSTRUCCIONES DE ORDENACIÓN DE MONTES EN OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

En los siguientes apartados se resumen las principales características de las normativas para la redacción de instrumentos de gestión forestal sostenible (proyectos de ordenación de montes y planes técnicos de gestión forestal) aprobadas en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Andalucía, Cataluña y Navarra.

4.1. Las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de Castilla y León

Las *Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados de Castilla y León* se aprobaron en 1999 (Decreto de 12 de mayo de ese año) y son las primeras vigentes en una Comunidad Autónoma que vinieron a sustituir en su ámbito territorial lo previsto en relación a los proyectos de ordenación en las instrucciones estatales de 1970. Afirman en su artículo primero que "*la ordenación de montes tiene como finalidad la organización armónica y sostenida del uso múltiple que la sociedad, actual y futura, demande de estos ecosistemas forestales*", desapareciendo por tanto de esta definición el protagonismo indiscutible de las funciones productivas y económicas de instrucciones anteriores. Como las de 1970 se centran en la ordenación de los montes arbolados, dejando la puerta abierta a posibles futuras instrucciones específicas de montes no arbolados tales como los pastizales (García *et al.*, 2000).

Se trata de unas instrucciones muy extensas, con más de 300 artículos, que regulan con gran detalle el contenido de los Proyectos de Ordenación y, en menor medida, de los Planes Dasocráticos, concebidos estos últimos como instrumentos simplificados con un inventario y planificación menos intensos, pero no por ello provisionales (a diferencia de lo establecido en las instrucciones de 1970), para su aplicación preferente en montes privados y otros de pequeña extensión o planificación sencilla como las choperas o los montes procedentes de repoblación artificial y con edades todavía alejadas de las de madurez. Se establece que los Proyectos de Ordenación son obligatorios en los montes incluidos en espacios protegidos, debiendo asumir en tal caso lo previsto en los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales y en los Planes Rectores, y la figura de planificación a utilizar con carácter general en los Montes de Utilidad Pública, los de propiedad de la Comunidad Autónoma y otros de destacada importancia forestal.

Estas instrucciones incorporan en el Proyecto de Ordenación un nuevo título de determinación de usos en el que se engloba la sección de fundamentos y fines prevista en las instrucciones de 1970 (entonces dentro del título de planificación) y se profundiza en el estudio de los usos actuales y potenciales, sus restricciones, prioridades y compatibilidades. Se introduce una pequeña modificación en el cuarto capítulo del título de inventario respecto a las instrucciones de 1970, que pasa a llamarse estado socioeconómico (como quedó también posteriormente recogido en las instrucciones de Castilla-La Mancha descritas en el apartado anterior), se considera específicamente el estudio de las especies protegidas, endémicas o indicadoras en el capítulo correspondiente al estado natural, y se prevé además la posibilidad de

incorporar otros estados adicionales en cada ordenación concreta en función de las características del monte y los objetivos de la gestión (tales como estado cinegético, estado ganadero, estado de conservación del paisaje, etc.). Dentro del plan de mejoras del plan especial se añaden otros planes no contemplados específicamente en las instrucciones de 1970, tales como el plan de protección contra incendios forestales y agentes nocivos, o el plan de conservación de paisajes, hábitats y fauna.

Destaca también la incorporación de artículos con recomendaciones concretas tendentes al mantenimiento de la biodiversidad a la hora de efectuar cortas de regeneración y otras operaciones selvícolas, tales como el mantenimiento o creación de pequeños rasos en el interior de la masa forestal, la conservación de árboles en pie con edades muy superiores a la de madurez (recomendándose un mínimo de 1 a 3 pies por hectárea), de árboles secos y huecos (recomendándose de 1 a 10 árboles cada 5 ha), etc.

Las instrucciones contienen consideraciones específicas sobre la producción de piña y las dehesas, que apenas se habían desarrollado en instrucciones previas, además de otras sobre pinares en resinación y alcornocales.

Se recogen todos los métodos de ordenación ya previstos en las instrucciones de 1970, pero se ahonda en la entresaca por bosquetes y en el método del tramo móvil ampliado. No se considera aconsejable la aplicación del método de ordenación por tramos periódicos, dándose preferencia en su lugar al del tramo único, y se concibe el método de ordenación por rodales como de aplicación en montes cuyo objetivo concreto sea "*la producción preferente de maderas, en calidad o cuantía tal que permita justificar la minuciosa gestión que supone el método*".

Se recomiendan extensiones de los cuarteles de 200 a 1.000 hectáreas, según el tipo de monte, y se abandona el término 'cantón' recogido en las instrucciones de 1970, considerándose el rodal como unidad última de inventario con carácter permanente y superficies en general superiores a las 10 hectáreas. Se prevé la posibilidad de definir rodales especiales, como superficies singulares ligadas a usos muy concretos y de pequeña extensión que se tratan de manera autónoma al no incluirse en ningún cuartel.

4.2. Las Instrucciones de Ordenación de Montes de Andalucía

Las *Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes de la Comunidad Autónoma Andaluza* se aprueban mediante Orden de 26 de enero de 2004 y comprenden las instrucciones para la redacción de los Proyectos de Ordenación de Montes y los Planes Técnicos, estableciendo su carácter obligatorio para los montes de titularidad pública y potestativo en general para los de titularidad privada. En su introducción se afirma que "*nacen con la vocación de crear una herramienta adaptada a la realidad social y económica andaluza actual y a las peculiaridades físico-ecológicas del monte mediterráneo andaluz*". Son las instrucciones más extensas y detalladas de todas las vigentes o aprobadas anteriormente en España, con más de 450 artículos

entre la normativa correspondiente a los Proyectos de Ordenación y a los Planes Técnicos.

Establecen la normativa de aplicación tanto para la ordenación de montes arbolados como desarbolados, y proporcionan instrucciones específicas para el inventario y planificación en monte alto, monte bajo, masas productoras de piña, alcornocales, pastos, montes con ganado y fauna cinegética, fauna silvestre catalogada, y más sucintamente para otros recursos como resina, hongos, brezo, plantas aromáticas y medicinales, etc.

El Proyecto de Ordenación consta de tres títulos: antecedentes, inventario y planificación, el primero de ellos contemplado por primera vez en estas instrucciones como un título específico, y posteriormente diferenciado también en el borrador de las instrucciones de Castilla-La Mancha descrito en el apartado 3 de este mismo capítulo. Contempla el inventario por muestreo estadístico y disposición sistemática de las parcelas, acudiendo a la estratificación cuando sea posible, y dando preferencia a las parcelas circulares de radio fijo. Define los cantones como unidades básicas de referencia espacial y unidades mínimas de gestión de carácter permanente, con superficies recomendadas en torno a las 30 hectáreas y siempre en general superiores a las 10 hectáreas, y que podrán ser divididos en rodales como unidades de gestión de carácter temporal. Los cuarteles tendrán una superficie recomendada de entre 100 y 1.000 hectáreas, según los casos.

El estudio de los usos se ubica en un primer capítulo dentro del título de planificación, seguido de un capítulo dedicado al plan general, con carácter de planificación estratégica y propuestas flexibles, indicativas y revisables, y un capítulo correspondiente al plan especial, con carácter de planificación táctica y en general con una duración de diez años. El plan general consta de cinco secciones correspondientes a la ordenación de la vegetación, de la ganadería, de la fauna silvestre, del uso público y, por último, de otros recursos, singularidades y enclaves o paisajes de interés especial.

Las instrucciones detallan considerablemente los tipos de tratamientos selvícolas que se pueden aplicar, así como más brevemente su modulación por consideraciones relativas a la biodiversidad. Se contemplan los métodos de división por cabida, tramo único, tramo móvil (incluyendo su variante del tramo móvil ampliado), la ordenación por rodales, y la entresaca pie a pie o por bosquetes (véase el capítulo 5), con un articulado muy extenso en cuanto a las condiciones de aplicación, articulación en el tiempo y división dasocrática en cada uno de esos métodos. Los tramos periódicos sólo se contemplan en montes ya transformados o próximos a su transformación conforme a dicho método. De manera adicional a estas instrucciones, existe un extenso manual en el que se amplía y detalla su aplicación (Junta de Andalucía, 2004).

4.3. Los Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal de Cataluña

La Orden de 20 de julio de 1994 de la Generalitat de Cataluña regula la redacción de

los Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) de esta Comunidad Autónoma, conforme a lo previsto en la Ley Forestal de Cataluña de 1988, y constituye la primera normativa autonómica que se aprueba en relación con la ordenación y gestión forestal. Posteriormente, por orden de 18 de septiembre de 2003, se crean los Planes Simples de Gestión Forestal (PGSF), de aplicación a fincas con una extensión inferior a 25 ha, y se adapta y actualiza la regulación de los PTGMF.

Ambos instrumentos se dirigen a propiedades forestales privadas, con un periodo de planificación de 10 a 30 años. El contenido del PTGMF se divide en diez capítulos, dentro del apartado de *Descripción de los datos generales y de planificación de la superficie ordenada y las fichas descriptivas de les unidades de actuación*, seguido por un apartado correspondiente a la cartografía y otro a los anejos. Las instrucciones no indican ningún método de ordenación ni establecen la necesidad de decantarse explícitamente por ninguno de ellos, y la gestión se concreta sobre una serie de unidades de actuación definidas en el monte, cada una de las cuales puede tener actuaciones individualizadas en función de sus características y objetivos establecidos, incluyendo diferentes turnos, estructuras de masa, etc.

La elaboración de los PTGMF cuenta con una serie de aplicaciones informáticas que facilitan el proceso de datos y la presentación de los mismos con el formato y especificaciones requeridas y contribuyen a su homogeneización, tales como el programa Metabosc, el programa LIFOR (González *et al.,* 2005) en su edición Cataluña, y el SIG Miramon. Existe además un manual técnico donde se detalla la redacción e inventario de los PTGMF y PSGF (Centro de la Propiedad Forestal, 2004), junto con otras publicaciones técnicas de apoyo (Obon *et al.,* 2006).

Los PTGMF y PSGF han dado un gran impulso a la planificación forestal en los terrenos de titularidad privada, y a fecha de noviembre de 2008 estaban aprobados por el Centro de la Propiedad Forestal más de 3.000 instrumentos de ordenación (muy mayoritariamente PTGMF) correspondientes a cerca del 30% de los montes privados en Cataluña (unas 450.000 hectáreas), cifras muy superiores a las de otras regiones españolas.

Aunque existe algún borrador de instrucciones de ordenación de montes en Cataluña, todavía no se ha producido su aprobación, con lo que pueden seguir aplicándose las instrucciones estatales de 1970 en lo relativo a la elaboración de los Proyectos de Ordenación.

4.4. El Pliego de Condiciones Técnicas Generales de Ordenación de Montes en Navarra

En la Comunidad Foral de Navarra, la elaboración de los Proyectos de Ordenación, sus Revisiones y los Planes Técnicos de Gestión Forestal se regula de manera general mediante el Pliego de Condiciones Técnicas Generales de Ordenación de Montes en Navarra. De acuerdo con el mismo, cada masa será objeto de un tipo de inventario distinto, dependiendo de sus características y de los objetivos concretos de la gestión.

De acuerdo con la Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, se establece que en los montes catalogados, bien de utilidad pública o bien protectores, al menos un 5% de su superficie deberá excluirse de la intervención humana, dejándose a su evolución natural. En este Pliego de Condiciones se acentúan al máximo las tendencias a la flexibilización comentadas en apartados anteriores, y ni siquiera se mencionan los diferentes métodos de ordenación que se pueden llegar a aplicar, limitándose prácticamente a afirmar en un brevísimo apartado sobre la elección del método que "*se recomienda aplicar métodos de ordenación flexibles*".

Por último, mencionar que existe un borrador de instrucciones de ordenación de montes en la Comunidad de Madrid, con un total de 249 artículos y sometido a información pública por Resolución de 13 de junio de 2007 del Director General del Medio Natural (Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid de fecha 23/08/2007), pero que no ha sido todavía aprobado hasta la fecha.

Regeneración tras corta en la Serranía de Cuenca

4

FUNCIONES DE LOS MONTES Y TIPOLOGÍA DE LOS CUARTELES

Antonio Prieto Rodríguez

1. INTRODUCCIÓN

Los montes por la variedad de sus especies vegetales y animales y por la diversidad de sus ecosistemas cumplen numerosas funciones tanto productivas como ecológicas o sociales. Con la idea de poderlas maximizar los montes arbolados se vertebran en diferentes unidades naturales, administrativas o de gestión (dasocráticas), entre las que es fundamental la denominada cuartel. En este capítulo, se exponen los aspectos más relevantes a las funciones de los montes, a la organización de las masas en cuarteles y sus subdivisiones denominadas cantones[17].

Entre las muchas clasificaciones disponibles de los distintos bienes y servicios, *outputs* o funciones asociados con los sistemas forestales, conviene destacar la de Constanza *et al*. (1997), que define hasta 17 funciones[18] para los distintos ecosistemas de los bosques (tabla 13).

Tabla 13. *Clasificación de las funciones de los bosques (Constanza et al., 1997).*

Nº	FUNCIÓN	EJEMPLO
1	Regulación de gases	Equilibrio entre CO_2/O_2
2	Regulación del clima	Mitigación gases invernadero
3	Regulación de perturbaciones	Protección contra tormentas
4	Regulación del ciclo del agua	Aporte de agua para diferentes usos
5	Provisión de agua	Aporte de agua a cuencas, acuíferos y embalses
6	Control de la erosión y retención de suelo	Prevención pérdidas suelo por viento, escorrentía, etc.
7	Formación de suelo	Acumulación materia orgánica
8	Ciclo de nutrientes	Fijación de N
9	Tratamiento de residuos	Control polución
10	Polinización	Aporte de agentes polinizadores
11	Control biológico	Regulación de poblaciones
12	Refugio	Hábitat para especies migratorias
13	Producción de alimentos	Producción de frutos, caza…
14	Producción de materias primas	Producción de madera, corcho…
15	Reservorio de recursos genéticos	Genes para la lucha contra agentes patógenos
16	Actividades recreativas	Ecoturismo, pesca deportiva…
17	Cultural	Valores asociados a aspectos educativos, etnográficos, etc.

[17] En la práctica forestal corriente lo normal es dividir el monte en unidades naturales lo más homogéneas posibles: los cantones y por agrupaciones de estos constituir los cuarteles.

[18] Con el objeto de facilitar la lectura, se van a considerar sinónimos los conceptos de servicios ambientales, funciones ambientales o bienes intangibles asociados a los ecosistemas forestales.

De una manera clásica estas funciones de los bosques, que proporcionan diversos bienes y servicios, se clasifican de la siguiente manera:

- Económicas (producción conjunta de vuelo y suelo)
  - Obtención de productos necesarios para la sociedad (ahorro de importaciones).
  - Integración del bosque en el medio rural (evitando la despoblación rural).
  - Empleo (mantenimiento y creación).
  - Ecoturismo.
  - Caza.

- Ecológicas
  - Conservación de la biodiversidad.
  - Regulación del régimen hídrico.
  - Mantenimiento de la calidad del agua.
  - Protección física (vías comunicación y embalses).
  - Paisaje.
  - Captura de carbono.

- Sociales
  - Uso social (deportes incluyendo esquí y cultural).
  - Valores emocionales.
  - Caza y pesca.

- Patrimonial (árboles y bosques como monumentos naturales singulares).

2. ORGANIZACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL A ESCALA MONTE

La ordenación de montes, se facilita mediante su vertebración en unidades de gestión denominadas cuarteles, que pueden tener diferentes funciones como producción, protección, uso social, reserva o sus combinaciones. Los cuarteles, aunque no es obligatorio, están constituidos por unidades más pequeñas de carácter permanente denominadas cantones[19] y que se materializan sobre el terreno por limites naturales (vaguadas, divisorias, canchales, etc.) o artificiales (caminos, cortafuegos o trochas). Algunas veces, por motivos de mezcla de especies, o de diferencias de edad en masas monoespecíficas, dentro de algunos cantones se diferencian unidades más pequeñas de naturaleza temporal llamadas rodales.

El procedimiento operativo es dividir el monte en cantones, si es necesario identificar los rodales dentro de los cantones y posteriormente agrupar en cuarteles aquellos cantones que tengan los mismos objetivos[20]. Se debe procurar que los cuarteles estén

[19] En las instrucciones de ordenación del año 1930 los cantones tenían el nombre de rodales, está concepción también se recoge en las actuales instrucciones de ordenación de Castilla y León.
[20] Aunque de forma general las instrucciones de ordenación de montes arbolados establecen que el monte se divide en cuartes y estos en cantones, algunos gestores preconizan que el monte se debe dividir en cantones y que los cuarteles se articulan por agrupación de cantones.

constituidos por cantones adjuntos formando lo que se conoce con el nombre de cuarteles cerrados (si los cantones no son adjuntos se trataría de cuarteles abiertos). La superficie de cantones y cuarteles depende de la importancia de la gestión. En una gestión muy intensa (masas de montaña con una producción maderera de alta calidad) los cantones pueden oscilar entre 5- 10 ha y los cuarteles de 100 – 150 ha. En el resto de los casos los cantones pueden llegar hasta 30 ha y los cuarteles a 300 ha de superficie (aunque en principio no tiene por qué haber un límite superior a la superficie de un cuartel. Así por ejemplo, en el monte de El Pardo de 16.100 ha de superficie hay cuarteles de más de 1.000 ha).

La división del monte en cantones, se recomienda realizarla, determinando en una primera fase, un catálogo práctico y sencillo de los tipos de estaciones forestales, obtenido, bien a partir de catálogos de estaciones forestales establecidos científicamente en la región, bien, de forma provisional, a partir de observaciones empíricas sobre el terreno. El fin de estos catálogos simplificados no es servir de soporte a investigaciones de carácter científico, sino dar al usuario una llave de correspondencia simple entre caracteres de diagnóstico de identificación fácil (como la altitud, la exposición, la pendiente, el substrato, la ausencia o la presencia de determinadas especies vegetales...) y un tipo de estación o un conjunto de tipos de estaciones que presentan sensiblemente las mismas calidades con relación a las especies forestales y a los ecotipos conocidos.

En ausencia de un catálogo de estaciones establecido científicamente, el catálogo práctico se establece empíricamente a partir de factores cuyo diagnóstico sea fácil y que parezcan determinantes. En montaña, es a menudo la altitud, la exposición y la naturaleza del sustrato geológico. En llanura, es a menudo determinadas características del suelo, como la profundidad alcanzable por las raíces, la textura y la estructura de los horizontes penetrables, su acidificación (o riqueza en elementos minerales), y su drenaje (ligado a la posición topográfica). En cada monte, el reconocimiento de las estaciones sobre el terreno debe generalmente traducirse por el establecimiento del mapa de estaciones que es uno de los fundamentos de la ordenación.

Teniendo en cuenta la escala a la que se puede realizar la gestión forestal, es inútil buscar en este trabajo una excesiva precisión. Un nivel de percepción (para designar la superficie más pequeña de una estación dada que se distingue en el mapa) de 1 ó 2 ha es generalmente suficiente. Sin embargo, a menudo se recomienda adaptar la precisión al objetivo de esta tarea distinguiendo:

- Un nivel de percepción muy preciso (por ejemplo 20 áreas) para estaciones señaladas a priori como notables que deben ser inventariadas con fines de protección. Es el caso por ejemplo de algunas turberas.

- Un nivel de percepción preciso (por ejemplo 1 ha) aplicado sobre los terrenos (sobre los cantones) donde se pueden producir operaciones de regeneración durante la ordenación (rasos a repoblar; masas arruinadas, degradadas; masas envejecidas) y donde se interroga sobre la elección de las especies a ordenar.

- Un nivel de percepción aproximado (por ejemplo 2 ó 4 ha) incluso muy aproximado

donde por el momento no hay necesidad más que de estimaciones sobre las calidades.

En la práctica, el inventario de las estaciones se puede realizar progresando (ayudado de una brújula y de un topofil (hilo topográfico)) sin tener en cuenta los límites de los cantones o de las masas. Se pueden utilizar dos procedimientos de inventario:

- Inventarios sistemáticos en los nudos de una cuadrícula geométrica de malla cuadrada o rectangular. Cada levantamiento entonces representa una superficie igual a la de la malla (1 ha para una malla de 100 x 100 m) y se puede admitir que esta superficie es la del nivel de percepción. Esto es inexacto si los levantamientos pasan al lado de estaciones que se extienden en una de las 2 direcciones de la cuadrícula. Este procedimiento parece por consiguiente reservado a las estaciones dispuestas en mosaico, sin dirección privilegiada (caso frecuente en situación de llanura o de meseta). Además puede recomendarse cuando se procede a un inventario por muestreo sistemático de las masas forestales: reagrupándose entonces los dos tipos de observaciones.

- Levantamientos sobre transeptos (itinerarios rectilíneos) establecidos generalmente para encontrar la mayor diversidad estacional, con un espaciamiento unido al nivel de percepción fijado (por ejemplo cada 400 m). Este procedimiento es conveniente generalmente en situaciones de ladera donde los transeptos sean perpendiculares a las curvas de nivel. Los levantamientos son efectuados en cada cambio aparente de estación sobre el transepto, a menos que este cambio se refiera evidentemente a una superficie inferior al nivel de percepción fijado. En ausencia de cambio aparente, se realizan sistemáticamente levantamientos de comprobación según un espaciamiento dado.

En el examen del mapa esquemático obtenido, las estaciones representadas por superficies inferiores al nivel de percepción son eliminadas (agregadas con otras mayores). El mapa de estaciones útil al gestor es, generalmente, un documento bastante esquemático trazado a escala 1/10.000, a veces 1/5.000 (incluso 1/2.500 para montes o partes de montes que puedan ser objeto de una selvicultura muy detallada), a veces también a 1/25.000. Los catálogos de las estaciones deben recoger informaciones sobre los caracteres siguientes:

- Especies existentes. Se considerarán todos los estratos: arbóreo, arborescente, arbustivo y herbáceo. Con respecto a la vegetación arbórea se distinguirá entre la especie dominante (la más abundante y que ocupa mayor superficie) y la especie objetivo de la ordenación (la que determinará la selvicultura a realizar en el futuro). Se tendrá especial interés en detectar las especies vegetales protegidas independientemente de su pertenencia a uno u otro estrato. Con respecto a las especies animales, dentro de lo posible, se efectuará su relación cualitativa (si es posible cuantitativa), si son nidificantes o utilizan la zona sólo como área de campeo y se establecerá sus figuras de protección.

- Vigor y productividad, apreciados especialmente, para cada especie representada, por la altura total alcanzada en función de la edad por los árboles más gruesos (si llega el

caso, se debe permitir relacionar la estación a una clase de calidad con respecto a la especie considerada). Este criterio, es uno de los más valiosos, pues es relativamente independiente de los tratamientos pasados, con tal que se distinga el método de beneficio que está en el origen de la masa: monte bajo, monte medio o monte alto.

- Longevidad, edad en la que la mayor parte de los elementos de una especie, cualesquiera que sean sus dimensiones, y su espaciamiento dan signos de debilidad o de marchitez (aclaramiento y desecación más o menos progresivo de las copas, disminución de crecimiento en diámetro).

- Frecuencia de las diseminaciones; facilidad de las regeneraciones naturales.

- Conformación y características tecnológicas de los productos.

- Frecuencia de los defectos (fendas de heladura, acebolladuras, etc.).

- Naturaleza e importancia de las enfermedades y de los parásitos.

- Resistencias a los choques de piedras, al empuje de la nieve, a los vientos.

Estos caracteres proporcionan para cada tipo de estación (o conjunto de tipos de estación) la siguiente información:

- Una lista de las especies que han demostrado su adaptación a las condiciones ecológicas de la zona.

- Una clasificación aconsejada de estas especies, por orden de preferencia según el objetivo principal fijado, (producción de madera de construcción, protección contra un principio de alud...).

- Una lista provisional de especies actualmente ausentes, pero susceptibles de ser probadas, según el objetivo principal fijado.

Montes del Alto Tajo (Guadalajara)

3. DIVISIÓN DEL MONTE EN CANTONES (Y EVENTUALMENTE EN RODALES TEMPORALES)

El cantón forestal es la pequeña unidad de gestión sobre la que se buscará un objetivo único determinado (al menos a largo plazo). Es la estructura elemental del monte; el marco donde se recogen la mayor parte de los datos, donde se toman las decisiones de gestión más útiles, donde se controla con precisión la evolución de la masa y la eficacia de la gestión. La importancia del cantón como referencia de todas las observaciones sobre la evolución del monte, conduce a limitar al mínimo necesario las modificaciones de los límites de los cantones considerados, con el fin de conceder a esos cantones una relativa perennidad.

Cuando el gestor se encuentra ante un monte que todavía no ha sido dividido en cantones, o cuando se pregunta sobre las rectificaciones indispensables a realizar a los límites de los cantones existentes, se recomienda tener en cuenta que el cantón debe ser, en principio, lo más homogéneo posible:

- En cuanto a las capacidades productivas forestales. No deben recubrir más que un tipo de estación o tipos de estaciones de las mismas capacidades productivas de la estación forestal[21] (mismas especies objetivo).

- En cuanto a las restricciones relacionadas con las funciones de protección o de uso social (y por consiguiente con respecto a la estructura ideal).

- Si es posible, en cuanto a las masas. Pero esto no es más que una condición secundaria. Es frecuente que la acción del hombre o de los accidentes naturales se reflejen en la yuxtaposición sobre una misma estación de masas diferentes. Estas masas son temporales y el gestor tendrá generalmente por objetivo (a medio o a largo plazo) reunificar los tipos de masas dentro de un cantón en función de los objetivos establecidos (esta reunificación quizás no sea necesaria si los objetivos son de protección física o paisajista o mantenimiento de la biodiversidad).

- Si es posible, en cuanto a las condiciones de saca.

El cantón no es necesariamente una unidad de aprovechamiento y de corta: los lotes de explotación pueden no afectar más que a una parte del cantón o reagrupar varios cantones. Pero se debe evitar, en la medida de lo posible, que un cantón esté físicamente dividido por obstáculos, como barrancos o contrafuertes rocosos, que impondrían, para un mismo lote de explotación, vías o medios de saca diferentes.

Las dimensiones del cantón están relacionadas con la heterogeneidad de las estaciones (cantones tanto más pequeños cuanto más heterogéneas son las estaciones) pero también con la intensidad de la gestión (porque el cantón es el marco de todos los

[21] Estación forestal: conjunto de elementos abióticos y bióticos que determinan la capacidad productiva de fitomasa y biomasa animal de una determinada zona.

análisis y de todos los controles de la evolución del monte) y con el tratamiento selvícola considerado.

- El cantón puede ser especialmente extenso (50 o más ha) en caso de selvicultura muy extensiva o en zonas donde no se vaya a realizar ninguna selvicultura (superficies fuera de ordenación); no sirve entonces más que de referencia geográfica para esporádicas intervenciones no selvícolas.

- Cuando el tratamiento considerado debe favorecer la evolución hacia una estructura irregular para cumplir unas funciones de protección, la dimensión de los cantones no es fundamental; según la intensidad de la selvicultura considerada, puede variar esquemáticamente entre 5 y 30 ha. Extensiones de 10 a 25 ha son las más frecuentes.

- Cuando el tratamiento considerado deba conducir a una estructura regular por cantón, la dimensión del cantón, muy unida a la homogeneidad estacional, es además un compromiso entre preocupaciones de orden ecológico y paisajístico (minimizar el impacto de las cortas de regeneración reduciendo la superficie del cantón) y las preocupaciones de orden económico (realizar economías de escala aumentando la superficie del cantón, porque se concentran así las intervenciones, las cortas y los trabajos de la misma naturaleza). Las dimensiones recomendadas pueden variar de 3 ó 4 hectáreas (selvicultura muy intensiva, estaciones heterogéneas, funciones de protección pero con restricciones no demasiado marcadas para imponer una estructura irregular, pequeños montes) a 20 ó 25 ha (montes de llanura sobre estaciones homogéneas cuando la función de producción puede ser optimizada). Extensiones de 8 a 15 ha son las más frecuentes.

- Cuando el tratamiento es un tratamiento de monte bajo o monte medio, el cantón sirve sobre todo de referencia geográfica y sus dimensiones tienen poca importancia; en la práctica, corresponde a menudo en este caso a una unidad de explotación.

A veces los cantones comprenden varios tipos de masas yuxtapuestas. Lo que no es un inconveniente si, a corto y medio plazo, estas masas pueden estar sometidas a las mismas operaciones selvícolas: así una parcela que reagrupa fustales jóvenes de frondosas y resinosas podrá ser recorrido simultáneamente por cortas de ambos tipos de masa. No ocurre lo mismo si las masas requieren intervenciones muy diferentes como consecuencia de clasificaciones en unidades dasocráticas diferentes: si el cantón reúne resinosas llegadas a la madurez sobre una parte apreciable de su superficie y jóvenes fustales de frondosas en el resto, será obligatoriamente dividido en una parte a regenerar, clasificada en una superficie a regenerar y una parte a aclarar, clasificada en un superficie de mejora. Es entonces útil dividir el cantón, de forma temporal (pero por una duración que puede ser muy grande...) en rodales.

Cada rodal, que requiere intervenciones selvícolas distintas, constituye entonces la unidad de gestión más pequeña y como se verá en el siguiente capítulo, hay métodos de gestión basados en este tipo de unidades. Prácticamente, su superficie no desciende por debajo de 2 ó 3 ha (salvo excepción).

4. TIPOLOGÍA DE LOS CUARTELES

De una manera general los cuarteles pueden tener como objetivos prioritarios las siguientes funciones: producción, producción – protección, protección, uso social y reservas biológicas, fuera de ordenación y de interés cinegético. Complementariamente, se deben considerar superficies (cuarteles) fuera de ordenación (no sujetas a gestión forestal).

- **Cuarteles de producción (y de protección general del medio y del paisaje)**

Corresponde a cualquier cuartel donde los aprovechamientos sean el objetivos principal de la gestión y donde se puedan obtener, más pronto o más tarde, productos comercializables (madera, leñas, cortezas, frutos, resinas) y donde se pueda aplicar o considerar una selvicultura que optimice esta función de producción con un aprovechamiento a la edad que corresponde a la madurez técnico-económica y el tratamiento en monte alto regular (que permita economías de escala). Sin embargo, si el tratamiento en monte alto irregular se impone por otras restricciones distintas de restricciones de protección marcadas (caso de masas de producción de corcho o de piñón o de acogida de público), no constituye un factor de clasificación y no se opone a la clasificación del cuartel en cuartel de protección (o de uso social).

Los cuarteles de producción, tienen además un papel implícito de protección (protección general frente al régimen de aguas, protección contra las erosiones, protección de los biotopos y de los paisajes, etc.). Este papel de protección se manifiesta por precauciones culturales, por reglas que influyen sobre los modelos de selvicultura (cortas de regeneración más o menos progresivas, etc.), pero no está bastante marcado para impedir (en una primera aproximación) optimizar la renta a obtener de la función de producción.

Los cuarteles de producción, tienen capacidades productivas muy diversas; desde el nivel que permite esperar comercializar productos maderables hasta las mayores producciones. La clasificación en producción no implica que haya posibilidad de aprovechamiento maderable a corto plazo: el estado de las masas (inadaptadas, o demasiado jóvenes, o aún incompletas), o el estado de la infraestructura, pueda prohibir cualquier perspectiva de aprovechamiento a corto plazo. Basta que las capacidades de la estación permitan considerar un largo plazo, con las infraestructuras deseables (técnicamente posibles y económicamente razonables) que se suponen realizadas, un aprovechamiento vendible en pie (suponiendo que las condiciones del mercado son constantes).

- **Cuarteles de producción y protección física y paisajista**

En estos cuarteles un aprovechamiento de madera puede ser razonablemente considerado (y puede ser considerable), pero las restricciones de protección son muy

marcadas (protección física, unida a riesgos de comienzo de avalanchas, deslizamientos, abarrancamiento, desprendimientos, desplazamientos de arena en zona litoral, protección paisajística, en algunos parajes particularmente notables, etc.). Estos cuarteles se manifiestan por restricciones selvícolas que no permiten optimizar la función de producción y en ellos se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Edad de madurez[22]: la elección de la edad de madurez se hará en función de criterios esencialmente técnicos, con el fin de optimizar en primer lugar funciones de protección precisas, o minimizar el impacto de las cortas de regeneración sobre el paisaje.

- Estructura: en este tipo de cuartel la estructura irregular aparece como la ideal, es decir que, sobre la extensión de un cantón (5 ha o más), parece deseable, por motivos de protección, extender la regeneración sobre una duración superior a la mitad de la edad de madurez y es en todos los casos indispensable extenderla sobre una duración superior a la cuarta parte de la edad de madurez.

En estos cuarteles se pueden distinguir: cuarteles de producción y protección física y cuarteles de producción y protección paisajista.

- **Cuarteles de protección física y paisajista**

Se caracterizan, porque las condiciones de estación o las restricciones que la protección imponen al tratamiento de las masas (o a la infraestructura), no permiten esperar, incluso al final y cuando las infraestructuras técnicamente posibles y económicamente razonables hayan sido realizadas, ningún aprovechamiento vendible. Además, las masas deben jugar un papel de protección demostrado.

En estos cuarteles, las intervenciones selvícolas serán, tarde o temprano, necesarias para asegurar el mantenimiento y la eficacia del estado de la masa y deberán ser realizadas sin pérdidas. Con más precisión, se distinguen todavía: cuarteles de protección física y cuarteles de protección paisajista. Para el caso de especies vegetales o animales su protección se realizará por medio de la clasificación de los terrenos donde vegetan o habitan en reservas biológicas (que se tratan más adelante).

- **Cuarteles de uso social**

En los cuarteles de uso social (o recreo), la función principal de uso social determina la selvicultura aplicable: elección de las especies, de los criterios de cortabilidad, de las estaciones y de los modelos selvícolas. La función de producción generalmente asociada

[22] Edad de madurez es el lapso de tiempo que transcurre desde el origen de la masa hasta su regeneración por haber cumplido sus objetivos. Se puede modificar después de cada periodo de aplicación de la ordenación, por lo que tiene un carácter flexible. El turno corresponde a una edad de madurez constante.

(pero no necesariamente) se sitúa en niveles muy variables y puede ser importante; pero no puede optimizarse en razón de las restricciones traídas por la función de uso social.

En estos cuarteles, se puede distinguir también eventuales cuarteles de protección o producción-protección que tienen además el uso social como objetivo secundario: son entonces los objetivos de protección los que determinan la selvicultura.

- **Cuarteles fuera de ordenación**

Se clasifican como cuarteles fuera de ordenación las superficies en las que ningún objetivo ni de producción ni de protección unido al estado de la masa parece justificar, incluso al final, una intervención selvícola.

Estos cuarteles están constituidos bien por cantones casi completamente rasos y no arbolables (rocas, praderas de altitud, dunas...) que pueden eventualmente estar expuestos a riesgos naturales; o bien masas muy mediocres o inaccesibles que pueden jugar un papel ecológico muy difuso o un determinado papel paisajístico.

- **Reservas biológicas**

El objetivo de las superficies clasificadas como reservas biológicas es esencialmente la protección de riquezas naturales, biotopos y especies animales o vegetales, raros o amenazados.

Si se consideran intervenciones humanas para asegurar el objetivo, la reserva se llama dirigida; si se excluye cualquier intervención humana, la reserva se llama integral. Las reservas integrales se pueden crear además para conocer mejor, por observaciones científicas prolongadas, la dinámica de los medios forestales típicos según su evolución natural.

La tipología general de los cuarteles que se ha establecido, reagrupa grandes conjuntos estacionales relativamente homogéneos en cuanto al objetivo principal de la gestión forestal. Es una primera fase de clasificación del patrimonio gestionado con el fin de conocerlo mejor; la base de los datos que va a constituirse por cuartel de ordenación permitirá ir mucho más lejos. El usuario deberá intentar conciliar la realidad compleja del terreno con el marco teórico definitivo; para eso se admitirá principalmente que un cuartel no puede ser perfectamente homogéneo y se le podrá clasificar en función de los objetivos que impongan la selvicultura a aplicar sobre la mayoría de los cantones (algunos cantones o rodales, de pequeña superficie relativa, pueden unirse al cuartel por razones de comodidad).

Los tipos de cuarteles anteriormente descritos presentan además un objetivo común: llevar las poblaciones animales a los efectivos compatibles con el equilibrio general del medio natural y con la realización de los objetivos principales asignados al cuartel.

- **Cuarteles de interés cinegético**

Siguiendo lo establecido por Dubourdieu (1997), todos los cuarteles descritos anteriormente, tienen como objetivo general y común el conducir las poblaciones animales a los efectivos compatibles con la consecución de los objetivos fijados para cada cuartel. Sin embargo, en casos muy particulares, principalmente cuando no existen restricciones de protección o de uso social y cuando los aprovechamientos cinegéticos proporcionan unos ingresos superiores a los tradicionales (madera, leña, cortezas, resinas o frutos), motivados por unas masas poco productivas por motivos ecológicos (pobres calidades de estación) o selvícolas (monte bajo o medio), se puede dirigir la gestión a optimizar el ejercicio de la caza. En este caso, las superficies donde se desarrolle la caza constituirán un cuartel de interés cinegético.

La realización de las actividades cinegéticas, no serán incompatibles con el resto de las funciones de los ecosistemas forestales y el mantenimiento de las formaciones vegetales, para lo cual es imprescindible inventarios tanto de fauna cinegética como de la vegetación arbórea para conseguir el adecuado equilibrio silvo-cinegético.

5. DETERMINACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE REFUGIO DE LA FAUNA SALVAJE

El monte es generalmente un medio propicio al desarrollo de una fauna abundante y diversificada. El gestor debe, sin embargo, evaluar las capacidades tanto con un fin general de protección de las especies como para una mejor gestión selvícola y cinegética. Las capacidades de refugio de la fauna salvaje, están unidas a la satisfacción de las necesidades elementales de los animales y dependen, por consiguiente, de los principales factores siguientes:

- La alimentación, de la que se puede apreciar la abundancia por la naturaleza y el estado de las masas forestales y de la vegetación: apetencia de las especies y sobre todo de las especies que constituyen el subpiso y el tapiz vegetal, abundancia de frutos forestales (bellotas, hayucos, castañas, moras, serbas, madroños...) y hongos, zarzas o hiedra, gramíneas, eventualmente cultivos y praderas artificiales (enclavados o en lindes). En un plano muy general, una masa forestal es más favorable si presenta diversas especies en mezcla, un subpiso o clases de edad jóvenes o incluso una mezcla de clases de edad dentro de una estructura irregular (o por pequeños cantones). La importancia de los linderos, de los rasos, de las galerías debe ser considerada.

- El agua, indispensable a la mayor parte de las especies animales, y sobre todo al ciervo y al jabalí. Es pues, importante recoger los puntos de agua existentes o susceptibles de ser acondicionados.

- La tranquilidad, unida a la importancia relativa de las masas jóvenes difícilmente penetrables, a la abundancia del subpiso leñoso, a los helechos, zarzas, pero también a la densidad de la red de saca del monte o uso social.

La evaluación de las capacidades de refugio de la fauna silvestre necesita el examen de todos estos factores así como la observación de los posibles daños a las masas forestales, y principalmente a los regenerados. Puede conducir a la elaboración de un mapa de capacidades, que presente para las especies, o para cada especie considerada, una clasificación de los cantones según su capacidad para proporcionar abrigo y comida. Una estimación de estos dos criterios (por ejemplo según tres niveles, bueno, medio, malo) puede realizarse para cada cantón.

Este método, permite no solamente dar un resumen de las capacidades en un momento (determinado), sino además realizar comparaciones en el tiempo y previsiones (se podrán establecer mapas provisionales a partir de la programación de las cortas y de los trabajos previstos por la ordenación).

Cualquiera que sea el método empleado, las observaciones deberán permitir evaluar, para cada tipo de caza, y para el monte o macizo forestal, la densidad óptima correspondiente al equilibrio silvo-cinegético.

Por definición, este equilibrio debe permitir regenerar localmente las masas sin que sea necesario recurrir a dispositivos de protección (si no muy localizados, si sobre algunos sitios particularmente muy frecuentados, o sobre regenerados de especies exóticas, como el abeto Douglas o el roble rojo). La densidad óptima fijada por la ordenación corresponderá la mayoría de las veces al nivel de equilibrio silvo-cinegético. A partir de esta densidad óptima, es posible determinar el nivel de población ideal y, teniendo en cuenta los crecimientos anuales teóricos y la relación de sexos, los planes anuales de caza indicativos.

Cuando se comprueben daños a las masas forestales provocados por densidades excesivas de animales, se recomienda localizarlos, apreciar su importancia y seguir su evolución con ayuda de mapas esquemáticos de daños (por ejemplo asignando un valor a cada cantón o a cada masa según el porcentaje de los regenerados ramoneados o de los troncos rozados o descortezados).

6. ESTUDIO DE LOS RIESGOS NATURALES QUE PUEDEN ACTUAR SOBRE EL MEDIO FORESTAL Y PRODUCIR RESTRICCIONES EN CUANTO A LA GESTIÓN

Los riesgos que pueden actuar sobre la evolución de algunos suelos hidromorfos o podzólicos en función de las especies y de las técnicas utilizadas, lo mismo que las amenazas de orden biológico (agentes patógenos, parásitos...), que pueden afectar a determinadas masas forestales deben ser tenidos en cuenta por el ordenador a partir de los trabajos y de las recomendaciones de los especialistas científicos. Pero, el ordenador forestal es actualmente el más preparado para reconocer y localizar determinados riesgos naturales, eventualmente con la ayuda de especialistas:

- Riesgos de abarrancamiento y de crecidas torrenciales, sobre algunas vertientes o cuencas torrenciales, en relación principalmente con el régimen climático y los tipos de suelos y substratos.

- Riesgos de comienzo de avalanchas en pendientes muy nevadas y superiores al 60 %. Estos riesgos afectan a una superficie muy superior a la de las avalanchas ya declaradas, por consiguiente la influencia es conocida.

- Riesgos de caídas de bloques de piedras en la parte inferior de algunos acantilados o despeñaderos.

- Riesgos de deslizamientos de terrenos, de apreciación a menudo difícil en ausencia de indicadores claramente visibles.

- Riesgos de desplazamientos de dunas bajo el efecto de vientos.

- Riesgos de incendios: aunque su origen esté la mayoría de las veces unido a una intervención humana, dependen mucho de factores naturales y su extensión puede revestir en algunas regiones una importancia primordial; se debe entonces intentar evaluar estos riesgos en función de las formaciones vegetales y de las localizaciones.

En todos los casos, el análisis sobre un monte debe:

- Cartografiar los fenómenos declarados (riesgos demostrados) y los fenómenos potenciales (riesgos supuestos).

- Definir la zona de influencia total de las superficies amenazadas por avalanchas, aludes, piedras o deslizamientos.

- Evaluar, si es conveniente, el valor de los bienes (bosques, cultivos, caminos, construcciones...) directamente amenazados.

- Cuando varios riesgos (declarados o supuestos) pueden originarse sobre un mismo territorio forestal, definir el que supera a los otros con respecto a la ordenación, el que determina las restricciones selvícolas, la selvicultura a aplicar.

Montes de Sevilleja de la Jara (Toledo)

7. ANÁLISIS DEL MEDIO ECONÓMICO Y HUMANO

El objetivo general de la gestión forestal es satisfacer de la mejor manera posible las necesidades y las aspiraciones actuales y futuras de los hombres, en productos (madera de construcción, leña, caza, productos secundarios...) y en servicios (protección física en montaña o en el litoral, paisaje, marco de esparcimiento y recreo,...). El análisis debe por consiguiente esforzarse en calificar, después de evaluar, y cuantificar todas estas demandas:

- Demandas previsibles a corto y medio plazo durante la duración del período de aplicación de la ordenación.

- Demandas posibles a más largo plazo como las que se pueden considerar por una proyección de las tendencias evolutivas o de las inflexiones observadas o supuestas.

Las inmensas incertidumbres que actúan sobre la previsiones a largo plazo deben conducir generalmente a orientarse sobre los productos más polivalentes y a preservar todas las capacidades con respecto los servicios que podrán solicitarse al monte; deben incluso conducir a revisar frecuentemente las previsiones para reajustarlas en función de las evoluciones comprobadas. Más allá de estos principios elementales de sentido común, no se puede más que establecer escenarios de evoluciones posibles y apostar sobre la probabilidad de realización de cada uno...

Estos análisis son tanto más procedentes cuando consideran el conjunto de los niveles territoriales y particularmente la región y el macizo, antes que el monte propiamente dicho. Con mayor precisión, el análisis debe generalmente referirse a los siguientes aspectos.

- La economía de la madera; estado y evolución del mercado de productos leñosos

Se deben plantear sucesivamente tres preguntas:

1. ¿Cuál es la demanda? Para cada especie, ¿cuáles son las clases de productos, los usos y los precios de venta actualmente observados? ¿Cuáles son los radios de aprovisionamiento y las condiciones de competencia? ¿Cuáles son, para cada especie y cada uso, los criterios de calidad y su influencia respectiva sobre los precios?

2. ¿Cómo evolucionará esta demanda, en cantidad y calidad, en los próximos 5, 10 ó 20 años, en función de la evolución de las técnicas de aprovechamiento, del transporte y transformación, de la evolución de las costumbres, de las necesidades y de los usos, del desarrollo de los materiales y técnicas concurrentes, de la situación de las empresas y de los proyectos industriales?

3. ¿Cómo, según qué escenarios o en qué campo, se pueden proyectar a largo plazo las evoluciones previsibles a corto plazo?

- Las demás producciones (o producciones potenciales) del monte

Muy secundarias en general, algunos productos del monte como semillas, frutos diversos, hongos, corcho, resinas o productos de cantera pueden presentar (o ser llamados a presentar) localmente un interés económico y social apreciable. El análisis puede revelar procedimientos posibles de aprovechamiento.

- El ejercicio de la caza

La caza juega un triple papel: un papel ecológico que permite al gestor forestal llevar las poblaciones animales a efectivos compatibles con el equilibrio general del medio natural; un papel económico evidente; un papel social por las satisfacciones que proporciona a los cazadores. El gestor debe especialmente evaluar, independientemente de las capacidades de refugio de la fauna salvaje, las demandas de los cazadores, en cuanto a las condiciones de ejercicio de la caza, modos de caza, repartición de las especies..., su peso respectivo en el conjunto de las demandas de los usuarios y beneficiarios del monte, y su evolución previsible.

- El uso social y el lugar del monte en el paisaje

En una región o en un macizo, el análisis debe dirigirse sobre los elementos siguientes:

- Importancia y distribución de la frecuentación de los montes por el público; evolución comprobada y evolución previsible, en función principalmente de los proyectos de desarrollo de las aglomeraciones y de las estaciones turísticas (deportes de invierno, estaciones balnearias y termales, etc.).

- Factores generales de atracción de visitantes (tipos de masas forestales, tipos de equipamiento...).

- Criterios estéticos, de apreciación de sitios y paisajes, en función especialmente de la composición y de la estructura de las masas forestales.

- Factores de degradación de los sitios y de los paisajes, límites a la frecuentación (densidad máxima de infraestructuras, como vías de comunicación, senderos, pistas de esquí...).

- Restricciones de gestión unidas al uso social (por ejemplo, dispersión y protección del regenerado).

Para un monte, el análisis debe traducirse, más precisamente, por el inventario de los recursos actuales o potenciales, así como de los sitios notables y de los paisajes sensibles, que obliguen a una prioridad de los esfuerzos de protección o de valoración.

- Restricciones particulares (unidas a la presencia del hombre)

Además del pastoreo que se puede realizar en algunos montes, y del que es preciso examinar sus posibilidades y límites (capacidad de carga, para cada especie, en el espacio y en el tiempo, y las normas de conducción de los rebaños), puede ser necesario analizar:

- Las restricciones unidas a los riesgos de incendios, en relación con el uso social y la infraestructura del monte.

- Las restricciones unidas a las contaminaciones industriales; origen y naturaleza de las contaminaciones, evolución, daños al medio y a las masas forestales, clasificación de riesgos.

- Las restricciones relacionadas con el desarrollo de urbanizaciones a costa del monte; zonas donde la explotación forestal es perturbada, zonas amenazadas por ampliación de zonas de influencias de construcciones e infraestructuras, áreas que requieren una concentración parcelaria territorial.

8. FORMACIÓN DE CUARTELES EN LAS INSTRUCCIONES DE CASTILLA LA MANCHA

Las generalidades expuestas anteriormente sobre la constitución de cantones y cuarteles se concretan en las Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla La Mancha en los siguientes artículos:

- *Clasificación de superficies* (artículo 5). Se definen los tipos de arbolada densa, arbolada rala, arbolada dispersa, bosque de galería y riberas arboladas, sotos, choperas, de arbustedo o matorral y pastizales y praderas.

- *Clasificación de superficies arboladas* (artículo 6). Clasifica la superficie arbolada en superficie de masa irregular (en bosquetes pequeños o pie a pie), superficie semirregular, superficie regular en regeneración, superficie regular en estado de repoblado/monte bravo, superficie regular en estado de latizal, superficie regular en estado de fustal y superficie regular en fase de envejecimiento y/o destrucción. De forma complementaria clasifica las superficies según la forma fundamental de masa (método de beneficio): monte alto, monte medio, monte bajo, así como de formas complementarias (masas con reserva, masas con subpiso o con varios pisos) o formas derivadas de masa (monte adehesado y montes claros).

- *Criterios para la formación inicial de cuarteles de inventario* (artículo 7). Establece como criterios los correspondientes a factores fisiográficos: altitud, exposición y pendiente; factores edáficos: cuando exista alguna restricción al respecto y factores ligados a la vegetación: espesura, especie y determina que los límites deben ser líneas naturales (divisorias de aguas, cursos de agua, etc.) o artificiales (caminos, vías de saca, cortafuegos, etc.). de tal manera que sus líneas perimétricas estén bien definidas y sean fácilmente identificables.

- *Definición de cantones especiales* (artículo 8). Corresponden a superficies homogéneas de tamaño muy inferior a los que se recomiendan para los cuarteles y con usos muy concretos como recreo, protección, rodales semilleros, e incluso zonas de especial protección. Estos cantones especiales no se integrarán necesariamente en los cuarteles adyacentes, y a efectos de la futura Planificación tendrán la consideración de unidades de gestión independientes.

- *División del cuartel en cantones* (artículo 9). Los cantones serán las unidades últimas de inventario no divisibles de carácter permanente; a las que se referirán las características y datos de los estados del inventario. Los cantones se identificarán mediante números, correlativos; en la medida de lo posible, su numeración seguirá un orden lógico (numeración de norte a sur y de oeste a este, o en sentido de avance de las agujas del reloj, o espiral, por ejemplo).

- *Formación definitiva de cuarteles*: confirmación de cuarteles de inventario (artículo 33). Se realizará con base en los datos obtenidos del inventario, de las conclusiones y diagnóstico de conservación de los sistemas forestales y del estudio de usos y prioridad y compatibilidad de los mismos, confirmándose o modificándose sus límites respecto a los cuarteles de inventariación.

- *Agrupación de cuarteles en secciones*. *Denominación* (artículo 34). Cuando la extensión del monte sea importante, los cuarteles se agruparán en secciones de ordenación. Para ello deberá existir afinidad respecto a especies, estructura de las masas u objetivos y usos.

- *Materialización y numeración de la división dasocrática. Cartografía* (artículo 59). La división dasocrática quedará convenientemente señalizada sobre el terreno, en aquellos cantones que lo precisen por presentar límites dudosos. Igualmente, la división dasocrática se llevará al plano de inventariación (preferentemente a escala 1:10.000), obteniéndose así el Plano de Ordenación, en el que quedarán claramente identificadas las diferentes unidades selvícolas.

Señalización de calles en el Alto Tajo

5
MÉTODOS DE ORDENACIÓN

Luis Díaz Balteiro

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se describen las principales características de los métodos de ordenación habitualmente empleados en la ordenación de los sistemas forestales en España, así como sus aplicaciones a determinados sistemas forestales, singulares por determinadas características. A lo largo del capítulo 3 ya se ha repasado la evolución de estos métodos a lo largo de las sucesivas instrucciones de ordenación publicadas en España desde el siglo XIX. Haciendo una simplificación inicial, estos métodos se pueden dividir entre aquellos que se orientan a masas con una forma fundamental de masa regular (división por cabida, métodos de tramos, método de rodales), frente a los métodos de entresaca característicos de las masas irregulares. Como se detallará en los siguientes epígrafes, esta clasificación inicial se puede particularizar mucho más, ya que existen métodos basados en la idea de tramo cuyo resultado van a ser masas semirregulares o irregulares, o unidades dasocráticas donde se aplique el método de rodales que se gestionen como masas irregulares.

Dejando a un lado aspectos normativos, en gran parte de los montes donde se ha iniciado un proyecto de ordenación, éste se ha basado en cortar una parte más o menos alícuota de la superficie del cuartel (tramo) a lo largo de un período de regeneración, siendo la cabida del tramo así construido una superficie de referencia a la hora de aplicar algunos métodos (la llamada cabida periódica). La idea básica era replicar este esquema a lo largo de sucesivos períodos de regeneración hasta conseguir la completa ordenación de la masa (este lapso de tiempo se conoce como turno de transformación). A la hora de tomar decisiones de cómo gestionar un monte es preciso tener en cuenta que esta idea informa del dilatado plazo asociado a una ordenación de un sistema forestal, aunque en la realidad muy pocos montes en España han conseguido finalizar el turno de transformación. En efecto, después de la aplicación de los métodos que se explicarán a continuación, existe una ingente superficie forestal en España en la que, o bien donde no se ha realizado proyecto de ordenación alguno, o bien éste ha sido abandonado y años después, en el mejor de los casos, se ha retomado la ordenación. Esta realidad refleja el hecho que a la hora de elegir y justificar la aplicación de un determinado método de ordenación en el monte objeto de estudio, es preciso analizar muy cuidadosamente la historia dasocrática del mismo.

Por otro lado, antes de empezar a desglosar los distintos métodos conviene incidir en la verdadera utilidad de los mismos, ya que la gestión forestal nunca debe tener como meta aplicar un determinado método, sino emplear el método más adecuado para conseguir cumplir los objetivos marcados para la ordenación del monte en

cuestión. No debe olvidarse que la ordenación no es un fin, sino un medio para alcanzar una gestión adecuada del monte objeto de estudio (Dubourdieu *et al.*, 1993). De la misma forma, se debe elegir el método aprovechando al máximo las informaciones disponibles, la experiencia del gestor y no se debe ni despreciar alguna metodología por razones no justificadas, ni emplear un determinado método simplemente por mimetismo con otras ordenaciones, aunque las condiciones y circunstancias no sean equiparables. Es preciso contemplar los métodos de ordenación ampliando la idea que sugirió Mackay (1944), según la cual un método de ordenación es un proceso razonado que permite acomodar la disposición interna del monte a cierto tipo de características determinadas. Este proceso razonado debe darse no sólo en la redacción del proyecto de ordenación, sino la elección del método más adecuado, paso previo que muchas veces, o bien se ignora, o no se justifica con la mínima precisión requerida.

En los siguientes epígrafes se describirán los métodos más habitualmente empleados, y recogidos en las Instrucciones de ordenación de montes arbolados de Castilla la Mancha, comenzando por los métodos asociados a masas con un método de beneficio de monte alto y estructura regular, para seguidamente pasar revista a los dos métodos habitualmente empleados cuando la masa presenta una estructura irregular. A continuación se abordará en varios epígrafes diversos aspectos relacionados con la gestión de sistemas forestales singulares, como pueden ser los alcornocales, los pinares de *Pinus pinea* L., las masas cuya forma principal de masa es el monte medio o monte bajo y las dehesas. Los dos últimos apartados hacen mención a la gestión de otras formaciones y otras producciones con y sin valor de mercado que presentan hoy en día un gran interés en la gestión forestal.

2. DIVISIÓN POR CABIDA

Comenzando por los métodos de ordenación más sencillos, el método de división por cabida pretende lograr una estructura de masa regular y coetánea. Al enunciar estas dos características, es fácil pensar que nos estamos refiriendo a situaciones donde el aspecto productivo cobra gran protagonismo. Este método se aplica tanto en masas forestales cuyo método de beneficio es el monte alto, como en otras donde predomina el monte bajo y el monte medio y donde, como se verá más adelante, el método de división por cabida se aplica para gestionar la producción de leñas. Con independencia de la forma fundamental de masa, una condición indispensable para el éxito en cuanto la aplicación de este método radica en asegurar la regeneración futura, bien de forma natural, o bien a través de una nueva plantación. Este método está ligado a un tipo de selvicultura concreto, como son las cortas a hecho, y esto hace que el cuartel se divida en una serie de superficies, más o menos homogéneas, llamadas tranzones. El grado de homogeneidad de los mismos depende del objetivo último de la ordenación. Como se verá más adelante, si se pretende obtener una constancia en la producción (madera o leñas), se deberá ponderar las superficies de los distintos tranzones en función de la calidad de los mismos, con el objetivo de lograr esas producciones homogéneas en el tiempo. En otras ocasiones, y atendiendo a razones de simplicidad, el gestor simplemente fija una superficie de corta uniforme aún a pesar

de que esta decisión conlleva la no obtención de una producción homogénea en cada uno de los períodos.

Comentando aspectos propios del plan general, conviene comenzar diciendo que la selvicultura que se aplica suele ser muy básica. Las cortas finales incorporan cortas a hecho, casi siempre en un tiempo, lo que sugiere que para aplicar este método tienen que darse una serie de condicionantes que permitan aplicar este tipo de cortas finales: ausencia de pendientes fuertes, suelos apropiados, normativa legal que no impide su aplicación, etc. El resto de tratamientos selvícolas suelen comprender aspectos como podas, fertilizaciones (choperas), desbroces, etc.

Entrando ya en la toma de decisiones propia asociada a la aplicación de este método (tabla 14), una de las primeras medidas a tomar se refiere a la elección del turno a emplear en la ordenación. Generalmente se trata de turnos financieros o tecnológicos, aunque en casos también pueden ser de máxima renta en especie. En otras CC.AA., como Andalucía, se exige que para aplicar este método el turno sea menor de 20 años (Borrero y Montero, 2004). Así, se tendrá un número de tranzones igual al turno previamente fijado, si las cortas son anuales. En el caso de que las cortas fuesen plurianuales su número sería igual al turno dividido por el número de años que transcurren entre dos cortas finales consecutivas. La decisión de programar unas cortas a hecho anuales o cada cierto número de años se soslaya en muchas ocasiones, pero conviene buscar un compromiso entre la homogeneidad anual en la producción (madera, leñas) y la fragmentación que esto supone. Obviamente, la superficie del cuartel y el turno fijado ya darán una orientación clara al respecto, porque tampoco se debe pensar en superficies anuales de corta demasiado reducidas, al igual que el tamaño y la disposición de los cantones.

Tabla 14. *Resumen de las principales decisiones en el método de división por cabida.*

Decisiones fundamentales	Casuística
Elección del turno	Financiero, tecnológico o de máxima renta en especie
Periodicidad de las cortas	Anual o plurianual
Objetivo de la ordenación	Producción: igualdad en las cortas en cada período (año o superior) o producción heterogénea a costa de cortar la misma superficie en cada período
Tranzones	Cerrados, abiertos, posible ruptura de cantones

Llegados a este punto, el gestor deberá pensar si el objetivo de producción se puede cumplir simplemente cortando todos los años (o cada cierto número de años) la misma superficie (Sc/T), donde *Sc* sería la superficie del cuartel, y *T* el turno. Si esta circunstancia no se produce, generalmente debido a la existencia de distintas calidades de estación en el cuartel, habrá que ponderar convenientemente la superficie de cada cantón por un coeficiente de tal forma que se cortará menos de aquellos cantones con una mejor calidad de estación, y más de aquellos otros con una calidad de estación peor. Así se llegará a unas cifras similares en cada año del turno de transformación. Este sería el concepto de superficie reducida (Madrigal, 1994), y consiste en ponderar cada superficie por un factor que sea el cociente entre el volumen del cantón y el volumen ponderado de todo el cuartel. Una vez que se ha finalizado el turno de

transformación, se logrará lo que se denomina serie ordenada de tranzones, si las cortas son anuales, o serie graduada de tranzones, cuando las cortas presentan otra periodicidad.

Pasando a las decisiones incluidas en el plan especial, la primera a tener en cuenta sería la posibilidad a tener en cuenta en el próximo período. El cálculo de la misma resulta inmediato si la masa está ya ordenada: sería simplemente el producto entre la superficie del tranzón y el volumen del mismo: $p = (Sc/T) * V$. En el caso que la gestión todavía estuviera dentro del turno de transformación y, por tanto la masa no está ordenada, habría que sumar al término anterior el crecimiento de la masa desde que se ha producido el último inventario:

$$p = (Sc/T) * V + (Sc/T) * Cc * n \qquad (1)$$

Donde *p* sería la posibilidad anual (m^3/ha), *Sc* la superficie del cuartel, *T* el turno, *V* el volumen del tranzón, *Cc* el crecimiento anual, y *n* el número de años transcurridos desde el último inventario. La fórmula (1) se refiere al caso donde existen cortas anuales y es preciso tener en cuenta que su validez está condicionada por el término *n*, ya que en especies de crecimiento rápido el crecimiento corriente varía notablemente después que han transcurrido algunos años. Una vez fijada la posibilidad, se asignarán convenientemente los cantones a los distintos tranzones, recomendándose la inclusión de aquellos que presenten algún tipo de daños y donde la regeneración sea prioritaria en el primer tranzón. La asignación continuará siguiendo un criterio de edad. Aunque en el caso más simple lo habitual es que los tranzones sean cerrados, éstos podrán ser abiertos, en función de distintos condicionantes que presente el monte (minimizar el sacrificio de cortabilidad, defensa contra vientos, etc.). Llegados a este punto, el gestor también deberá decidir sobre la conveniencia de romper o mantener la división inventarial existente (los cantones), para favorecer una igualdad más precisa de las producciones esperadas de madera o de leñas.

Potencialmente, este método se podría aplicar a algunas de las plantaciones con *Populus* sp. existentes en la región (Selva y Reyes, 1997). Para otro tipo de masas forestales cuyo método de beneficio sea el monte alto, su aplicación actual es prácticamente inexistente, y es preciso tener en cuenta ciertas limitaciones que presenta este método en áreas mediterráneas (Madrigal, 1994). Por otro lado, donde este método presenta una mayor aplicabilidad, como se explicará en un apartado posterior, es en la organización de la producción de leñas y ramón (art. 66 Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla La Mancha). Finalmente, es preciso tener en cuenta que si la masa procede, como ocurre habitualmente, de una plantación, es preciso tomar medidas para controlar la acción del ganado en las fases iniciales de la misma.

3. MÉTODOS DE TRAMOS

Tal y como se ha apuntado en el capítulo 3 de este libro, los métodos basados en tramos han sido la piedra angular sobre la que ha descansado la ordenación de montes

en España desde finales del siglo XIX. La preponderancia de estos métodos sobre otros se ha debido, fundamentalmente, a hechos como la relativa simplicidad de los mismos frente a otras propuestas que requieren una exigencia mayor por parte del gestor (i.e., entreseca) y por los objetivos fijados en los proyectos de ordenación. Desde su génesis, estas metodologías proponían el cumplimiento de los principios clásicos de la ordenación de montes (principios de persistencia, rentabilidad y máximo rendimiento), a través de la consecución de lo que se conoce como "monte normal". Este concepto se puede definir como un ideal que, de acuerdo al principio básico de obtener una producción regularizada de madera, si se conseguía este objetivo se alcanzaba una ordenación de las masas que se podría perpetuar en el tiempo, cumpliendo los objetivos clásicos anteriormente citados. Se le asume como ideal porque en la práctica resulta harto complicado llegar a un estadio similar al inicialmente pensado como monte normal, y, además, haría falta agotar un turno de transformación de la masa para por lo menos alcanzar una estructura próxima a la requerida.

Los métodos de tramos han evolucionado con el paso de los años y la publicación de las distintas Instrucciones de Ordenación que han estado vigentes en España. Un resumen de los mismos se puede encontrar en la tabla 15, pero conviene anticipar que el común denominador en cuanto a la evolución de estos métodos ha sido una tendencia constante a la flexibilización de la toma de decisiones en los mismos, como se mostrará en los siguientes subapartados. Por último, en el artículo 52 y siguientes de las Instrucciones de Ordenación de Castilla La Mancha se desarrollan diversos aspectos asociados a estos métodos.

Tabla 15. *Resumen de los métodos de tramos.*

Método	Comentario
Tramos Permanentes	No se recomienda su empleo en nuevas ordenaciones
Tramo Único	Se asume que se van a obtener masas regulares
Tramo Móvil	Se asume que se van a obtener masas semirregulares
Tramo Móvil Ampliado	Se asume que se van a obtener masas semirregulares o irregulares en primer grado

3.1. Método de Tramos Permanentes

Al igual que lo indicado en las todavía vigentes Instrucciones para la Ordenación de Montes Arbolados de 1970, el artículo 51 de las Instrucciones de Ordenación de Castilla La Mancha permite seguir utilizando este método hasta que finalice el Plan General definido en el proyecto de ordenación. Dado que existen montes con un proyecto de ordenación vigente en esta CC.A.A., en este apartado únicamente se abordarán una serie de cuestiones específicas relativas a su empleo o a la justificación de su posible cambio por otro método más flexible. En Madrigal (1994) se pueden encontrar explicaciones más precisas de los fundamentos que subyacen a este método, heredero del método primigenio conocido como "ordenar transformando".

Como es sabido, el método de tramos permanentes (también se incluiría el método de tramos revisables) busca la obtención de una estructura muy parecida a la idea de

monte normal, generalmente mediante cortas finales por el método de aclareo sucesivo y uniforme, localizando las cortas finales en una parte del monte (tramo) durante el período de regeneración previamente fijado. Una vez que ha transcurrido este período, se pasa al siguiente tramo y cuando se completen todos los tramos inicialmente fijados, se agota el turno de transformación y el monte debería estar ya ordenado. Es decir, siguiendo este método se obtiene una estructura de masa regular utilizando al máximo la regeneración natural y, si se ha tenido acierto a la hora de asignar los cantones a los distintos tramos, una producción más o menos homogénea. Sin embargo, este método ha cosechado, además de notables aciertos, numerosos fracasos si se toma como fracaso el abandono de las ordenaciones a las pocas décadas de redactarse el proyecto de ordenación. Aunque las razones muchas veces escapan a la rigidez del método (Martínez de Pisón, 1948), lo cierto es que cuando no se ha logrado la regeneración de la masa, los gestores usualmente han apostado por un cambio de método hacia otros más flexibles (tramo único, tramo móvil).

Por ello, en la actualidad los gestores deben monitorizar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en las ordenaciones con este método y, en caso que se observen retrasos en la regeneración, cambio en los objetivos de la ordenación y otras circunstancias que conlleven a la obtención de formas de masa no regulares en algunos de los tramos inicialmente fijados, se debe proceder a justificar un cambio de método y un nuevo proyecto de ordenación. Sin embargo, en aquellos casos donde este método haya obtenido los resultados esperados, como se ha comentado anteriormente, se recomienda seguir con él al menos hasta finalizar el turno de transformación.

3.2. Método del Tramo Único

Como se ha sugerido en la tabla 2, descartando el de tramos permanentes, si se desea lograr a través de la ordenación del monte una estructura de masa regular, se debe acudir al método del tramo único, equivalente del, siguiendo la acepción francesa (Dubourdieu *et al*., 1993), método del grupo de regeneración estricto. Si se compara con el método de tramos permanentes, se puede comprobar cómo supone un cierto avance en términos de flexibilidad, pero todavía mantiene el carácter imperativo de ciertas decisiones, como se mostrará en los siguientes párrafos. En principio, el empleo de este método estará bastante condicionado por el objetivo que se persigue con la ordenación de la masa forestal objeto de estudio. Si éste prioritariamente tiene que ver con un objetivo de producción, como por ejemplo la madera, éste sería un método apropiado. Si, por el contrario, el objetivo principal de la gestión está más próximo a aspectos como la protección, la conservación de la biodiversidad, el uso recreativo, etc., el método a emplear más adecuado pudiera ser otro. Además, a priori este método se puede emplear con independencia del método de beneficio elegido. Esta circunstancia no es óbice para afirmar que habría que analizar otras características de la masa en cuestión para justificar su posible elección.

Si se tuviera que definir el método del tramo único, sería preciso decir que se trata de un método que persigue una estructura de masa regular, utilizando para las cortas

finales una selvicultura basada en el aclareo sucesivo, y en el que se va a lograr la ordenación del monte cuando transcurra una edad (edad de madurez) igual a la suma de la duración de los períodos definidos para cada tramo único. Al igual que en el resto de métodos de tramos, en cada período se asignarán al tramo en regeneración (tramo único) un conjunto de cantones, mientras que el resto de la superficie del monte se asocia al llamado grupo de preparación, formado previsiblemente por los cantones que en el próximo período formarán el futuro tramo único, y el llamado grupo de mejora, formado por los cantones ya regenerados y aquellos que formarán parte del tramo único dentro de dos o más períodos. Algunos autores (Dubourdieu *et al.*, 1993) incluso proponen establecer varios grupos de mejora en función de cuándo se espera que los cantones pasen al grupo de regeneración. El objetivo marcadamente productivo que subyace en este método no es óbice para que, si las características de las masas lo permiten, puedan gestionarse masas mixtas bajo este método.

En cuanto a las principales decisiones a tomar para articular la aplicación de este método en un monte, éstas se resumen en la tabla 3, junto con los otros métodos de tramos. Así, una vez decidida la aplicación de este método en base al objetivo prioritario de la ordenación, y a la no existencia de restricciones que desaconsejen su empleo, es necesario, en primer lugar, fijar el período de regeneración, es decir, el lapso temporal necesario para que el tramo pueda regenerarse. Esta decisión presenta gran importancia porque, para este método, resulta imperativo conseguir la regeneración en el período fijado. De no lograrse, habría que acudir a la regeneración artificial, con todas las implicaciones que ello supone. En este método, el período de regeneración coincide con el período de aplicación, es decir, se obliga a que la regeneración se produzca en el período estipulado. Este hecho lo diferencia del tramo móvil.

El siguiente paso, después de fijar el período de regeneración, consiste en calcular el número de tramos y la superficie de cada tramo único. Ambos cálculos presentan un carácter indicativo, ya que no se conoce con exactitud a priori un elemento fundamental en toda ordenación por tramos: la edad de madurez. Ésta se define como la suma de los períodos de regeneración asociados a cada tramo único y que permiten cubrir todo el turno de transformación de la masa. Como cuando se plantea este método es imposible conocer esta edad, se toma una edad de madurez indicativa que, lógicamente, deberá ser un número que al dividirlo por el período el resultado obtenido sea un número entero. Es decir, el período debe ser divisor de la edad de madurez. Una vez fijada la edad de madurez (*E*) y el período (*p*), la superficie del tramo se calcula a través de la fórmula $S = (Sc/E) * p$, siendo *Sc* la superficie del cuartel y *S* la superficie del tramo único. Es preciso apuntar que en este método se permite que esta superficie sea algo mayor que la superficie de la cabida periódica (hasta en un 20%), es decir, la resultante de la fórmula anterior, circunstancia que es preciso tener en cuenta a la hora de la asignación de los cantones al tramo único y a los grupos de preparación y de mejora. Además, y en relación al Plan General, el gestor debería definir la selvicultura asociada a las cortas finales en este método. Como se ha apuntado anteriormente, en principio será un aclareo sucesivo que habitualmente será un aclareo sucesivo y uniforme, pero puede adoptar otras modalidades (por fajas, etc.).

Otra decisión que, aunque referida al Plan General, presenta también una gran importancia en ciertos aspectos del Plan Especial, como puede ser el cálculo de la posibilidad, sería la asignación de los distintos cantones que componen el tramo único y los grupos de preparación y mejora. Los criterios que se suelen seguir, tanto en este método como en el del tramo móvil, suelen primar tres circunstancias: por un lado incorporar al primer tramo único aquellos cantones que presenten daños o problemas evidentes en cuanto a la regeneración. Otro criterio inmediato, y el utilizado si no existen cantones con los problemas anteriormente mencionados, sería un criterio cronológico: se incorporarían al tramo único aquellos cantones que presentaran una edad que superara la edad de madurez fijada para el cuartel. Por otro lado, un tercer criterio habitualmente empleado está relacionado con otro objetivo de la ordenación, como es la obtención de una renta, en cuanto a la producción de madera, lo más homogénea posible. Si se busca una estructura que permita cumplir este objetivo, es preciso no sólo realizar una asignación pareja en cuanto a la superficie de los distintos tramos únicos, sino que los sucesivos tramos sean más o menos equiproductivos, lo que conlleva a analizar convenientemente tanto las posibles calidades de estación presentes en el cuartel, como el balance futuro de clases de edad, con el fin de obtener unas soluciones que permitan aproximarse a esa estructura deseada. Por último, en Borrero y Montero (2004) pueden verse otra forma de definir los criterios para elegir los cantones que componen el tramo en regeneración.

Pasando al Plan Especial, las decisiones a tomar cuando nos encontramos ante masas con objetivos productivos serían cuánto y cuándo se corta en el período, una vez que el dónde y el cómo ya se ha definido en el plan especial. En concreto, la posibilidad se suele desdoblar en dos sumandos: la posibilidad de regeneración, asociada a las cortas finales en el tramo único, y la posibilidad de mejora, que comprende cortas de mejora y de extracortables tanto en el grupo de preparación como en el de mejora. La posibilidad de regeneración abarcaría el volumen asociado a los cantones que componen el tramo único más el crecimiento que éstos experimenten antes de su corta a lo largo del período de regeneración fijado. En concreto, la fórmula a utilizar sería la siguiente:

$$Pr = V/p + Z * Cc \qquad (2)$$

Donde *Pr* sería la posibilidad de regeneración, *p* el período de regeneración y *Cc*, al igual que en el método de división por cabida, sería el crecimiento corriente de la masa. *Z* sería un coeficiente que, para este método se suele tomar con un valor de 0,5, aunque existen casos donde puede presentar un valor superior, comprendido entre 0,5 y 1 (Dubourdieu *et al.*, 1993). La posibilidad de mejora se calcula bien por cabida (por ejemplo, claras en un porcentaje de la superficie del grupo de mejora), bien por volumen (por ejemplo, volumen de los extracortables en el grupo de mejora).No se recomienda calcularla utilizando la misma fórmula mostrada en (2) una posibilidad para el cuartel, sin más que sustituir el volumen del tramo (*V*) por el volumen de todo el cuartel que nos proporciona el inventario del mismo, y el período *p* por la edad de madurez anteriormente fijada. El motivo es que es probable que se puedan obtener

posibilidades negativas, lo que invalidaría este cálculo. Por todo ello, se aconseja calcularla a través de normas selvícolas o tablas de producción.

En resumen, este método se debe aplicar fundamentalmente cuando el objetivo es claramente productivo y cuando las circunstancias que rodean a la masa existente permitan sugerir que la regeneración futura no se encuentre amenazada. Por ejemplo, si el objetivo principal está más orientado a la conservación de la biodiversidad, se aconsejan otros métodos. Además, si la masa presenta una estructura de edades muy desequilibrada se aconseja la no utilización de este método, empleándose en estos casos métodos más flexibles como pudiera ser el tramo móvil en cualquiera de sus variantes. Un ejemplo de la aplicabilidad de este método en Castilla la Mancha serían las masas de pino laricio (Martín, 2003). Por último, y dado que la consecución de la regeneración natural suele ser una premisa básica en este método, conviene prestar atención tanto a la consecución del regenerado como a su evolución, lo que en muchos casos conllevaría la adopción de medidas para controlar al ganado.

3.3. Método del Tramo Móvil

El Método del tramo móvil, equivalente al método del grupo de regeneración ampliado (Dubourdieu *et al.*, 1993), supone un nuevo paso a la hora de dotar al gestor de herramientas más flexibles, y en donde la visión a largo plazo (turno de transformación) de los métodos de tramos permanentes se pierde para centrarse más en la duración del Plan Especial. La aplicación de este método, en esta acepción inicial, puede suponer la obtención de masas semirregulares. Una variante del mismo, que se abordará en el siguiente epígrafe sería el conocido como el método del tramo móvil ampliado donde, como principal característica, se obtendrían después de su aplicación masas hasta con un primer grado de irregularidad (tres clases de edad diferentes en la misma unidad de gestión). El método del tramo móvil se ha comenzado a aplicar a partir de su aparición en las Instrucciones de Ordenación (IGOMA) del año 1970, y desde entonces se ha extendido bastante su uso, sobre todo a partir de los años noventa. Las Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla La Mancha lo incluyen en el artículo 51.

Este método se aplica, haciendo una simplificación inicial, fundamentalmente en dos casos concretos: por una lado cuando los objetivos de la ordenación no sean exclusiva o prioritariamente la producción de madera, o bien cuando el gestor se encuentra con masas forestales donde la ordenación pretérita ha sido abandonada o las masas presentan serios problemas de regeneración. La versatilidad que supone, como se verá a continuación, que un determinado cantón pueda estar en más de un tramo de regeneración, hace que la conveniencia de aplicar este método sea más notoria cuando la masa presente dificultades en cuanto a la regeneración, o cuando presente una situación de partida desequilibrada en cuanto a la distribución de las clases de edad. Por otro lado, y dada la estructura final de la masa que se prevé obtener, si el gestor está buscando una estructura que tienda a una masa semirregular, este método resulta muy adecuado, al igual que si existen masas mixtas con turnos y períodos de regeneración distintos, o bien se imponen restricciones

paisajísticas o referidas a aspectos vinculados a la conservación de especies protegidas. Finalmente, cabe decir que este método se puede aplicar tanto a masas procedentes de monte alto como aquellas cuyo método de beneficio sea el de monte bajo.

El tramo móvil mantiene la estructura descrita para el tramo único, en el sentido de que también se definen los grupos de regeneración, de preparación y de mejora, presentando inicialmente las mismas características que en el método del tramo único. La principal diferencia consiste en que el período de aplicación de las cortas finales en un determinado grupo de regeneración o tramo móvil no coincide con el período de regeneración ya que, como se ha introducido anteriormente, los cantones pueden permanecer hasta dos períodos en el grupo de preparación (Madrigal, 1994). Este método utiliza para las cortas finales una selvicultura basada en un aclareo sucesivo no uniforme, ya que al no poderse precisar con anticipación cómo va a ser la regeneración no es factible aplicar una selvicultura basada en el aclareo sucesivo y uniforme. Por esta razón se aplicará una selvicultura en aclareos por fajas, cantones, bosquetes, etc. Al igual que en el método anterior el concepto de turno pierde su significado, en este caso con mayor justificación, por el de edad de madurez.

Las decisiones preferentes que se deben tomar para articular la aplicación de este método en un monte (tabla 3), comienzan, una vez decidida la aplicación de este método según las justificaciones pertinentes que aconsejen su empleo, por fijar el período de regeneración. Aquí el cumplimiento de la regeneración no es imperativo como lo era en el método del tramo móvil, y la duración del mismo dependerá del estado inicial de la masa, siendo más corto cuando peor sea la situación de partida, y más largo en caso contrario. En todo caso, para especies de crecimiento lento suele situarse entre los 10 y, como mucho, 25 años. El límite superior vendrá dado por la condición, generalmente admitida, de que un cantón no se sitúe en un tramo en regeneración un lapso de tiempo superior a la mitad del turno estimado para esa especie. Por ello, en el caso del tramo móvil donde un cantón puede estar hasta en dos períodos consecutivos en el grupo de regeneración, el límite del período de regeneración sería la cuarta parte del turno. A continuación, habrá que calcular el número de tramos y la superficie del tramo móvil. Para ello se procede de una forma similar a la del tramo único, es decir, fijando una edad de madurez tentativa. Una vez calculada, se puede estimar la superficie del tramo móvil aplicando la siguiente fórmula (Madrigal, 1994):

$$S = k * (Sc/E) * d \qquad (3)$$

En esta fórmula *S* sería la superficie del tramo móvil, y *Sc*, *E*, *d* presentan el mismo significado que el mostrado cuando se halló la superficie del tramo único. A diferencia de ésta, en (3) aparece un nuevo parámetro (*k*) que está mostrando la característica intrínseca de este método: la existencia de cantones que permanecen dos períodos en el tramo móvil. Por ello *k* es un coeficiente que intenta integrar a priori esta circunstancia y presenta unos valores superiores a la unidad. Generalmente se recomienda que estén comprendidos entre 1,3 y 1,9, aunque en la ordenación de algún monte emblemático como el de Valsaín puede superar el valor de 2 (Cabrera *et al.*, 1995). Es importante insistir en que el valor de *k* se toma no a nivel monte, sino a

nivel cuartel. Es decir, en un monte pueden coexistir cuarteles que se ordenen con el método del tramo móvil, pero cada uno presente un coeficiente *k* distinto. Con independencia del valor que tome *k*, también para tomar esta decisión es preciso tener presente que existe una restricción en cuanto al valor superior que se le puede asignar. En efecto, la superficie del tramo móvil debe ser inferior al 40% de la superficie del cuartel. El tramo móvil podrá ser abierto o cerrado, y si comprende masas mixtas es preciso fijar un período de regeneración más cercano a la especie que presente una regeneración que se suponga más lenta. En cuanto al grupo de preparación, éste contará generalmente con una superficie menor que la del tramo móvil.

Directamente vinculada al cálculo de la superficie que debe abarcar el tramo móvil sería la asignación de cantones al mismo. Aquí se podría hablar de las mismas prioridades que se han definido para el caso del tramo único. Es decir, primarán los criterios de incluir aquellos cantones que, o bien hayan sufrido daños, o bien presenten evidentes problemas de regeneración y, a continuación, los criterios cronológicos. Por otro lado, es conveniente analizar el ritmo de progreso o aparición de la regeneración, si es que existe (ya sea en los cantones en los que se han aplicado las primeras cortas de aclareo, o en otros), como otro criterio a tener en cuenta, y, en este caso, específico del tramo móvil. Si después de asignar los cantones al tramo móvil siguiendo estas recomendaciones todavía fuera necesario incluir más cantones, los criterios a emplear serían a valorar por el gestor en cada caso, pudiendo incluir aspectos como la opción de acercarse lo más posible a unas producciones homogéneas de madera, no dispersar excesivamente los aprovechamientos, criterios de conectividad, etc.

En relación al Plan Especial, y comenzando por el cálculo de la posibilidad, ésta debe tomarse para este método como meramente indicativa y de hecho se suele fijar inicialmente dos cifras para su cálculo. Por un lado estaría la posibilidad de regeneración mínima, que estaría compuesta por la posibilidad asociada a aquellos cantones presentes en el tramo móvil cuya regeneración es obligatoria, bien sea porque proceden de un tramo móvil anterior, o bien sea porque así se ha dispuesto atendiendo a las características del mismo. El valor de esta posibilidad mínima se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$Pmin = V_{\alpha} / p + Z * Cc_{\alpha} \qquad (4)$$

Donde *Pmin* sería la posibilidad mínima, V_{α}, el volumen asociado a los cantones que obligatoriamente se deben regenerar, Cc_{α} el crecimiento en volumen de estos cantones y Z un coeficiente generalmente comprendido entre 0,5 y 1 (Dubourdieu *et al.*, 1993). La otra medida de la posibilidad sería el caso ideal en el cual todo el tramo móvil se regenerara en el primer período, obteniéndose de esta forma una posibilidad máxima que vendrá dada por la fórmula (2). A diferencia del método del tramo único, es preciso insistir que para este método se puede modificar el coeficiente 0,5 que pondera al crecimiento corriente en la fórmula de liquidación de existencias por un valor superior, en función de cómo se prevean las cortas.

Por último, la posibilidad de mejora en los cantones en principio asignados a los grupos de preparación y de mejora se suele tomar como indicativa. Aunque este método se está empleando, dejando a un lado en los casos en los cuales existan producciones de otros productos tangibles como los piñones o el corcho, en aquellas masas donde existen objetivos protectores o donde presentan una evidente importancia algunas de las externalidades positivas que proporcionan los sistemas forestales, en no pocas ocasiones el gestor se verá en la disyuntiva de elegir entre el método del tramo único y el método del tramo móvil, aunque algunos autores consideran al tramo único un caso particular del tramo móvil (Garacitelaya, 2008). A este respecto conviene realizar una serie de precisiones. Así, en primer lugar, es preciso señalar que el tramo móvil ha surgido, entre otras razones, como respuesta al cambio de objetivos que han sufrido muchas masas forestales al modificarse la demanda que de los montes espera la sociedad. Su mayor flexibilidad hace que se pueda adaptar mejor ante estos hechos pero, por otro lado, es preciso recordar que son todavía pocos los montes en España en los que ha transcurrido más de un período en el que se han ejecutado este método. Esto significa que todavía es pronto para proceder a realizar una evaluación del éxito o del fracaso de este método en muchas masas forestales. Este mismo razonamiento se puede replicar para el caso del tramo único, aunque su mayor similitud con el método de tramos permanentes le pueden hacer acreedor de una respuesta más previsible. Por otro lado, es preciso resaltar que en muchas ocasiones los gestores están optando por el tramo móvil en detrimento del tramo único, aún cuando la decisión, sin considerar las restricciones anteriormente expuestas debe estar fundamentada por las características selvícolas y estructurales de la masa. En definitiva, y siguiendo a Borrero y Montero (2004), "*no debe usarse para enmascarar una falta de voluntad ejecutiva de las cortas de regeneración*".

Monte de Hiendelaencina (Guadalajara)

3.4. Método del Tramo Móvil Ampliado

Este método surge como una extensión del método del tramo móvil, y aunque no está incluido como tal en las Instrucciones de Ordenación (IGOMA) del año 1970, otras Instrucciones autonómicas como las de Castilla y León y Andalucía ya lo introducen como una opción más. El método del tramo móvil ampliado supone modificar algunos aspectos del tramo móvil con el fin de dotar al gestor de una herramienta todavía más flexible. Así, la principal diferencia radica en que con este método un cantón puede permanecer hasta tres períodos en el tramo en regeneración. Este hecho supone que, si se elige este método, el gestor está planteando una estructura de la masa que puede llegar a ser irregular de primer grado, ya que coexistirían tres clases de edad contiguas (o dos no contiguas). Lógicamente, si se asume esta estructura la restricción anteriormente planteada para el método del tramo móvil, según la cual un cantón no puede estar vinculado al tramo en regeneración un lapso de tiempo superior a la mitad de la edad de madurez, puede relajarse. Además, la superficie máxima que puede ocupar el tramo en regeneración podría llegar hasta el 75% de la superficie del cuartel. Esto conlleva a que el valor máximo que puede adoptar en este caso el coeficiente *k* de la fórmula (3) puede llegar a ser 3, tal y como se señala en las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Este método se aplica, siguiendo a Borrero y Montero (2004), cuando existe la necesidad de crear este tipo de estructuras, o bien cuando la masa ya parte de una estructura de masa semirregular. Habitualmente, si se plantea esta opción suele ocurrir que en el monte en cuestión concurren restricciones asociadas a la conservación de la biodiversidad o a aspectos paisajísticos. Llegados a este punto, es preciso insistir en que la posibilidad que se otorga al gestor para permitir que un cantón pueda estar en el tramo en regeneración hasta en tres períodos no implica, bajo ningún concepto, que todos los cantones deban vincularse a esta opción. Por otro lado, las características del tramo móvil ampliado hacen que se eleven las incertidumbres tanto a la hora de asignar cantones al tramo en regeneración como cuando se calcula la posibilidad. Así, no es de extrañar que en algunas normativas, como la actualmente vigente en Castilla y León, se justifique no cubrir la superficie del tramo con los cantones cuando se comienza a aplicar el método, sino que podría cubrir sólo las principales prioridades para en un período siguiente acabar de completar el tramo en regeneración. Para el cálculo de la posibilidad de regeneración las Instrucciones para la Ordenación de Montes Arbolados actualmente vigentes en Castilla y León proponen la siguiente fórmula:

$$Pr = V_1/p + V_2/2p + V_3/3p + aCc_1 + bCc_2 + cCc_3 \qquad (5)$$

Donde la posibilidad de regeneración (*Pr*) dependerá del volumen a regenerar por los cantones cuya corta obligatoria en el primer período (V_1), más aquellos a regenerar en el segundo (V_2) y tercer período (V_3). El coeficiente *a* tendrá un valor de 0,5, y los otros dos coeficientes que acompañan al crecimiento de los cantones a regenerar en el segundo y tercer período (*b*, *c*) serán menores de esta cifra y se determinarán empíricamente.

Para finalizar este apartado dedicado a los métodos basados en tramos, es preciso realizar algunas matizaciones que pueden involucrar a los distintos métodos anteriormente expuestos, con independencia de que al abordar en otros apartados de este capítulo ordenaciones orientadas a una producción concreta (piñón, leñas, corcho, etc.) se vuelvan a mencionar estos métodos. En primer lugar, cabe señalar que suele ser frecuente la existencia de un porcentaje, más o menos significativo, de árboles extracortables en el grupo de mejora procedentes muchos de ellos de las cortas finales realizadas en los cantones que han estados incluidos en el grupo de regeneración. Algunas Instrucciones promueven, como es el caso de Castilla y León, separar una posibilidad de extracortables si fuera menester. Para ello habría que fijar el plazo en cuanto a su eliminación, que puede ser más dilatado que el período de regeneración previamente fijado. Con ello no se pretende decir que es conveniente eliminar todos los árboles extracortables en un determinado plazo. Hay que tener en cuenta que por razones asociadas a la conservación de la biodiversidad es conveniente dejar un cierto número de árboles por hectárea, como ya se profundizará en el capítulo 6. Por otro lado, en todos los métodos de tramos, aunque quizá donde presente una mayor importancia sea en el del tramo único, se requiere un control del ganado para favorecer la regeneración natural. Por último, en la tabla 16 se resumen, para los métodos de tramos las principales decisiones a tomar.

Tabla 16. *Resumen de las principales decisiones en los métodos de tramos.*

Decisiones fundamentales	Tramo Único	Tramo Móvil	Tramo Móvil Ampliado
Forma de la masa	Regular	Semirregular	Irregular
Selvicultura	Aclareo Sucesivo Uniforme	Aclareo por fajas, cantones…	Aclareo por fajas, cantones…
Edad de madurez			
Período de regeneración		Menor que E/4	Menor que E/2
Superficie de regeneración	Hasta un 20% más de cabida periódica	Hasta 40% superficie cuartel	Hasta 75% superficie cuartel

4. MÉTODO DE ORDENACIÓN POR RODALES

El método de ordenación por rodales supone una clara ruptura con los métodos de tramos explicados en el apartado anterior, aunque es preciso aclarar desde el primer momento que no han nacido como respuesta a fracasos en las ordenaciones de tramos, sino que ya desde el siglo XIX se viene empleando. De hecho está incluido tanto en las Instrucciones de Ordenación (IGOMA) del año 1970, como ya en documentos similares, y vigentes en la actualidad, de ámbito autonómico. Así, hoy en día es un método que está cobrando una notable popularidad en distintas Comunidades Autónomas (Cataluña, País Vasco, Navarra, etc.), pero este empleo presenta una característica novedosa: mientras que tradicionalmente este método estaba unido a masas con una producción destacada de madera, justificándose así este método para aplicar una selvicultura más precisa que redundara en una mayor

eficiencia en cuanto a la citada producción, actualmente este método se emplea cuando los objetivos son otros y diversos, ya que se asume que el grado de flexibilidad que presenta permite abordar con mayor precisión aspectos asociados al uso múltiple de los sistemas forestales (González *et al.*, 2006).

Para definir este método, resulta conveniente aclarar que la división inventarial que se diseña para realizar la gestión no tiene nada que ver con los métodos abordados en los epígrafes anteriores. Así, en el método de ordenación por rodales la unidad de gestión son los rodales (no se agrupan en tramos o en tranzones), presentando la característica de ser unidades últimas de inventario, selvícolas y dasocráticas. Esto hace que los rodales puedan ser simplemente unidades temporales, con límites no permanentes y que no se señalen sobre el terreno. Obviamente, esto no ocurrirá si el cantón contiene a un solo rodal. En definitiva, en un caso extremo la gestión se puede particularizar para cada rodal, aunque como se verá a continuación es habitual que distintos rodales puedan observar los mismos tratamientos selvícolas y, por ejemplo, el mismo turno. En principio no existen limitaciones para que cada rodal pueda tener una selvicultura, método de beneficio, turno, etc., distintos de los rodales contiguos, en función de aspectos como la calidad de estación, la existencia de masas mezcladas o restricciones asociadas a la conservación de la biodiversidad. Esta máxima flexibilidad en cuanto a la gestión es una de las fortalezas que se atribuyen a este método, aunque ello pueda conducir a dificultades a la hora de plantear las actuaciones previstas a un nivel tan desagregado. De todas formas, y como bien afirman González *et al.* (2006), el auge de las tecnologías de la información pueden mitigar de alguna forma problemas asociados al seguimiento de los proyectos de ordenación diseñados con este método.

Por otro lado, conviene insistir en que con este método se realiza de forma simultánea la división inventarial y la división dasocrática. A diferencia de otros métodos, la regeneración puede ser natural o artificial y el turno de transformación en principio no se puede determinar a priori. Así, el Plan General es visto como una sucesiva concatenación de Planes Especiales, aunque todavía existen objetivos, como buscar un cierto equilibrio de las clases de edad, que se deben de plantear no a una escala de planificación táctica, sino a más largo plazo. Es, por tanto, en el método de ordenación por rodales donde el Plan Especial cobra mayor importancia, ya que se asume que la planificación se debe focalizar a medio plazo, esto es, hasta 20-25 años como mucho.

Una vez que, como en cualquier monte, se ha realizado la división dasocrática a escala cantón es necesario para la aplicación de este método proceder a identificar, caracterizar, inventariar y agrupar los distintos rodales. Los criterios para identificar los rodales pueden venir dados por aspectos selvícolas, características de la masa, etc. Una vez definidos cartográficamente es preciso describirlos y tomar una decisión sobre el inventario a emplear en cada rodal. A continuación, el siguiente paso consistiría en agrupar los rodales con características parecidas con el fin de facilitar la planificación del monte. Todos estos pasos constituirían la denominada fase de rodalización (González *et al.*, 2006).

Llegados a este punto, y una vez fijados los objetivos de la gestión, ya se empezaría a tomar decisiones propias de la fase de planificación. La primera sería establecer la duración del Plan General, que presenta un carácter meramente orientativo, y la del Plan Especial, que suele oscilar entre los 10 y 20 años. A continuación, y para cada agrupación de rodales previamente definida, se definirán aspectos como la selvicultura a aplicar, el turno, o las características propias que definen un modelo de gestión en masas irregulares, si fuera el caso. Asimismo, habrá que realizar el cálculo de la posibilidad. Aquí se recomienda (González *et al.*, 2006), sin perjuicio de obtener informaciones de posibilidades históricas, calcular por un lado una posibilidad teórica y, por otro lado, una posibilidad selvícola. La posibilidad teórica se calcularía utilizando las fórmulas clásicas de la gestión forestal centroeuropea (Karl, Tasa austríaca, etc.), mientras que la posibilidad selvícola está asociada al cumplimiento íntegro de las actuaciones previstas en la fase de rodalización. La comparación de ambas posibilidades dará pistas al gestor sobre cuál utilizar como posibilidad final, pero también es preciso tener en cuenta el balance de clases de edad. La casuística puede ser todo lo amplia que se pueda pensar, así que el gestor deberá decidir en función de las características del monte, de los objetivos y de la información disponible. Por último, en la tabla 17, se recopilan ese conjunto de decisiones necesario para aplicar este método.

Por otro lado, y como se ha podido apreciar en los párrafos anteriores, este método requiere de una gestión más intensiva, dado que es preciso actuar en superficies generalmente más pequeñas, y con un horizonte de planificación más reducido que en los métodos anteriormente mostrados. Además, una de las cuestiones que subyacen a la aplicabilidad de un método de ordenación que o bien sea novedoso, o bien apenas se ha utilizado durante décadas, es que no se pueden hacer valoraciones, sustentadas en la experiencia, de los problemas surgidos en su aplicación. El método de ordenación por rodales sería un claro ejemplo de esta última circunstancia. No obstante, en Cabrera (2008) se señalan dificultades presentes en la aplicación de este método si bien, como recalca el autor, algunas de las cuales son también propias de otros métodos de ordenación.

Finalmente, no abundan todavía las aplicaciones de este método en los montes castellano-manchegos. Cabe reseñar el trabajo de Lucas *et al.* (2008) que plantean la opción de emplear este método en el monte "Los Palancares y Agregados", pero con una modificación, consistente no en realizar la gestión a nivel rodal, sino a nivel tramo, valiéndose de la división inventarial vigente hoy en día. Es decir, se asume que la agrupación de rodales se realiza de tal forma que coincida con los tramos existentes.

Tabla 17. *Principales decisiones en el método de ordenación por rodales.*

Decisiones fundamentales	Casuística
Rodalización	Definición, identificación, realización inventario, y agrupación de los rodales
Duración Plan Especial	10-20 años
Selvicultura, turno	A nivel rodal o de agrupación de rodales
Posibilidad	Posibilidad teórica, posibilidad selvícola, posibilidad histórica

5. MÉTODOS DE ENTRESACA

Hasta ahora, los métodos revisados en este capítulo mayoritariamente se referían a masas regulares o semirregulares. Sin embargo, puede existir otra forma principal de masa, que sería la correspondiente a las masas irregulares, caracterizadas por presentar una selvicultura distinta según sea el grado y la forma de irregularidad que presente la masa forestal objeto de estudio. La definición de masas irregulares comprende desde aquellas donde coexisten tres clases de edad distintas, o dos no consecutivas (irregularidad en primer grado) hasta la masa irregular completa o ideal donde existe una irregularidad en la que cada clase diamétrica está representada bien sea a nivel de cada pie (irregularidad pie a pie) o bien en una mezcla íntima compuesta por bosquetes. Según sea la clase de masa irregular (pie a pie o en bosquetes) y el tamaño de estos últimos, la selvicultura y las decisiones a tomar van a diferir. En efecto, el tamaño de los bosquetes puede llevar, si son menores de 0,5 ha, a considerar una selvicultura similar a la propuesta cuando existe una mezcla íntima pie a pie, mientras que si son de mayor tamaño (más de 1 ha), se comenzaría a hablar de cortas utilizando métodos como el aclareo sucesivo, aunque adaptados a esta realidad. De todas formas, es preciso advertir que estas superficies vienen marcadas en el artículo 42 de las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Arbolados de Castilla-La Mancha. La distinción entre superficies donde se realizan cortas de entresaca puede albergar una mayor precisión en cuanto a los nombres de los bosquetes, si se acude a lo que se realiza en otros países, como se puede apreciar en Aunós (2005) ó Prieto *et al*. (2005).

Antes de pasar a explicar los métodos aplicados cuando nos encontramos ante esta tipología de masas forestales, conviene realizar una serie de precisiones sobre el empleo de estas metodologías. En primer lugar, hay que tener presente que los métodos de gestión que conllevan masas irregulares pueden ser una alternativa, pero no en todos los casos se pueden aplicar. Como afirman Dubourdieu *et al*. (2003), pueden producir estructuras forestales mal adaptadas a los objetivos fijados en la ordenación. Además, existen factores locales y endógenos asociados a las características de la masa, los objetivos de la ordenación y restricciones existentes en cuanto a aspectos relacionados con la conservación que pueden no aconsejar el empleo de estos métodos. Por otro lado, conviene adelantar que las decisiones cuando nos encontramos ante masas irregulares ideales están más interrelacionadas que en las masas regulares, como se puede apreciar en la tabla 18, donde se resumen las decisiones principales a tomar según la forma principal de masa. Como se aprecia, existen claras diferencias conceptuales a la hora de resolver las principales cuestiones relativas a la ordenación de una masa forestal, según sea una masa regular o irregular ideal.

Tabla 18. *Diferencias en la toma de decisiones entre masas regulares y masas irregulares ideales.*

Masas Regulares	Masas Irregulares
Período de Regeneración	Rotación entre cortas
Turno	Definir distribución diamétrica a alcanzar y fijar el diámetro máximo de cortabilidad
Cómo regenerar la masa	¿Cuánto debe ser cortado?, según la distribución diamétrica de la masa
Tratamientos intermedios	¿Qué árboles deben integrar la posibilidad?

En definitiva, nos encontramos ante masas con una densidad generalmente menor que en masas regulares, salvo algunas especies de temperamento marcadamente umbrófilo, pero donde se deben de ejecutar cortas con una mayor frecuencia que en las masas regulares. Se produce así la paradoja donde hay que realizar muchas intervenciones para que la masa parezca, a ojos del profano, más "natural". Sin duda se trata de un método exigente con el gestor: se necesita una información más precisa y una mayor intensidad en la gestión. Además, es preciso aclarar que muchas veces se confunden las cortas de entresaca con las cortas por huroneo (nada que ver con las verdaderas desde el punto de vista selvícola entresacas por huroneo) o de floreo, cortas finales asociadas muchas veces a características de la propiedad ("suertes"), pero que no persiguen una determinada distribución diamétrica, sino cortar aquellos árboles mejores desde el punto de vista fenotípico, dejando sin cortar los peores árboles según estas características. Por último, se debe recordar que es posible obtener una masa irregular incompleta aplicando el método del tramo móvil ampliado, como se ha descrito en un apartado precedente. En los próximos subapartados se mostrarán las características principales los dos métodos principales relacionados con las masas irregulares: la entresaca pie a pie y la entresaca por bosquetes.

5.1. Entresaca pie a pie

Este método está recogido en las Instrucciones actualmente vigentes a nivel nacional desde hace varias décadas, como ha quedado de manifiesto en el capítulo 3 de este libro. Se fundamenta en la consecución de una estructura de masa irregular ideal, según la cual va a existir una mezcla íntima de pies pertenecientes a todas las clases diamétricas, y en donde las cortas de regeneración a aplicar son exclusivamente cortas de entresaca. Dicho de otra forma, en este método el período de regeneración coincide con el turno, dado que en toda la superficie del cuartel se están produciendo continuamente cortas de regeneración durante todo el tiempo (Serrada, 2004). Esta definición supone que, como se ha presentado en la Tabla 5.5, el turno deja de tener sentido ya que las cortas se realizarán según otro objetivo, la distribución de las distintas clases diamétricas que se prevé existan en el monte al término de la ordenación. Se trata no de cortar la masa cuando ha alcanzado una cierta edad, sino de cortar los árboles pie a pie en función del exceso existente o de las carencias observadas de cara a obtener una determinada distribución diamétrica de la masa, llamada generalmente curva ideal.

Al igual que se ha hecho en los métodos descritos anteriormente, se van a explicitar las principales decisiones asociadas a la aplicación de este método. Sin embargo, conviene precisar que la primera decisión en este caso deba ser valorar si es conveniente o no aplicar la entresaca pie a pie en el cuartel objeto de la ordenación. Esta decisión inicial no sólo dependerá de los objetivos de la ordenación (generalmente protección-producción), sino también de circunstancias de la masa, tanto endógenas (como pueda ser su temperamento, ya que deben ser tolerantes a este tipo de cortas y soportar bien la mezcla de pies de distintas edades), como exógenas, asociadas generalmente a la presión que pudieran realizar tanto la fauna silvestre como el ganado.

Una vez que se ha decidido aplicar este método, y se dispone de un inventario detallado de la masa, la siguiente decisión sería la de establecer la rotación (no confundir con el concepto de turno) o modulo de rotación, periodicidad con que se repite la corta única de entresaca en un mismo rodal, en parte de él, o, en su caso, en cada tramo que se forme. Es decir, deberemos fijar un lapso de tiempo que nos va a marcar cuándo se vuelven a realizar las cortas en un mismo cantón, y este lapso de tiempo será lo suficientemente amplio para permitir que los árboles de una determinada clase diamétrica puedan pasar a la siguiente.

Una vez definido el módulo de rotación, la siguiente decisión será la de realizar las cortas de entresaca en todo el cuartel, o bien, dividir el cuartel en ciertos subconjuntos llamados tramos de entresaca. Estos tramos generalmente son más o menos iguales en cuanto a su superficie y/o a la producción esperada y deben ser un número igual al módulo de rotación o un submúltiplo de éste. En el caso que se realice la entresaca a la vez en todo el cuartel, se hablará de una entresaca generalizada, mientras que si la entresaca se realiza cada año, o cada cierto número de años, en un tramo, se denominará entresaca regularizada. En este último caso, es decir, cuando la entresaca se realiza cada varios años, el número de tramos es un submúltiplo de la rotación. Generalmente, la superficie del cuartel y su heterogeneidad proporcionan pautas para decidir una de las dos variantes. La superficie del tramo de entresaca se calculará siguiendo la fórmula (6), donde S_{te} sería la superficie del tramo de entresaca, S_c sería la superficie del cuartel, h la periodicidad asociada a las cortas de entresaca en el cuartel y r sería el módulo de rotación.

$$S_{te} = h * S_c / r \qquad (6)$$

A continuación, se deberá definir la estructura de la curva ideal y su aplicabilidad, que será a nivel cuartel, o incluso a nivel inferior (i.e., tramo). Estas curvas se construyen a partir de la información del inventario aplicando alguno de los modelos matemáticos habitualmente empleados para masas irregulares. Llegados a este punto, es preciso tomar una serie de decisiones al respecto, comenzando por la amplitud de la clase diamétrica, y siguiendo por el diámetro máximo de cortabilidad y el número de pies que debe de presentar la clase diamétrica asociada al diámetro máximo anteriormente definido. Conociendo las clases diamétricas sobre las que se va a establecer la curva y el módulo de rotación, sólo quedaría calcular alguno de los parámetros asociados a la expresión matemática de estas curvas que, como es sabido,

presentan una forma de j-invertida. Es preciso aclarar que fijar un determinado diámetro de cortabilidad puede ser una decisión crucial si lo que se pretende es obtener al menos un cierto número de pies con un determinado diámetro, con el fin de satisfacer algún criterio tecnológico. Además, si se fijan todos esos elementos, indirectamente se conocerá el número de pies ideal de cada clase diamétrica, incluyendo los de la clase diamétrica que incluye a los árboles con un diámetro menor.

Asimismo, cabe decir en relación al cálculo de la curva ideal que se puede tomar como referencia alguna previamente establecida para un cuartel o monte similar, al menos como un punto de partida para establecer la curva ideal definitiva. Es preciso señalar que también se aplica esta forma de organización cuando la masa se va a ordenar en bosquetes con una superficie muy reducida (menores de 0,2 ha).

La siguiente decisión a tomar en la aplicación de este método, se refiere al Plan Especial y tiene que ver con el cálculo de la posibilidad. Ésta, si se hubiera logrado la estructura ideal de la masa, se correspondería exclusivamente al crecimiento de la masa que se habría producido durante el módulo de rotación dividido por el número de años que comprende dicho módulo de rotación. Esta situación, obviamente, se puede calificar como teórica, ya que no abundan los montes en España donde se ha conseguido esta estructura ideal. En los demás casos habrá que ir cortando los árboles correspondientes a cada clase diamétrica, cuyo número sea superior al que aconseja la curva ideal previamente definida para la clase diamétrica superior.

Clara por entresaca (Cuenca)

5.2. Entresaca por bosquetes

La irregularidad que se ha mostrado en la variante asociada a la entresaca pie a pie no es la única forma de plantear la existencia de una masa irregular. Existe otra forma de irregularidad en la que se plantea no una mezcla íntima de árboles de todas las clases diamétricas, sino una mezcla variada de bosquetes, con una determinada superficie, pero de manera que coexistan bosquetes correspondientes a todas las clases de edad. Es decir, este método, llamado entresaca por bosquetes, persigue una irregularidad a nivel espacial, no árbol a árbol. En definitiva, lo que se persigue con este método sería alcanzar la serie ordenada de bosquetes, término homólogo a la serie ordenada de tranzones característica del método de división por cabida. Para ello se empleará una selvicultura que, salvo que se trate de bosquetes pequeños, no tiene que ver con las cortas por entresaca. En su lugar se aplicarán bien cortas a hecho, o bien un aclareo sucesivo y uniforme generalmente muy elemental para los bosquetes con más superficie. Este método se suele aplicar cuando existen masas mezcladas (pero no pie a pie) y los objetivos oscilan entre los de protección y protección-producción.

Lógicamente, si se ha decidido aplicar este método es porque además de las características favorables de la masa, no hay restricciones para realizar cortas a hecho y la regeneración artificial es factible. Llegados a este punto, una de las primeras decisiones consistirá en definir el tamaño de los bosquetes, decisión en la que primarán aspectos como el temperamento de las especies (cuanto más intolerante sea la especie principal, mayor debe ser el tamaño del bosquete), los objetivos de la ordenación y la distribución inicial de edades que presente la masa. Como orientación inicial para especies que no presentan un temperamento de luz, se recomienda un diámetro del bosquete similar a la altura dominante de la especie. A continuación, se deberá elegir el turno más adecuado, bien para cada cantón, o bien un turno único para todo el cuartel. Asimismo, debería conocerse ya cómo se realizarán las cortas de regeneración (bien cortas a hecho, bien aclareo sucesivo y uniforme). Es preciso aclarar que ambas decisiones pueden estar interrelacionadas, ya que si lo aconsejable son bosquetes de tamaño medio, se intentará que todas las clases de edad estén representadas a nivel cantón, con lo cual tendríamos bosquetes coetáneos. Si, por el contrario, se buscan bosquetes grandes el equilibrio se producirá no a nivel de cantón, sino en el conjunto de todo el cuartel y se hablará de bosquetes regulares, y no coetáneos.

La siguiente decisión se corresponde a la rotación, o frecuencia con la que se realizan las cortas finales. Puede presentar una frecuencia anual, o periódica, pero en cualquier caso se aconseja simultanear las cortas de mejora con estas cortas de regeneración. Además, es preciso fijar la duración del plan Especial donde será necesario regenerar una superficie del cantón (en el caso de bosquetes medios) igual a:

$$Sreg_i = S_i / per \qquad (7)$$

Donde $Sreg_i$ sería la superficie a regenerar del cantón *i*, S_i sería la superficie del citado cantón y *per* la duración del plan especial. La superficie total a regenerar en el

cuartel, suma de las superficies a regenerar en los distintos cantones, presenta un límite superior que sería igual a la relación entre la superficie del cuartel *Sc*, el turno teórico *T* y la duración del plan especial que se muestra en la ecuación (8):

$$\sum_i Sreg_i = (Sc/T) * per \tag{8}$$

Si aceptamos la relación mostrada en (8) se supone que el número de bosquetes *n* será igual a la expresión mostrada en (9), para una superficie media del bosquete igual a *bos*:

$$n = Sreg_i / bos \tag{9}$$

A continuación, se fijarán espacialmente los bosquetes a cortar en el plan especial, teniendo presente que se busca una mezcla difusa, por lo que deben estar repartidos homogéneamente por todo el cantón/cuartel. Al igual que en otros métodos, como los de tramos, a la hora de elegir qué zonas se cortarán primarán criterios, además del de cabida, como la falta de regeneración, la edad, etc. Por último, quedaría definir la posibilidad a extraer en el citado período. Ésta se define de forma similar a la expuesta en los métodos de tramos, es decir, utilizando la fórmula de liquidación de existencias aplicada al conjunto de superficies que se cortan en cada uno de los cantones que integran el cuartel correspondiente. La posibilidad de mejora suele realizarse por superficie, en función de las necesidades selvícolas de cada cantón.

6. MÉTODO SELVÍCOLA. OTRAS PROPUESTAS

Uno de los problemas suscitados con los métodos presentados en apartados anteriores era la ordenación en zonas con un objetivo claro de protección y de conservación. A pesar del gradual y sustancial incremento en los grados de libertad que los métodos de ordenación han sufrido a lo largo del siglo XX, todavía existen casos donde los citados métodos no ofrecen unas alternativas suficientemente atractivas para los gestores. Así, es frecuente que en muchos cuarteles y montes o bien el objetivo principal no sea ya la producción de madera, o bien la integración entre los objetivos de producción con otros relativos a la conservación de la vida silvestre no ha producido el resultado deseado por el gestor. Además, en estos casos es habitual que se hayan impuesto limitaciones legales a ciertos aprovechamientos en muchas Comunidades Autónomas. Para intentar mitigar estas carencias se están proponiendo, tanto en España como en otros países, metodologías que pueden proporcionar soluciones válidas ante estos nuevos desafíos. A nivel español, es el llamado método selvícola (Rojo y Montero, 2005) el que quizá mayor predicamento ha alcanzado en los últimos años. En los siguientes párrafos se van a esbozar sus líneas maestras.

Como se ha comentado, según los propios autores (Rojo y Montero, 2005), este método se debe emplear en cuarteles o masas en las que predomina un objetivo de protección y en los que es habitual que no se puedan aplicar otros métodos, incluyendo la entresaca pie a pie. Esto es debido a que en muchas ocasiones estas

masas a proteger presentan un temperamento de luz, lo que las hace incompatible con este método de entresaca. Como características básicas, es preciso apuntar que no se busca ninguna norma de referencia clásica, como podría ser el monte normal y se va a adoptar la llamada "selvicultura libre", es decir, aquella que huye de otras pautas que no sean las dictadas por las necesidades endógenas de las masas forestales, es decir las que necesita la masa en cada momento.

En cuanto a la toma de decisiones asociada a este método, la primera debería ser la organización de los cuarteles, que se puede realizar a nivel cantón, o incluso en unidades más reducidas (rodales). Rojo y Montero (2005) también permiten la definición de unos estratos basados en ciertas características de la masa. Los autores propugnan una selvicultura diferenciada en cada rodal, en función de las características del mismo, lo que sin duda presenta notables coincidencias con el método de ordenación por rodales. Inclusive, los rodales pueden concebirse como la intersección entre los estratos y los cantones previamente definidos.

Las siguientes decisiones habituales en la ordenación de montes, y que se centran en una escala temporal estratégica, serían las referentes al turno y al período de regeneración. En esta propuesta los turnos son dilatados, sin definirse un turno único para todo el cuartel. No se define el concepto de período de regeneración, y sí que es preciso fijar cuál será la rotación entre cortas sucesivas dentro de un mismo cantón. Si se habla de cortas, también habrá que definir cómo se realiza la selvicultura. Así, las cortas de regeneración habitualmente se realizarán por bosquetes: bien las llamadas "a la esperilla", es decir se espera que comience la regeneración para empezar estas cortas, o bien las llamadas "a la espesilla", cortándose lo que está denso para provocar la regeneración natural. Estas cortas, que presentan similitudes con el aclareo sucesivo, se diferencian en la no existencia de un lapso temporal para conseguir la regeneración completa de la masa. Siguiendo con aspectos selvícolas, en este método cobran especial relevancia las cortas de mejora, ya que muchas veces sólo se realizan en estos cuarteles cortas de policía, eliminando pies fundamentalmente por razones sanitarias. La última decisión se refiere al cálculo de la posibilidad. Es preciso subrayar que en este método no se define una posibilidad a nivel de cada cuartel, pudiéndose establecer una posibilidad indicativa de referencia. En definitiva, se establecerá una posibilidad a nivel rodal, en función de la selvicultura que se espera aplicar en el mismo. Obviamente, todas estas líneas generales estarán sujetas a la disponibilidad, tanto humana como material, de medios para poder aplicar una gestión tan minuciosa.

Por último, es preciso hacer referencia a otras aproximaciones que se han sugerido para casuísticas similares a las que han justificado la adopción de este método. Desde el punto de vista selvícola, y siguiendo las propuestas que han surgido en el Oeste de los Estados Unidos, se ha extendido en varios países la idea que puede estar justificado, en aras a los objetivos planteados en la ordenación, dejar sin cortar un porcentaje de la masa, bien sea disperso, o bien sea continuo. Es lo que se llamaría "*green-tree retention*", y en España ya se han planteado casos donde su rentabilidad económica es viable (Bravo y Diaz-Balteiro, 2004). En esta línea también conviene destacar filosofías que están ya arraigadas en otros países y que podrían incorporarse en España, sobre todo a casos donde la producción no sea el objetivo principal. Cabría

citar en esta línea la selvicultura conocida como "*continuous cover system*" (von Gadow *et al.*, 2002), la gestión próxima a la naturaleza, e incluso el manejo adaptable, que ya se ha abordado en el capítulo 2 de este texto.

7. MÉTODOS DE ORDENACIÓN PARA ALCORNOCALES

En este apartado se comienza a abordar la gestión de masas arbóreas que, o bien por su importancia en la región, o bien por su especificidad, merecen un tratamiento singular. Este último, sería el caso de los alcornocales, donde habitualmente, como es bien sabido, su producción principal, sin que sea la única, suele ser la del corcho. En efecto, hoy en día los alcornocales son vistos como unos sistemas multifuncionales, donde se concentra un sistema agrosilvopastoral que ofrece productos como las leñas, el ramón, los cultivos agrícolas y la producción pascícola, acogiendo, con mucha frecuencia una población cinegética de interés. Además, no es infrecuente que formen parte de Espacios Naturales Protegidos. Todo ello viene a incidir en una premisa fundamental para el correcto manejo de esta especie: la gestión no se debe centrar meramente en la componente arbolada de estos sistemas, sino que tiene que incluir obligatoriamente todos estos outputs.

A la hora de abordar la gestión de un alcornocal, y al igual que ocurre en otros sistemas agrosilvopastorales, la regeneración debe ser una preocupación inmediata a la hora de planificar las futuras actuaciones en estas masas, y que condicionará tanto los aspectos selvícolas, como los de la gestión. El gestor deberá decidir si apuesta por la regeneración natural, en cuyo caso deberá proteger al regenerado de la acción del ganado y de la fauna cinegética, o bien acudir a la repoblación artificial, en cuyo caso decidirá si es por siembra, o bien por plantación vallando o utilizando protectores. Aunque la densidad ideal de la plantación dependerá de la integración de la gestión ganadera y cinegética, y de la selvicultura a realizar en el futuro, no existe demasiado acuerdo entre los expertos sobre cuál sería la densidad óptima, ni en este momento inicial ni cuando a la hora de extraer el corcho. En Montero y Cañellas (2003a, b), Falcor (2007) o Montero y López (2008) se aborda con claridad esta cuestión.

Pasando ya a decisiones propias de la gestión de estas masas, en primer lugar habría que plantearse, en función de los objetivos y las producciones del alcornocal, cuál es el método de beneficio más adecuado, y si se justifica un tratamiento de conversión. Como es sabido, de cara a la producción corchera se recomienda un método de beneficio de monte alto, pero ello no implica que, en el futuro, todos los chirpiales deban convertirse en brinzales. Asimismo, la gestión deberá definir la forma fundamental de masa a la cual se debe tender, sabiendo que la producción de corcho se puede producir tanto en masas regulares como irregulares. En Montero y López (2008) se muestran ventajas e inconvenientes de uno y otro caso. Finalmente, en el caso de masas irregulares, es preciso tener en cuenta que algunos autores (de Benito, 1994) propugnan que la organización de las masas irregulares en alcornocales debieran ser por bosquetes.

Otra decisión que se deberá tomar es la referente al turno. En este caso, esta decisión es doble, ya que habrá que definir tanto el turno del arbolado, como el del descorche. En cuanto al primero, aunque se ha defendido un turno físico, basándose en el escaso valor de la madera y en los distintos beneficios que puede producir la existencia de los alcornocales, hoy en día se acepta que si el objetivo principal es el de la producción de corcho, cabría plantearse comenzar las cortas de regeneración cuando en el turno de descorche fijado, el árbol ya no produzca corcho con un calibre mínimo para la fabricación de tapones. A partir de este momento que, según Montero y Cañellas (2003a) puede producirse entre los 125 y 175 años, es conveniente comenzar a sustituir la masa. El otro turno que habrá que fijar es el de descorche. Esta decisión dependerá de factores como el calibre, la calidad del corcho (no confundir con la calidad de estación de la masa) y la propia calidad de estación. Aunque se debe analizar en cada caso, una banda recomendable para fijar el turno de descorche es la comprendida entre los 9 y 12 años (Montero y Cañellas, 2003b). Por otro lado, además del turno de descorche habrá que fijar la edad a la cual se realiza el primer descorche aunque, en realidad, se suele tomar como sustitutivo más eficaz una medida de diámetro mínimo para proceder a aprovechar el bornizo. Esta medida suele ser los 60-65 cm de circunferencia, que puede corresponderse, dependiendo de las calidades de estación, a una amplia horquilla que oscila entre los 20 y 40 años (Montero y López, 2008).

En cuanto a las operaciones selvícolas, las decisiones a tomar pueden ser muy variadas dependiendo de los objetivos de la gestión, del método de beneficio, de la forma fundamental de masa, o de si la masa procede de repoblación. Aunque hay trabajos donde abordan estos aspectos en profundidad (Montero y Cañellas, 2003a; Montero y López, 2008), es preciso apuntar algunas ideas en cuanto a la selvicultura a practicar. Aquí el aclareo sucesivo suele ser reducido a las cortas finales, debido a la habitual poca densidad de las masas, aunque para algunos autores sólo tienen sentido las cortas de mejora, ya que la regeneración puede producirse sin cortar la masa adulta (de Benito, 1994). Es de gran importancia que se aprovechen los años en los que se realiza el descorche para realizar tanto las cortas de regeneración, como otras operaciones selvícolas (claras, podas, etc.). En relación a estas últimas, es preciso señalar que presentan un interés meramente económico (leña, ramón, bornizo), ya que no es necesaria para la producción de corcho. Un ejemplo de la cuantificación de esta producción puede verse en Montero *et al*. (2003).

Una vez vistos los aspectos selvícolas, y habiendo definido el turno y el turno de descorche, quedaría elegir el método de ordenación más adecuado. La primera cuestión a aclarar es la forma principal de masa del alcornocal objeto de estudio. Si estamos hablando de una masa regular, se pueden aplicar en principio casi todos los métodos anteriormente expuestos, a excepción del método de división por cabida y, hoy en día, del método de tramos periódicos. Como es frecuente que las masas presenten una estructura semirregular, y si además se tienen en cuenta los habituales problemas asociados a la regeneración de estas masas, parece que el tramo móvil pudiera ser una alternativa adecuada. Esto no excluiría, si se dieran condiciones óptimas adecuadas, la posibilidad de emplear un método más rígido, como es el del tramo único. Incluso algún autor (de Benito, 2008) muestra un ejemplo donde este

método se aplica en un monte donde se intenta aprovechar una repoblación artificial de pino piñonero para introducir un subpiso de alcornoques. En cuanto a las masas irregulares, aunque algunos autores no las aconsejan (Montero y Cañellas, 2003b), en muchas ocasiones parece más adecuado buscar más una irregularidad por bosquetes que pie a pie, aunque existen ejemplos donde se están gestionando alcornocales con cortas por entresaca pie a pie, aunque el método de ordenación fijado sea el de rodales (Carrasco y Olivera, 2008).

Una vez elegido el método es conveniente comenzar la regeneración en aquellas zonas donde la urgencia es mayor. Como se ha comentado anteriormente, resulta imprescindible en muchos casos asegurar dicha regeneración acotando el tramo, rodal, bosquete, etc., al pastoreo. Por otro lado, el período de regeneración fijado debe ser múltiplo del turno de descorche anteriormente elegido. En cuanto a la posibilidad, ésta se refiere casi exclusivamente al corcho, ya que la madera únicamente presenta un valor tangible como leña. Si se habla de la posibilidad corchera, además de decisiones previas como el turno o la edad de desbornizamiento, es preciso fijar parámetros como la intensidad de descorche. Se refiere este concepto a la superficie que se va a descorchar, que dependerá de la altura hasta la cual se produzca el descorche. Aunque el corcho de las ramas es de mejor calidad, y se descorcha en muchas ocasiones, algunos autores recomiendan, si es posible, no aprovecharlo (Montero y López, 2008). Por otro lado, algunos autores recomiendan fijar la producción de corcho en términos de la superficie de descorche (SD) y los kg de corcho que se producen por metro cuadrado de superficie descorchada (Montero y Cañellas, 2003b).

8. MÉTODOS DE ORDENACIÓN PARA EL PINO PIÑONERO

Al igual que los alcornocales, el pino piñonero es otro claro ejemplo de multifuncionalidad dentro de las producciones forestales de Castilla la Mancha. Dejando a un lado las, en muchos casos, importantes externalidades positivas que proporcionan estas masas, sí que es cierto que al generar al menos dos productos diferentes que presentan un valor de mercado, la casuística en cuanto a la forma de realizar la gestión es superior que en masas donde el objetivo productivo se asocia primordialmente a la madera. Así, los hábitats donde se encuentra el pino piñonero pueden ser naturales, o de repoblación, y el objetivo principal de la ordenación puede ir desde aspectos de protección hasta puramente de producción, bien de madera, de leñas, o de piñones, o de varios de ellos simultáneamente. Dejando a un lado algunas masas procedentes de repoblación, su carácter heliófilo, y la baja densidad que habitualmente presentan estas masas, implica que en muchas ocasiones exista un aprovechamiento ganadero. Además, en ocasiones, la actividad recreativa presenta una cierta importancia a nivel local.

Por otro lado, a la hora de abordar la gestión en montes donde *Pinus pinea* es la especie principal, conviene tener presente algunas particularidades de estas masas. En primer lugar, y siguiendo a Montero *et al*. (2008), es preciso apuntar que en Castilla la Mancha la selvicultura se ha desarrollado para esta especie sólo en los escasos montes públicos de la región. Además, y esta afirmación es válida tanto si el objetivo

productivo es el piñón como si existen problemas de regeneración de la masa, el pino piñonero es una especie muy vecera, cualidad que conviene tener en cuenta a la hora de programar las distintas actuaciones selvícolas. Por otro lado, en ocasiones se puede presentar casos de masas mezcladas, o bien situaciones donde la especie principal es el pino piñonero, pero existe un subpiso de otra especie, generalmente perteneciente del género *Quercus*. En estas situaciones, una decisión inicial que deberá acometer el gestor es si se continúa con la masa mezclada, o bien se decanta por favorecer una de las frondosas presentes.

Otra decisión básica a la que se deberá enfrentar el gestor es fijar la duración del turno o edad de madurez de la masa. Esta decisión estará muy marcada por los objetivos que se han planteado a la hora de realizar el proyecto de ordenación del monte objeto de estudio. Si el objetivo es la producción de piñones, el turno será generalmente más largo que si el objetivo fuera la producción de madera y leñas. Montero *et al.* (2008) proponen turnos entre 80 y 120 años si existe una producción conjunta madera-piñones, y más dilatados (150 años) si el objetivo principal es la producción de piñones. El período de regeneración habitualmente empleado suele situarse en el entorno de los 20 años (Montero *et al*., 2003), aunque no deben en algunos casos descartarse períodos más dilatados.

Estas diferencias en cuanto al turno en función de los objetivos de la ordenación, se repite en cuanto a la selvicultura que se debe practicar. Así, las claras y las podas estarán condicionadas por el propósito establecido para la gestión. Como líneas generales, cabe apuntar que las claras siempre serán más fuertes si el objetivo es la producción de piñones que si fuera la producción de madera, o el de protección. Además, algunos autores (Montero *et al*., 2008) recomiendan llegar a la mitad del turno con un número de pies similar al que debiera existir en la masa al comenzar las cortas de regeneración.

Monte de Pino piñonero (Ciudad Real)

En cuanto al método de ordenación que se debe aplicar, habría que distinguir la forma fundamental de la masa. Si se parte de masas regulares o semirregulares, los métodos a emplear serían el tramo único, si no se observan problemas de regeneración, o el tramo móvil en masas que presentan dos clases de edad claramente

definidas, o bien donde existen problemas en cuanto a la regeneración. A título de ejemplo, uno de los montes más emblemáticos de pino piñonero en la provincia de Toledo ("Pinar del Común, Pinar de Propios y Valdeoliva", T.M. Almorox) presenta un proyecto de ordenación vigente cuyo método de ordenación es el grupo de regeneración estricto, con una edad de madurez de 150 años (Prieto *et al.*, 2004). Asimismo, este método puede ser una alternativa válida para aquellos pinares regulares, caracterizados por una selvicultura escasa o inexistente, y donde se pretende ampliar el número de clases de edad existentes en la masa. Por otro lado, el tramo móvil ampliado también puede ser una alternativa válida para algunos casos, bien porque coexistan más de dos clases de edad, o porque las dos clases existentes no sean contiguas. El método de ordenación por rodales también se puede aplicar, y de hecho, ya se está empleando en otras Comunidades Autónomas (Carrasco y Olivera, 2008; Vericat y Piqué, 2008). Por otro lado, y aunque el pino piñonero presenta una cierta tendencia a la irregularidad, no se aconseja el empleo de una entresaca pie a pie, debido a su carácter marcadamente heliófilo. Como bien afirman Montero y Yagüe (1994), una entresaca en bosquetes de gran tamaño (parquets) sería una solución más oportuna, con unas cortas a hecho o por aclareo sucesivo en dichos parquets.

Por otro lado, se recomienda el acotamiento al ganado en los años siguientes a las cortas finales de estos tramos/rodales/bosquetes. Si ya es una especie cuya semilla no se desplaza grandes recorridos, y encima presenta el problema de la vecería, esta medida se antoja indispensable para asegurar la regeneración. En cuanto a la posibilidad, en algunos casos hoy en día ya se pueden realizar estimaciones no sólo de la producción de madera según distintos grados de intensidad selvícola, sino también de la producción potencial de piña esperada (Montero *et al*., 2008).

9. MÉTODOS DE ORDENACIÓN PARA MONTE BAJO Y MONTE MEDIO

En este capítulo, hasta este momento, se han abordado los métodos de ordenación asociados a la forma fundamental de masa de monte alto. Sin embargo, y como es bien conocido, no todas las masas forestales presentan una regeneración procedente de una reproducción sexual. En los próximos epígrafes se van a abordar los métodos de ordenación que se aconseja aplicar, tanto en el caso donde todos los pies proceden de capa o de raíz (monte bajo), o bien está formado por regenerado que procede tanto de semilla como de raíz (monte medio). Es preciso señalar que según el Anuario de Estadísticas Forestales del año 2006 existe una notable superficie, tanto a nivel nacional como dentro de Castilla La Mancha donde la regeneración se produce fundamentalmente por reproducción asexuada. A continuación, se van a explicar los métodos apropiados para estas masas, comenzando por aquellas donde la forma fundamental de masa es la de monte bajo.

9.1. Monte bajo

El monte bajo presenta una serie de características que conviene introducir antes de pasar a describir aspectos puntuales relativos a la gestión de estas masas. En primer

lugar, es preciso aclarar que esta forma fundamental de masa es propia de varias especies presentes en los hábitats castellano manchegos, pero destacan las pertenecientes al género *Quercus* (encina, rebollo, quejigo). Por otro lado, a veces se encuentran formando masas mixtas, y pueden presentar estructuras de masas regulares o irregulares. Otro aspecto, que conviene destacar de entrada, es que en las últimas décadas se ha ido produciendo un profundo cambio en cuanto a los objetivos asociados a la gestión de estas masas. En efecto, mucha de la superficie con esta tipología presentaba como objetivo principal proporcionar leñas y carbón vegetal. Sin embargo, debido al cambio en la demanda energética de muchas poblaciones, se han ido abandonando estas masas y en muchas de ellas, prácticamente la única producción tangible que tenía un cierto arraigo, sería las rentas asociadas a las actividades cinegéticas. Finalmente, es preciso dejar claro que el monte bajo no es eterno, ya que las masas no permiten una reproducción vegetativa indefinidamente, y es conveniente tener claro el número de recepes que se pueden acometer en cada masa.

Por otro lado, conviene tener presente en la gestión de estas masas una serie de características que propician una toma de decisiones diferente al caso de monte alto. En primer lugar, cuando se habla de edades que deben significarse en los sucesivos planes de gestión de estas masas, hay que hacer hincapié no sólo en el turno, sino en las edades a las cuales se debe realizar la primera corta, y las edades máximas que deben considerarse para establecer el límite en cuanto a la capacidad de brotación de estas masas, lo que determinará el número de recepes máximo. Existe al respecto una literatura dilatada, que sugiere a veces rangos de edades considerablemente distintos, tal y como se puede apreciar en Bravo *et al*. (2008). En cuanto al turno, existen varios criterios a aplicar. Ya Ximénez de Embún (1961), afirmaba que su determinación dependía de la especie, la calidad de estación y el rendimiento económico, pero asumía un límite superior de 35 años. En teoría, se pueden aplicar criterios económicos, tecnológicos o selvícolas (Serrada, 2004), y la horquilla de edades que se aplica a masas con las especies anteriormente citadas, con independencia del criterio señalado, suele oscilar entre los 15 y 30 años. En general, como bien se muestra en Bravo *et al*. (2008), fijar turnos más cortos frente a otros más dilatados va a depender de cómo el gestor valore para cada caso aspectos relativos a la conservación de estas masas, el rendimiento económico, circunstancias relativas a la propiedad, etc.

A la hora de comenzar un proyecto de ordenación en masas con estas características, una de las primeras decisiones que se deben tomar es si han cambiado los objetivos que justificaban la estructura presente en la masa. Si realmente la propiedad desea marcar unos objetivos distintos a los anteriormente propuestos y esto podría conllevar una transformación a monte medio o conversión a monte alto. En otro apartado de este capítulo se abordará esta casuística. Además, es preciso integrar adecuadamente otros outputs asociados tradicionalmente a estas masas (caza, ganado), así como las externalidades positivas frecuentemente presentes en algunas de estas masas (aspectos protectores) y todo ello sin perder las características ecológicas o genéticas de la masa objeto de estudio. En esta línea, resulta de la mayor importancia analizar y seguir desde un principio la evolución del vigor de las cepas, así como otros parámetros selvícolas como puede ser la espesura de la masa. Es decir, en la fase de inventario conviene, además de la densidad de la masa, prestar especial

atención a cuantificar tanto las leñas existentes, como el número medio de pies por cepa y, siguiendo a Bravo *et al*. (2008), estimar la proporción de brinzales existentes en la masa. A continuación, se abordarán los métodos de ordenación que se pueden emplear, distinguiendo en aquellas estructuras de monte bajo regular frente a las de monte bajo irregular.

9.1.1. Monte bajo regular

El método más habitualmente empleado para gestionar estas masas ha sido el método de división por cabida. La forma de emplear el método es similar a la anteriormente enunciada para la forma fundamental de masa de monte alto, pero conviene insistir en una serie de elementos diferenciadores. Así, se sigue manteniendo una selvicultura basada en las cortas a matarrasa con el fin de promover la reproducción asexual al eliminarse la parte aérea de la masa. Con este método se pretende alcanzar una serie ordenada de tranzones, si las cortas son anuales, o una serie graduada de tranzones, si éstas son bienales. Lógicamente, se parte de la base que es viable aplicar esta selvicultura en el monte objeto de estudio, que no existen condicionantes como pudieran ser el riesgo de erosión hídrica, la falta de vigor de las cepas o una posible extracción de nutrientes excesiva que suponga una amenaza para el monte. Además, y con el fin de asegurar la viabilidad de los recepes, es necesario controlar al ganado existente en la masa. Resulta habitual que se imponga a los tranzones en regeneración una serie de años, dependiendo del ganado, donde el pastoreo está acotado.

La toma de decisiones en aspectos como la superficie media de los tranzones, la oportunidad de que sean tranzones abiertos o cerrados, la opción de utilizar el concepto de superficie reducida para el cálculo de unas superficies equiproductivas, es similar al caso del monte alto. Únicamente, es preciso tener presente lo comentado en párrafos anteriores sobre el turno. La selvicultura se reduce a las cortas finales, pero se debe insistir en analizar correctamente el compromiso entre fragmentación e impacto para decidir qué cantones componen los sucesivos tranzones. La forma de calcular la posibilidad también es idéntica al caso del monte alto, sólo que en este caso pudiera ocurrir que en vez de medirla en metros cúbicos pudiera venir dada en estéreos.

9.1.2. Monte bajo irregular

Con este método se pretende conseguir chirpiales de todas las clases de edad, y así realizar un aprovechamiento selectivo de aquellos chirpiales que hayan alcanzado una dimensión mínima. No es un método muy aplicado debido, entre otras razones, a la exigencia que le supone al gestor la toma de decisiones asociada a los casos de masas irregulares. Existen dos formas a la hora de aplicar este método, según cómo se pretende obtener la irregularidad. Así, puede ocurrir que la irregularidad sea a nivel cepa, es decir, cada cepa pertenece a una clase de edad diferente, o bien que dentro de cada cepa los pies tengan edades distintas.

Para el primer caso (cepas con edades diferentes), se debe establecer un número de clases de edad, que dependerá de si las cortas son anuales, donde es igual al turno fijado para la masa, o si son éstas son intermitentes, en cuyo caso el número de clases de edad será el cociente entre el turno y el lapso de tiempo entre cortas. Para este caso, cada cepa pertenecerá a una cada clase de edad distinta. Cuando se busca una irregularidad pie a pie, se pueden producir dos opciones claramente diferenciadas (Madrigal, 1994), pero teniendo presente que la(s) especie(s) debe(n) tener una cierta tolerancia a la sombra. Por un lado, cada pie de cada cepa presenta una edad distinta. En este caso se aplicará una entresaca pie a pie, para lo que habrá que definir los mismos parámetros que para el monte alto: diámetro de cortabilidad, número de clases de edad, y lapso temporal en cambiar de clase de edad. El otro caso es el llamado monte bajo resalveado, que consiste en forzar la existencia de un monte bajo con dos pisos, situación que algunos autores (Serrada, 2004) también consideran monte medio, aunque ninguno de los pies proceda de semilla. En el próximo epígrafe se mostrarán las principales características asociadas a la ordenación de estas masas, al ser la gestión igual a la del verdadero monte medio.

Monte bajo en Montes de Toledo

9.2. Monte medio

El monte medio, en sentido estricto, presenta dos estratos de la misma especie: uno procedente de semilla (resalvía) y otro procedente de reproducción vegetativa (sarda), pero, como se acaba de comentar, resulta habitual que en aquellos casos donde los dos pisos procedan de brotes se llame monte medio. Para diferenciarlos, Serrada (2004) propone denominar monte medio irregular al monte medio en sentido estricto, y monte medio regular al segundo caso. Antes de pasar a explicar brevemente esta casuística, es preciso apuntar que esta estructura muchas veces es un estadio intermedio en la conversión de masas de monte bajo a monte alto y que su perpetuación obliga a una intervención constante en la masa.

9.2.1. Monte medio regular

En el monte medio, las decisiones referentes a la sarda y a la resalvía (aunque en este caso no proceda de semilla) son bastante diferenciadas. Para este caso el método a emplear será una extensión del método de división por cabida. Siguiendo a algunos autores (Serrada, 2004; Bravo *et al.*, 2008), en primer lugar, se debería definir el porcentaje que debe ocupar la resalvía, medido éste en porcentaje de la fracción de cabida cubierta (40-50%). Por otro lado, habrá que fijar el turno de los dos estratos, debiendo el de la resalvía ser múltiplo del turno de la sarda, hasta 5 ó 6 veces uno mayor que otro. Después se fijará un plan de resalveo (Serrada, 2004), comenzando por definir el número de clases artificiales de edad, que se diferencian entre sí por el turno de la sarda. Generalmente se toman 4 ó 5 clases de edad. Una vez llegados a este punto, ya se puede calcular el número de tranzones, igual al turno de la sarda, y la superficie que ocupa cada uno, suponiendo que la calidad de estación es homogénea para todo el cuartel, dividiendo simplemente la superficie del cuartel por el citado turno. Estos tranzones se cortan a matarrasa, pero con la particularidad de reservar un cierto número de pies que formarán parte de la primera clase de edad en el siguiente turno, según el plan de resalveo fijado con anterioridad. A la vez que se produce esta corta de regeneración, se apearán en el tranzón los resalvos de la última clase de edad.

Monte medio en Los Yebenes (Toledo)

9.2.2. Monte medio irregular

Esta tipología de monte medio se diferencia de la anterior en que la resalvía se define como una auténtica masa irregular, bien sea pie a pie o por bosquetes. Las decisiones a tomar se modifican ligeramente, en función de esta circunstancia. Además de fijar una curva de equilibrio para la resalvía, el turno que se define para la sarda debe ser igual al tiempo de paso de una clase diamétrica a la siguiente en el piso superior (el correspondiente al monte alto). Este turno permitirá dividir el cuartel en una serie de tranzones, cuyo piso inferior se corta a matarrasa en cada tranzón con una periodicidad igual al turno fijado. A la vez, en el piso superior se practicará una entresaca regularizada, de manera que se concentren todas las actividades selvícolas en la misma superficie. Aunque apenas existen experiencias en España sobre la aplicación de este método, un aspecto crucial lo constituye la regeneración de la resalvía, para la que algunos autores (Serrada, 2004) proponen acudir incluso a la regeneración artificial en caso que fuera necesario.

9.3. Métodos de conversión de formas fundamentales de masa

Para concluir este apartado dedicado al monte bajo y al monte medio, quedaría por mostrar los métodos adecuados cuando el gestor pretende cambiar de método de beneficio, casi siempre consistente en pasar de monte bajo a monte alto. Lógicamente, el método que se elija presenta una validez durante todo este período de conversión, ya que cuando la masa resultante alcance una forma fundamental de masa de monte alto, se aplicará el método de ordenación que se estime conveniente. Esta conversión se realiza a través de los resalveos, por lo que las primeras decisiones a tomar, una vez que le gestor se ha decantado por esta medida, será la de desarrollar la forma de conseguir este cambio de monte bajo a monte alto (envejecimiento de las cepas, evitando el rebrote por la acción del ganado, o actuando en la espesura de la sarda para propiciar el establecimiento de un nuevo regenerado procedente de semilla).

Por otro lado, habría que definir los elementos propios del resalveo (peso, rotación entre las intervenciones) en función de las características de la masa donde se va a aplicar este tratamiento transitorio. Todo este proceso debe estar finalizado en un lapso de tiempo fijado inicialmente, como es el turno de transformación, que será múltiplo del turno utilizado para la sarda. Los métodos de ordenación que se pueden emplear serían el método de tramo único, si no existe producción pascícola y un objetivo claro es la producción de leña. Si existe esa producción pascícola, es aconsejable utilizar el método del tramo móvil, y esta elección se justifica más cuando exista una superficie que se debe regenerar urgentemente mayor que la cabida periódica. También se puede emplear el método de rodales, siendo más justificado su empleo si las diferencias entre las calidades de estación son acusadas.

10. MÉTODOS DE ORDENACIÓN EN DEHESAS

Una vez introducidos aspectos relacionados con la ordenación de masas cuyo método de beneficio no es el monte alto, se pueden abordar los aspectos principales, desde el punto de vista de la gestión forestal, del manejo de los sistemas agrosilvopastorales más característicos de Castilla-La Mancha: las dehesas. Como es bien conocido, estos sistemas son claros paradigmas del concepto de uso múltiple en el ámbito forestal, ya que pueden coexistir un conjunto notable de producciones tangibles: maderas, leñas, ganadería, cultivos agrícolas, caza, hongos, miel, frutos, cortezas, etc. Sin embargo, hoy en día también se asocia a la dehesa con valores vinculados a servicios que no poseen un precio de mercado, pero que sin duda presentan una importancia creciente. Así, tanto los valores recreativos, paisajísticos, históricos y culturales, como los valores relativos a la conservación de especies amenazadas, o los valores relativos al propio autoconsumo ambiental que realizan los propietarios de las masas forestales (Campos *et al.*, 2008), cada vez están más presentes a la hora de la toma de decisiones en estos sistemas multifuncionales.

Cabe insistir, además, en el carácter agrosilvopastoral de estos sistemas, y lo que esto conlleva para la gestión. Con independencia de las especies arbóreas principales que se pueden encontrar en las dehesas, que conduce a definiciones más o menos laxas del término dehesa (Serrada y San Miguel, 2008), lo que resulta indudable es que en todos los casos se está hablando de unas masas aclaradas, donde habitualmente existe una importante producción pascícola así como producciones extensivas agrícolas, y en donde el tratamiento al que se ve sometida estabiliza, mediante su aprovechamiento, las relaciones existentes en este sistema complejo (San Miguel, 1994a).

Si se piensa en dehesas donde la especie principal pertenece al género *Quercus* (encina, quejigo, rebollo, etc.), la forma fundamental de la masa puede ser monte alto, monte bajo o monte medio, lo que es necesario tener presente para adoptar prácticas selvícolas consistentes para la preservación de estos sistemas. En efecto, hoy en día uno de los problemas principales que presentan hoy en día son los relativos a la regeneración de estas masas. A la hora de acometer un proyecto de ordenación es preciso tener en cuenta una evaluación de la regeneración presente en la dehesa objeto de estudio, con objeto de prever posibles acciones conducentes a asegurar el principio básico de persistencia de la masa. Estas acciones, dependiendo de los casos, pueden comprender aspectos que van desde el acotamiento del ganado, hasta el manejo de la reproducción vegetativa en pies apeados, recepes, etc., incluyendo la regeneración artificial (Serrada y San Miguel, 2008). Por otro lado, resulta habitual que no existan cortas de regeneración, dado que la baja densidad existente no contempla cortar la masa para promover la regeneración. El turno habitualmente empleado en estas masas es un turno físico.

En cuanto a la toma de decisiones referente a la división inventarial, es preciso tener en cuenta que se suele supeditar a las características de la producción pascícola y su consiguiente aprovechamiento, existente en la finca objeto de la ordenación. Así, los cuarteles tendrán una dimensión acorde con el tipo de ganado (menor, mayor)

existente, de tal forma que cada rebaño está asociado a un determinado cuartel (San Miguel, 1994a). En las divisiones más desagregadas (cantones o, en este caso, redondas) también deben estar presentes características tanto del recurso pascícola como de las infraestructuras necesarias para su aprovechamiento. Desde el punto de vista selvícola, las decisiones a tomar no se centran en cómo realizar las cortas finales, por las razones anteriormente apuntadas, sino en los tratamientos parciales que intentan optimizar la producción de outputs (pastos, ramón) que sirvan de alimento al ganado. Así, es preciso planificar las podas, desbroces, enmiendas y fertilizaciones, etc. necesarias en cada caso (Serrada y San Miguel, 2008).

Llegados a este punto, es preciso hablar de los métodos de ordenación que pueden utilizarse en los sistemas adehesados. En primer lugar, es preciso señalar que la elección dependerá, dejando a un lado los objetivos en cuanto a la gestión que se establezcan individualmente en cada finca, de aspectos claves como son la regeneración de la masa o de la forma fundamental existente. Así, si estamos ante métodos de beneficio de monte bajo o monte medio, en principio se aplicarán los métodos descritos en el apartado anterior. Si se trata de una dehesa con una forma fundamental de monte alto, su forma principal suele ser la de una masa irregular, con lo que, en principio, habría que acudir a una entresaca por huroneo (Serrada y San Miguel, 2008). Es decir, se estarían cortando los árboles muertos o enfermos, sin establecer ni siquiera aspectos propios de la entresaca pie a pie como pueda ser el diámetro máximo de cortabilidad o una curva de equilibrio entre todas las clases de edad.

Sin embargo, y dado que el problema más importante al que se enfrenta el gestor es el de asegurar la regeneración de estas masas, se puede tomar para la gestión un método de tramos (tramo único, tramo móvil), donde se elegirá el más flexible cuando la situación de partida sea más complicada en cuanto a la futura regeneración. En estos métodos es preciso fijar un período de regeneración donde se regeneren los cantones inicialmente elegidos y cuya duración dependerá de aspectos relativos a la especie, la forma de acometer la regeneración, la carga ganadera existente y los recursos pascícolas disponibles, etc. Por otro lado, no existe problema en aplicar el método de ordenación por rodales.

Encina en la Comarca de la Jara (Toledo)

Dehesa de Encinas y Alcornoque (Toledo)

También resulta necesario a la hora de planificar la ordenación en las dehesas abordar la de otras producciones tangibles y de aquellas que no presentan un precio de mercado. Aunque no se suelen acometer proyectos de ordenación que tengan en cuenta todos los bienes y servicios asociados a un sistema agrosilvopastoral de estas características, al menos sí que se suele hacer referencia a la ordenación de la producción de leñas y a la de pastos. En cuanto a la primera de ellas, la principal decisión a tomar sería fijar la rotación entre dos podas consecutivas. Aquí es necesario buscar un compromiso entre unas rotaciones más breves, que favorecen la operación selvícola al ser las ramas menos gruesas, y las rotaciones más dilatadas, que presentan un mejor rendimiento económico. Generalmente, suele tomarse como una analogía al método de división por cabida, donde se divide el cuartel en una serie de superficies (equivalentes a los tranzones) y cada determinado número de años se corta una de ellas. En cuanto a la ordenación de la producción pascícola, habrá que fijar los elementos básicos del mismo, como puede ser el tipo de pastoreo o la rotación entre parcelas (San Miguel, 1994b).

Si se aborda la toma de decisiones vinculadas al plan especial, además de decidir qué cantones se van a regenerar, conviene aclarar que no se va a cuantificar una posibilidad en cuanto a la producción de madera, pero sí en cuanto a las leñas. Además, aquí presenta un gran interés en definir correctamente el plan aprovechamiento pastoral, así como las mejoras a realizar en la finca, sobre todo desde el punto de vista del pastoreo. Si, como sería deseable, se integrara en este documento el plan de gestión cinegético, habría que contemplar también tanto el aprovechamiento cinegético en la finca como posibles mejoras. Finalmente, es preciso insistir en otra peculiaridad que presenta este tipo de ordenaciones en relación con otras referidas a montes con una clara producción de madera y turnos dilatados. Esta peculiaridad se refiere a que en las dehesas cobra gran importancia, a diferencia de los sistemas forestales donde el aprovechamiento pascícola y/o agrícola no es tan relevante, realizar un correcto balance monetario de todos los cobros y pagos asociados a cada año que integra el plan especial, y máxime cuando muchas dehesas presentan una titularidad privada. Es preciso resaltar que aplicando los criterios habitualmente empleados para medir la rentabilidad privada en las explotaciones forestales, en general, la rentabilidad de las dehesas es positiva (Campos *et al.*, 2003).

Estos mismos criterios debieran aplicarse en el citado balance dinerario, donde resulta demasiado frecuente ver simplemente una previsión de flujos de caja en los años que comprende el plan especial, sin ningún análisis de la rentabilidad de los mismos.

11. MÉTODOS DE ORDENACIÓN Y OTRAS PRODUCCIONES TANGIBLES

En este apartado, se expondrá de forma concisa diversos aspectos relacionados con la producción de determinados productos no madereros y su relación con los métodos de ordenación de montes anteriormente descritos. Así, en los próximos epígrafes se abordarán algunos aspectos a tener en cuenta en las ordenaciones de montes donde existen o han existido producciones a tener en cuenta de resina, hongos, o donde el aprovechamiento cinegético es uno de los objetivos básicos en la gestión de estas masas forestales.

11.1. Resina

A pesar de que la importancia económica del aprovechamiento de la resina en nuestro país ha descendido de una manera extremadamente acusada a partir de los años 70, es preciso tener en cuenta que muchos montes cuya especie principal era el pino negral se han ordenado anteponiendo la producción de resina a la producción de madera. Sin embargo, hoy en día se puede catalogar a la resina como una producción marginal en Castilla la Mancha, y sólo en algunas comarcas de la provincia de Cuenca todavía existe una producción reseñable.

Por lo tanto, un aspecto inicial de importancia radica en evaluar el objetivo principal de la ordenación. Esta decisión cobra importancia en montes antiguamente dedicados a la resinación y cuyo aprovechamiento ha sido abandonado. Si se ha concluido que la resina es una producción principal en el monte, habrá que fijar aspectos básicos de la toma de decisiones asociados a su gestión, como es el turno de la masa y, al igual que ocurre en productos como el corcho, cuestiones específicas relativas al aprovechamiento de las resinas. En cuanto al turno, el que se ha utilizado habitualmente en España ha oscilado entre los 80 y 120 años (Serrano, 1994). Para calcularlo con más precisión se debe utilizar la fórmula incluida en las Instrucciones de Ordenación de montes en Castilla-La Mancha, según la cual el turno debiera ser la suma de la edad necesaria para que la masa comience a producir resina, más el tiempo que permanece en producción y añadiéndole a estos sumandos la edad para la cual la masa es capaz de producir semilla fértil. En cuanto a la edad mínima aconsejable para iniciar la resinación, las citadas Instrucciones aconsejan edades en las que el diámetro sea por lo menos de 33 cm, aunque experiencias empíricas en la región muestran que hay árboles resinados ya en clases diamétricas superiores a los 20 cm (Jordán *et al.*, 2003).

Al igual que ocurría en otros casos mostrados en apartados anteriores, debe existir una relación entre el período de regeneración, si se apuesta por métodos de ordenación basados en la idea del tramo, el período de resinación y el turno o edad de

madurez. Habitualmente se considera que el período de regeneración es múltiplo del período de resinación, aunque en algunos casos pueden coincidir. En el período de regeneración se incluirán, preferentemente, aquellos cantones (tranzones de resinación) que han agotado la resinación, y donde la resinación se realice a muerte en ese período.

En cuanto al método de ordenación que se pueden aplicar a estas masas, se puede optar por diversas alternativas, que van desde los métodos de tramos (permanentes, único, móvil), o al método de rodales (Rodríguez Soalleiro *et al*., 2008). En el método del tramo móvil, hay que tener en cuenta que la duración de la regeneración puede obligar bien a no agotar los pies resinados, o bien a no resinar algunos árboles. Por otro lado, es preciso tener en cuenta que algunos montes presentan una ordenación abandonada, al haber cesado el aprovechamiento resinero, lo que puede conducir a un cambio en el objetivo principal de la masa. En estos casos se recomienda reducir el turno y modificar el plan de claras empleado para centrarse éstas en los pies resinados (Rodríguez Soalleiro *et al*., 2008).

Cuando se presente un aprovechamiento resinero, tanto el plan general como, especialmente, el plan especial debe estar centrado en este producto. En cuanto al plan general, también se puede establecer una estructura basada en tres ciclos (regeneración, desarrollo y producción), tal y como se muestra en Serrano (1994). Es decir, se prestará especial atención a la disposición espacial y temporal de las labores selvícolas precisas para optimizar, dentro de lo posible, este aprovechamiento, incidiendo en aspectos como la densidad, a través de clareos y claras. Además del diámetro mínimo, hay que fijar qué árboles se resinan y cuáles van a permanecer sin resinar. La posibilidad de regeneración se calcula fijándose esencialmente en los árboles que o están agotados, o se van a resinar a muerte en el período.

11.2. Aprovechamiento cinegético

Este output presenta una gran importancia en muchos sistemas forestales de Castilla la Mancha, por ser el principal vector de la rentabilidad comercial de estos montes. En esta línea, parece imprescindible al menos plantear algunas cuestiones relativas a la integración de la gestión cinegética con la ordenación de estas masas forestales, partiendo de la base que se va a realizar una simplificación a la hora de categorizar este aprovechamiento. En efecto, a pesar de que su importancia no debe medirse tan sólo por las rentas directas que recibe el monte en relación con las prácticas cinegéticas, en este apartado se va a realizar este supuesto con el fin de clarificar la exposición.

Cuando se habla de la convergencia de la gestión cinegética dentro de la gestión forestal, es preciso señalar el habitual punto de partida existente hoy en día que, sin duda, dificulta esta necesaria integración de ambos outputs. En efecto, estamos hablando de que muchas veces en la misma unidad territorial se están solapando proyectos de ordenación de montes, planes cinegéticos, zonas con algún grado de protección, etc. realizados por distintos técnicos y administraciones. Además, para

cada caso, las escalas de trabajo pueden ser mucho más amplias que la superficie del predio en cuestión y, por otro lado, los objetivos de la propiedad no entienden de la necesaria compatibilidad de las prácticas recomendadas para cada uno de los outputs existentes. Por ejemplo, es corriente que los planes cinegéticos y los proyectos de ordenación no presenten elementos mínimos de coordinación y que sean realizados por diferentes técnicos. A pesar de estas debilidades, resulta básico que en los proyectos de ordenación de montes se tengan muy en cuenta tanto las características del producto cinegético existente en ese monte, como los objetivos que al respecto ha realizado la propiedad.

Si se habla de la caza en las superficies forestales, lo primero que debería conocerse son el tipo de caza (mayor o menor), las especies cinegéticas principales en cada caso y si el aprovechamiento cinegético se realiza de una forma intensiva (fincas cercadas para asegurar un determinado estándar en el output cinegético) o extensiva. Una vez dicho esto, parece claro que la existencia de una estructura faunística valiosa desde un punto de vista comercial va a provocar cambios en la forma de realizar el proyecto de ordenación de ese monte. Así, en primer lugar, la fase del inventario incidirá con más detalle de lo habitual en las especies cinegéticas: no sólo interesa conocer la presencia o la abundancia, sino también su estructura poblacional. Por otro lado, y atendiendo a los requerimientos de cada especie, se deberá evaluar las superficies que puedan ser dedicadas a satisfacer sus requerimientos alimenticios o de refugio. Además, resulta de vital importancia analizar la interacción fauna-vegetación existente. Dado que en muchos montes adehesados la regeneración es uno de los principales problemas, como se abordó en un apartado anterior, es necesario que en el inventario se informe de posibles problemas asociados por la no regeneración de la masa, así como daños que pueda sufrir el arbolado por la acción de, principalmente, algunos ungulados. Además, deben abordarse en detalle en esta fase una evaluación del recurso pascícola en todo el monte en función de las necesidades alimenticias de la fauna, así como la cantidad y calidad de la infraestructura existente para gestionar estas poblaciones de animales. Por último, es preciso tener en cuenta que, según las instrucciones de ordenación de montes arbolados de Castilla la Mancha, cualquier cuartel cuyo objetivo principal sea el aprovechamiento cinegético y supere las 250 ha debe disponer de un informe selvícola al respecto, o un informe más detallado del inventario existente.

Pasando ya a aspectos relacionados con la gestión de estas masas forestales conviene, de entrada, comentar que muy habitualmente la estructura de estas masas con aprovechamiento cinegético se corresponde a masas adehesadas y donde predominan en muchas ocasiones formas fundamentales de masa de monte bajo y monte medio. Las recomendaciones señaladas en los apartados anteriores relacionados con ambos aspectos cobran por ello especial relevancia. En general, el aprovechamiento cinegético no justificará la adopción de un determinado método de ordenación. Las Instrucciones de Ordenación de montes arbolados de Castilla la Mancha únicamente recomiendan no utilizar métodos donde se precisen realizar acotamientos a la fauna para preservar la regeneración y motivados por la alta carga cinegética existente, y donde la citada protección se complique por la escasa superficie de la superficie a regenerar (entresaca pie a pie, por bosquetes). Asimismo, resulta de suma importancia fijar la atención en la gestión del estrato arbustivo, ya que cumple

unas funciones primordiales para la persistencia de la fauna. Así, tanto en el espacio como en el tiempo deben justificarse las actuaciones selvícolas en el matorral y en el monte (San Miguel, 2008).

Los documentos asociados al proyecto de ordenación deben reflejar convenientemente esta producción. Así, aunque en el plan general se pueden abordar distintas actuaciones a largo plazo asociadas tanto con la caza como con la producción pascícola, es en el plan especial donde se debe hacer hincapié en las medidas a adoptar en el monte para mantener o mejorar el aprovechamiento cinegético. Así, desde mejoras en el pasto, instalación de infraestructuras, sembrado de ciertos cultivos en la periodicidad temporal adecuada, podas para proporcionar ramón a la fauna, hasta aspectos relacionados con la caza: estructura poblacional, sistema de caza, necesidades en cuanto a la suplementación, evolución de los trofeos, etc.

11.3. Producción micológica

La producción micológica constituye, al igual que otros productos forestales no madereros, un recurso que a pesar de no presentar una gran importancia cuando se contabilizan los rendimientos comerciales de los aprovechamientos forestales a nivel agregado, sí que presentan una notable importancia a una escala local o comarcal (Voces *et al*., 2009). Aunque tradicionalmente la gestión de este aprovechamiento no se ha considerado explícitamente en los tratados de ordenación de montes, ni en las instrucciones para la ordenación de los montes arbolados, parece justificado apuntar algunas sencillas ideas sobre la gestión de este recurso, no sólo en base a su aspecto estrictamente productivo, sino también en relación a su aspecto recreativo, ya que la afición por recoger hongos ha ido creciendo durante los últimos años.

Cuando se habla de hongos silvestres, en primer lugar, conviene precisar de cara a la gestión de este recurso cómo se cuantifica éste. Es decir, muchas veces se asumen estimaciones genéricas en cuanto a la producción de hongos en un monte de acuerdo a ciertas características (especie principal, pH del suelo, edad del arbolado, etc.), pero sin tener referencias claras de cuál sería la parte de esta producción fúngica anual que realmente se está aprovechando, bien sea en aras a un aprovechamiento comercial, o simplemente orientada hacia el autoconsumo. Resulta muy complicado introducir el recurso micológico dentro de una planificación forestal, sino se tiene una mínima visión sobre la producción y los rendimientos económicos que esta producción acarrea. Al presentar esta distinción, que algunos autores (Ortega-Martínez y Martínez Peña, 2008) separan en producción bruta y producción neta, implícitamente se está señalando la necesidad de disponer de algún inventario, aunque sea mínimo, de este recurso, como aparece en el artículo 17 de las Instrucciones de ordenación de montes arbolados de Castilla la Mancha. No se trata de disponer de un exhaustivo listado de hongos micorrícicos, saprófitos o parásitos, sino de aquellos que tienen un interés comercial. Además, muchas veces se puede beneficiar de la información ya existente (Martínez Peña *et al*., 2007). Una vez que el gestor tenga estos conocimientos mínimos puede pensar qué especies interesa más (especies principales) que estén presentes en

el monte a lo largo de los próximos planes especiales, y cómo pueden las actuaciones selvícolas incidir en la mayor o menor abundancia de estos hongos.

Una vez llegados a este punto conviene introducir unas ideas básicas sobre los hongos y su relación con la gestión forestal. Dejando a un lado aspectos no menos importantes como su temperamento, la pluviometría o el carácter ácido o básico del suelo, la presencia o ausencia, y la abundancia o escasez de un hongo está relacionada con la estructura de la masa forestal: parámetros como la edad, la densidad y la composición, tanto del estrato arbóreo como del arbustivo juegan un papel notable. Es decir, que jugando con estos parámetros se puede favorecer la producción de algunas especies, en general, o en términos relativos en comparación con otros hongos. Dicho lo cual, nos encontramos ante un problema dinámico porque el cortejo fúngico varía según la edad de la masa, por lo que si se pretende mantener un cierto aprovechamiento de un hongo que se sabe, por ejemplo, que su máxima producción se produce cuando la masa tiene entre 50 y 70 años, debería tenerse esta circunstancia en cuenta a la hora de diseñar los tramos en regeneración, siempre y cuando fuera un objetivo de la ordenación el mantener el aprovechamiento micológico.

En principio, no parece habitual que la existencia de una producción micológica significativa pueda, al igual que ocurría con el recurso cinegético, aconsejar un cambio en el método de ordenación que se hubiera aplicado hasta entonces en un monte, pero sí que pueden precisar algunas de las decisiones que se fueran a tomar si éstas se orientan exclusivamente para favorecer otro aprovechamiento (como pueda ser la madera). Por un lado, habría que ver, en función de la edad actual de la masa, si el turno fijado es el más conveniente para lograr la producción más amplia de las especies micológicas más demandadas. Es preciso recordar, como se ha comentado en el párrafo anterior, que cada hongo presenta un óptimo, en cuanto a su producción, a una edad diferente de la masa. Dicho de otra forma, el gestor podría por lo menos asegurar una determinada superficie que estuviera en el entorno de la edad óptima de la especie o especies fúngicas principales, por ejemplo mediante la correcta asignación de los cantones a los distintos tramos. Además, las operaciones selvícolas inciden, en principio, de una forma muy notable en el recurso fúngico. A pesar de las diferencias en cuanto al temperamento que presentan muchos hongos con aptitudes comerciales, parece lógico pensar que actuaciones que conllevan una disminución de la densidad del arbolado, con la mayor entrada de luz que ello supone y, en muchas ocasiones, la compactación del suelo consecuencia de estas operaciones selvícolas, pueden tener efectos muy notables en las producciones fúngicas futuras. En general, los clareos y claras son vistas como medidas positivas para aumentar la producción de hongos (Oria de Rueda *et al*., 2008), pero en otras ocasiones esas mejoras se traducen en disminuciones notables en los años siguientes a la clara (Díaz Balteiro *et al.*, 2003), lo que puede causar un brusco descenso de la producción a lo largo de todo un plan especial.

Si se habla del plan especial, para lograr una integración adecuada de la producción de hongos resulta imprescindible definir correctamente la dualidad existente entre los derechos de propiedad del recurso y la forma de canalizar la demanda recolectora que

ejercen los visitantes a los montes productores. Obviar este hecho puede conducir, como ha sucedido en algunos montes, a conflictos no deseados, con graves consecuencias para los sistemas forestales. Dependiendo de cada caso, y de los medios disponibles, se podrán proponer actuaciones que van desde medidas simples, como el establecimiento de cotos micológicos a otras más complejas como puede ser el diseño de un sistema de permisos micológicos que regule esta actividad, tal y como se está realizando hoy en día en muchos montes de Castilla y León (Martínez Peña *et al.*, 2007). Por último, otro aspecto que también debe considerarse es la necesidad de que las cargas ganaderas y cinegéticas existentes puedan permitir un aprovechamiento micológico (Martínez Peña, 2002).

6

CONSERVACIÓN Y FOMENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ORDENACIÓN DE MONTES

Santiago Saura Martínez de Toda

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se trata en primer lugar el concepto de biodiversidad y los aspectos que engloba, para continuar con los índices más comúnmente utilizados para cuantificar la diversidad en la composición biológica de un ecosistema forestal, y que son aplicables en el inventario y en la ordenación de montes con las limitaciones y precauciones que se señalan. Dado que en la práctica la medición directa en un monte de todas las especies y niveles de diversidad no es posible ni operativa, en los siguientes apartados se considera el concepto de especie indicadora y se repasan brevemente las especies de fauna forestal más amenazadas en Castilla-La Mancha y las principales medidas contempladas en los planes necesarios para su recuperación. Se tratan a continuación los indicadores de biodiversidad a escala de rodal que tienen una base científica más documentada, que están relacionados con la presencia y abundancia de un amplio conjunto de especies forestales, y sobre los cuales se puede incidir de manera efectiva mediante las medidas de gestión a incorporar en la ordenación de montes. En este sentido, se detallan criterios y recomendaciones relacionados con los bosques maduros, la complejidad estructural del rodal, los árboles añosos, la madera muerta, etc. Se continúa explicitando el papel de las perturbaciones como agentes modeladores consustanciales a los propios ecosistemas forestales y se describe cómo los tratamientos selvícolas pueden ser de hecho favorables y necesarios para el mantenimiento y el fomento de la biodiversidad forestal. A este respecto, se repasan los efectos sobre la riqueza de especies tanto de la gestión intensiva orientada a la maximización del valor económico de la producción de madera, como de otros tipos de tratamientos selvícolas y variantes de los mismos específicamente orientados al fomento de la biodiversidad y a la compatibilización de ésta con la atención a las necesidades productivas y a otros servicios ambientales proporcionados por los bosques. En las secciones posteriores se trata la necesidad de una gestión forestal planteada a escala de paisaje para incidir sobre características clave asociadas a la biodiversidad forestal, tales como la heterogeneidad del paisaje y la fragmentación y conectividad de los bosques, y se resumen algunos de los principales criterios y herramientas disponibles para tal fin. Aunando varias de las consideraciones realizadas hasta este punto, los siguientes apartados recogen algunos de los modelos de organización espaciotemporal de las cortas y las masas arboladas en la ordenación de montes que se han propuesto como especialmente favorables para el mantenimiento de la biodiversidad. Además, se describe la estructura y forma de estimación del índice Biofor como un índice combinado que permite una primera evaluación del estado de conservación del bosque y su posible valor en términos de diversidad biológica de una manera sencilla y con un bajo coste. Por último, el capítulo se cierra con un apartado

dedicado a los bosques de ribera, por la gran singularidad, valor ambiental y contribución a la conservación de la biodiversidad que realizan este tipo de masas forestales, especialmente escasas, vulnerables y necesitadas de una atención diferenciada en la ordenación de montes y de índices específicos para su valoración.

Muchas de las consideraciones que aquí se exponen se pueden integrar y compatibilizar con la mayoría, o al menos con algunos, de los métodos de ordenación que se describen en el capítulo 5, ya sea en su definición y características originales o con alguna adaptación y modificación en los mismos, dentro de las actuales tendencias a la flexibilización ya iniciadas y explicitadas al menos desde las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados de 1970 (véase el capítulo 3). Dada la variabilidad en las necesidades y respuestas de las diferentes especies forestales a las características de los bosques y sus cambios, se considera en general lo más acertado diversificar las estrategias de gestión e incluir en la ordenación una combinación de varias de las medidas que se repasan a lo largo de los siguientes apartados.

Lógicamente los criterios y recomendaciones que se recogen en este capítulo deberán adoptarse con mayor o menor intensidad y amplitud dependiendo de la importancia relativa de la biodiversidad en comparación con otros objetivos de la ordenación, tales como los productivos o recreativos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta al mismo tiempo que una gestión forestal verdaderamente sostenible y multifuncional debe velar por el mantenimiento de todas las funciones y servicios ambientales que proporcionan los bosques, y por tanto los aspectos aquí tratados en relación con el mantenimiento y fomento de la biodiversidad no deberán obviarse incluso cuando sean otros los objetivos preferentes de la ordenación.

2. BIODIVERSIDAD: CONCEPTO E IMPORTANCIA EN LA ORDENACIÓN DE MONTES

La biodiversidad se define, de acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (http://www.cbd.int/) como "*la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas*". Por tanto, la biodiversidad en un determinado monte comprende tres niveles (genes, especies y ecosistemas) y no queda caracterizada sólo mediante un listado de las especies que contiene, sino también mediante la consideración de otros niveles de organización biológica, como la diversidad genética dentro de una misma especie, o la variedad de ecosistemas forestales (y no forestales) comprendidos dentro de los límites del monte objeto de ordenación.

La biodiversidad abarca la variedad de todas las formas de vida en los distintos niveles de organización biológica y como tal es muy difícil, si no imposible, evaluarla e inventariarla de manera exhaustiva, especialmente considerando las limitaciones presupuestarias y los tiempos disponibles para la ejecución de un inventario forestal dentro de un proyecto de ordenación. En un inventario forestal ordinario, algunos

grupos taxonómicos quedan caracterizados con un nivel de detalle considerable (mediante la enumeración de todas las especies presentes), tales como las especies arbóreas y en su caso las arbustivas, y lo mismo puede decirse de las grandes tipologías de bosque y ecosistemas forestales presentes en el monte. Sin embargo, para otros grupos taxonómicos, tales como los artrópodos, pequeños mamíferos o parte de la vegetación no leñosa, o para el nivel de diversidad genética, la información captada por el inventario forestal es habitualmente muy escasa. Al margen de que un inventario forestal concreto pueda detallarse y ampliarse en función de la importancia que la biodiversidad tenga en la ordenación, lo cierto es que estos otros componentes de la biodiversidad sólo pueden abarcarse, y aun con todo sólo en parte, en el ámbito de inventarios específicos de proyectos de investigación o de redes de seguimiento muy detalladas que abarcan generalmente zonas de estudio pequeñas o intensidades de muestreo muy diferentes a las habitualmente requeridas en la ordenación de montes. En general, la medición directa del conjunto de la diversidad biológica y de todos los aspectos involucrados en la misma no es posible ni operativa. Por ello, es necesario el desarrollo y uso de indicadores de biodiversidad tanto en el inventario como en la ordenación forestal (*e.g.* Alberdi *et al.*, 2005), entendidos como variables con una relación demostrada con los niveles de diversidad biológica en el conjunto del monte o al menos en alguno de sus componentes o grupos taxonómicos representativos (Duelli y Obrist, 2003), y que a ser posible sean de fácil medición e interpretación por parte de los gestores y el conjunto de la sociedad. Estos indicadores son fundamentales para poder valorar las tendencias generales de los diferentes componentes de los ecosistemas forestales y favorecer su mejor conservación (Noss, 1990; Newton y Kapos, 2002).

La compatibilidad entre la producción maderera y la conservación de la biodiversidad es hoy en día un reto crucial (Eriksson y Hammer, 2006), no solamente porque es una demanda de la sociedad y de las políticas nacionales e internacionales, sino porque los ecosistemas gestionados por el hombre albergan una gran parte de la biodiversidad (Pimentel *et al.*, 1992). La conservación y fomento de la biodiversidad es parte inexcusable de una gestión forestal sostenible y multifuncional, y no se encuentra ninguna iniciativa, normativa o legislación moderna en relación con la gestión forestal en la que no haya referencias numerosas y explícitas a la misma (véase por ejemplo la evolución de las instrucciones de ordenación de montes tratada en el capítulo 3). En la propia Ley de Montes 43/2003 (y su modificación mediante Ley 10/2006) la biodiversidad aparece en primer lugar en el listado de funciones a la hora de definir la gestión forestal sostenible como "*la organización, administración y uso de los montes de forma e intensidad que permita 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*". Esta definición es prácticamente idéntica a la emanada de la reunión de Helsinki (1993) de la Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques de Europa (http://www.mcpfe.org/), en la que también se definieron los seis criterios generales que debe cumplir la gestión forestal para ser considerada sostenible, donde la biodiversidad queda recogida de manera explícita en el cuarto (*Mantenimiento, conservación y mejora de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales*), además

de tener relaciones de tipo indirecto con otros de los criterios considerados. Del mismo modo, los dos esquemas de certificación de la gestión forestal sostenible desarrollados en España, el Programa para el Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC, Programme for the Endorsement of Forest Certification, http://www.pefc.org/, http://www.pefc.es/) y el Consejo de Administración Forestal (FSC, Forest Stewardship Council, http://www.fsc.org/, http://www.fsc-spain.org/), recogen abundantes parámetros o indicadores relacionados con el mantenimiento y fomento de la biodiversidad, aunque en general son considerablemente más detalladas, concretas y exigentes las especificaciones a este respecto de los estándares españoles de gestión forestal del sistema FSC en comparación con los del sistema PEFC. Por último, cómo no destacar a este respecto el establecimiento de la Red Natura 2000 en nuestro país y el profundo impacto que está teniendo en las propias prioridades y objetivos preferentes de la planificación y ordenación forestal. Esta red de espacios protegidos cubre en Castilla-La Mancha del orden del 20% del territorio (y un porcentaje mayor del territorio forestal) y tiene por objetivo, como se establece en la Directiva 92/43/CEE, contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres mediante una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación.

3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL NIVEL DE COMPOSICIÓN: ESTIMACIÓN E INTERPRETACIÓN

3.1. Riqueza y abundancia relativa de las especies

Un índice de diversidad puede centrarse sólo en la cantidad de unidades diferenciadas existentes en el monte a ordenar (ya sean especies, grupos taxonómicos, genotipos, ecosistemas, tipos de bosque, etc.), comúnmente denominada riqueza, o incorporar también, con mayor o menor peso, la abundancia relativa de cada una de ellas. En ello radica precisamente la diferencia entre la mayoría de los índices de diversidad que se han desarrollado (Magurran, 1989). En lo sucesivo nos referiremos por simplicidad a la riqueza y diversidad de especies, pero entendiendo que en general las mismas consideraciones se podrán aplicar a otras unidades diferenciadas o niveles de organización biológica.

La profusión de índices para la medición de la diversidad es muy notable, y puede encontrarse una revisión y descripción más exhaustiva en obras como la de Magurran (1989). Aquí nos centramos en aquellos índices que aúnan una amplia difusión con la sencillez de cálculo e interpretación, y que por tanto son más adecuados para integrar consideraciones de diversidad biológica en el inventario y planificación a contemplar en un proyecto de ordenación de montes. Además de la propia riqueza de especies, que por su sencilla definición (número de especies presentes en el monte a ordenar) requiere de pocas explicaciones adicionales, se pueden destacar dos índices de diversidad que incorporan información relativa a la abundancia relativa de las diferentes especies, el índice de Shannon (*H'*) y el índice de Simpson (*D*), que vienen dados por las siguientes expresiones:

$$H' = -\sum_{i=1}^{i=n} p_i \cdot \ln(p_i)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{i=n} p_i^2$$

Donde p_i es la abundancia relativa de la especie *i* (proporción de individuos, superficie, biomasa, etc.) y *n* es el número total (riqueza) de especies inventariadas. Valores mayores de *H'* y *D* indican una mayor diversidad. La diferencia práctica entre *H'* y *D* consiste en que el índice de Simpson es más sensible a los cambios en la abundancia de las especies más comunes (dominantes), mientras que el de Shannon es más sensible a los cambios en la abundancia de las especies más raras (menos representadas).

En ocasiones se compara mediante un índice de equitatividad (*E*) el valor de *H'* o *D* obtenido en el inventario de un determinado monte con el que habría si, manteniendo el mismo número de especies presentes, éstas estuvieran todas representadas en la misma proporción (caso en el que *H'* y *D* serían máximos y *E*=1). El valor del índice de uniformidad correspondiente a los índices de Shannon y Simpson ($E_{H'}$, E_D) sería entonces:

$$E_{H'} = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln(n)}$$

$$E_D = \frac{D}{D_{\max}} = \frac{D}{1 - 1/n}$$

Donde mayores valores de $E_{H'}$ y E_D se entienden, a igual número de especies, asociados a una mayor diversidad. Los valores de *E* presentan la ventaja de que tienen un rango de variación acotado entre 0 y 1, aunque en la práctica es difícil encontrar casos reales en los que se obtengan los valores más próximos a los extremos de dicho intervalo.

3.2. Consideraciones sobre la interpretación y la estimación mediante un inventario forestal de los índices de diversidad

3.2.1. La diversidad a diferentes escalas y la diversidad alfa, beta y gamma

Los índices de diversidad descritos en el apartado anterior (*H'*, *D*, $E_{H'}$ y E_D), u otros similares, se calculan habitualmente teniendo en cuenta sólo la abundancia relativa de las especies dentro de los límites de la unidad o monte objeto de inventario y ordenación. Por tanto, puede ocurrir que un incremento en el valor del índice se deba a un aumento en la abundancia de especies que ya son muy comunes a escalas más amplias (regional, nacional, o incluso global) a expensas de reducir la de las especies más raras, amenazadas y necesitadas de protección, aun cuando éstas puedan ser más

abundantes en términos relativos dentro de los límites del monte a ordenar. Imaginemos por ejemplo un hipotético monte o cuartel compuesto, en cuanto a especies arboladas, por un 60% de *Pinus pinea*, un 35% de *Ulmus minor* (pudiendo ser esta una de las pocas olmedas conservadas en buen estado en todo el país) y un 5% de *Pinus pinaster*. Este monte tendrá entonces H'=0,824, D=0,515, $E_{H'}$=0,750, y E_D=0,773. Si la ordenación lleva a incrementar la superficie de *Pinus pinaster* hasta un 20% a expensas de reducir la representación de *Ulmus minor* hasta el 20% del total del monte (manteniéndose estable la de *Pinus pinea*), este cambio sería interpretado por estos índices como positivo en el sentido de estar asociado a un incremento en la diversidad, al obtenerse en la nueva situación H'=0,950, D=0,560, $E_{H'}$=0,865, y E_D=0,840. Ello podría conducir a una conclusión que sería sin duda errónea, dado que en ningún caso puede considerarse como beneficioso en términos de diversidad la reducción de la superficie ocupada por una de las especies arbóreas más escasas en nuestro país (tras los estragos causados por la grafiosis en las últimas décadas) a costa de incrementar la representación de otra especie que ocupa varios cientos de miles de hectáreas por toda nuestra geografía. Las mismas consideraciones se pueden aplicar al caso de la riqueza de especies, si por ejemplo los olmos presentes en dicho monte fueran sustituidos por dos o más especies mucho más comunes en Castilla-La Mancha o en el conjunto de España. Para interpretarse correctamente como favorable para la diversidad, el incremento en dichos índices dentro de una unidad de ordenación concreta debe producirse sin perjudicar a las especies más raras en escalas más amplias. O lo que es lo mismo, el incremento en el índice de diversidad podrá considerarse como favorable sólo cuando sea compatible con un incremento del mismo índice cuando se calcule en un ámbito territorial superior (regional, nacional, o global), lo que obviamente no se produce en el caso del ejemplo anterior.

Incluso dentro de un mismo monte a ordenar, los índices de diversidad descritos se pueden calcular a escalas diferentes, tales como la de parcela de inventario (estimando la diversidad del monte como media del valor de H' o D obtenido a partir de la presencia y abundancia de las especies dentro de cada una de las parcelas), rodal, cantón, cuartel o monte completo (estimando la diversidad del monte como el valor de H' o D obtenido a partir de la presencia y abundancia relativa de las especies en el conjunto del monte). En el caso de que los valores y evolución de los índices de diversidad resulten positivos (dentro de las consideraciones realizadas anteriormente) en los distintos niveles y escalas en los que se hayan calculado, no habrá dudas en cuanto a la contribución de la gestión realizada al mantenimiento o fomento de este aspecto de la biodiversidad del monte. Sin embargo, la evolución de los índices puede ser diferente en los distintos niveles, y en tal caso corresponderá al gestor valorar la mayor o menor importancia de las tendencias observadas o previstas en cada uno de ellos, en función de las especies involucradas en dichas variaciones y de las casuísticas, necesidades y objetivos concretos de la ordenación. Por ejemplo, si en el monte todos los rodales son inicialmente iguales en composición específica, con la presencia de dos especies arbóreas (y siempre las mismas) en cada uno de ellos, y tras un periodo de gestión tenemos rodales puros pero correspondientes a cuatro especies arbóreas diferentes por todo el monte, los índices de riqueza y diversidad informarán sobre una pérdida de diversidad a escala de parcela o rodal (donde se ha pasado de dos especies

a una) y un incremento de la diversidad a la escala del monte completo (donde ahora existen cuatro especies diferentes frente a las dos iniciales).

Estas consideraciones nos llevan de manera natural a describir brevemente los tres tipos de diversidad que se evalúan habitualmente en los estudios especializados (Whittaker, 1972; Halffter *et al.*, 2005): la diversidad alfa (α), beta (β) y gamma (γ). La diversidad α hace referencia a la diversidad calculada en una escala local, mientras que la diversidad γ hace referencia a la diversidad calculada en una escala y ámbito geográfico más amplio. En cada caso es variable lo que puede ser considerado como una escala local y una escala más amplia, pero siempre la diversidad γ corresponderá a un ámbito geográfico superior que la α, y englobará varias de las unidades sobre las que se puede estimar esta última. Por ejemplo, en el caso del párrafo anterior, la diversidad α correspondería a la calculada en la parcela o rodal, y la diversidad γ a la calculada en el conjunto del monte (compuesto por una serie de rodales), mientras que en otros casos (véase el ejemplo del monte y la olmeda al principio de este apartado) la diversidad α corresponderá al monte y la γ por ejemplo a una comarca, región o país que engloba un conjunto de montes. La diversidad β se define como la tasa de variación en la composición de especies en unidades consecutivas dentro de un determinado territorio (por ejemplo los diferentes rodales dentro de un monte, o los diferentes montes dentro de una comarca), y hace referencia a lo únicas que son las especies presentes en cada una de esas unidades. La diversidad β está íntimamente relacionada con las anteriores, siendo $\beta = \gamma / \alpha$. En el ejemplo del párrafo anterior, cuando todos los rodales tienen la misma composición específica, la diversidad β es cero (ya que no hay ningún rodal que tenga una especie única en el sentido de no estar representada en los otros rodales del monte), y la diversidad α y β coinciden (en el ejemplo anterior, con dos únicas especies en el monte y en los rodales). Cuando sin embargo el monte está compuesto por rodales puros (baja diversidad α) pero éstos corresponden a cuatro especies diferentes, tendremos una diversidad β más alta (diferencia entre la composición específica de los diferentes rodales del monte) que se traduce también en una mayor diversidad γ que en el caso anterior.

3.2.2. Diversidad e intensidad de muestreo en el inventario forestal

A la hora de plantear un inventario de las especies presentes en un monte (ya sea de todas las especies, o más comúnmente las de algunos grupos taxonómicos de especial interés) es necesario tener en cuenta que el número de especies que se detectan en el inventario aumentará con la intensidad y esfuerzo del muestreo (número de parcelas) y con el tamaño de las parcelas de inventario (a igualdad del resto de los factores). Por tanto, en general no será posible comparar los resultados de inventarios realizados con distintos tamaños de parcela o que, manteniendo éste constante, hayan tenido una diferente intensidad de muestreo, ya sea en las comparaciones entre diferentes montes o dentro de un mismo monte a lo largo del tiempo. La comparación de la riqueza o diversidad de diferentes unidades de inventario o gestión (montes, cuarteles, tramos, etc.) sólo podrá realizarse de manera rigurosa cuando el tamaño muestral (número de parcelas y área de las mismas) sea el mismo en todas las unidades que se pretenden comparar (Magurran, 1989).

No obstante, el incremento de la riqueza y diversidad detectada a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo no se produce de manera indefinida, sino que habitualmente existe un crecimiento asintótico, con un umbral de la intensidad de muestreo a partir del cual ya se han registrado todas o gran parte de las especies presentes en el monte, haciéndose innecesario tomar más muestras. Por tanto, sería posible la comparación de inventarios con distinta intensidad de muestreo siempre que ésta se sitúe en todos ellos nítidamente por encima del umbral señalado. Sin embargo en la práctica resulta complicado establecer cuándo realmente se ha alcanzado dicho umbral y si realmente los valores de la riqueza y diversidad se mantendrán estables ante esfuerzos de muestreo adicionales.

Por último, cabe destacar que los valores de los índices de Shannon y Simpson (además de, obviamente, la propia riqueza) se ven afectados por el hecho de que algunas especies (normalmente las más raras y escasas en el monte) no hayan sido recogidas en el inventario, circunstancia que tiende a producir una subestimación en los niveles de diversidad estimados por estos índices.

3.3. La diversidad en el estrato arbóreo y la biodiversidad del conjunto del monte

Aunque los árboles son los seres vivos más visibles, característicos y fácilmente identificables en un ecosistema boscoso, no son obviamente los únicos componentes de su biodiversidad, y ello debe tenerse en cuenta tanto al realizar el inventario forestal (en la medida en que lo permitan las siempre limitadas disponibilidades presupuestarias) como a la hora de orientar las medidas de gestión. De hecho, la riqueza de especies forestales es mucho mayor dentro de otros grupos taxonómicos, como las herbáceas, los hongos o los artrópodos, que dentro del propio estrato arbóreo. Pero al mismo tiempo este último (y por tanto también su gestión) tiene una gran influencia y un papel determinante en la mayor o menor abundancia y diversidad dentro de esos otros grupos de especies, ya que el arbolado proporciona recursos tróficos (frutos, brotes, raíces, polen, etc.), actúa como refugio y soporte de nidificación, atempera los extremos climáticos creando condiciones microclimáticas más propicias para una amplia variedad de especies, y regula los ciclos de nutrientes y la luz disponible para otras especies y pisos de vegetación, entre otros efectos (Palik y Engstrom, 1999).

En general una diversidad de especies en el estrato arbóreo es también beneficiosa y se tiende a traducir en una mayor diversidad de otros grupos taxonómicos tanto florísticos (Palik y Engstrom, 1999) como faunísticos, pudiéndose citar por ejemplo a este respecto el caso de las aves forestales (Gil-Tena *et al.*, 2007, 2009a). En general, son pocas las especies de vertebrados que pueden satisfacer sus necesidades vitales con una única especie arbórea, incluso aquellas consideradas especialistas. La mezcla de frondosas y coníferas ha demostrado tener efectos positivos sobre la riqueza de especies de fauna, tanto vertebrada como invertebrada, en distintos tipos de bosque y regiones geográficas. Por ejemplo, Gil-Tena *et al.*, (2009a) mostraron que la riqueza de aves forestales, evaluada en unidades de 100 hectáreas, era máxima cuando la

proporción de coníferas y frondosas en el bosque era próxima al 50%. Aunque un aumento en la riqueza siempre es deseable, las especies de vertebrados suelen responder de una manera más débil a la mezcla de especies muy similares, tales como varias especies de pino, o la mezcla de varios robles, que a la de especies con mayores diferencias estructurales como las mencionadas frondosas y coníferas. La fauna invertebrada suele ser más específica de una especie concreta y puede variar notablemente incluso entre especies arbóreas relativamente afines (Camprodon, 2007). Por todo ello, la ordenación de montes procurará en general diversificar la composición del vuelo arbóreo, así como evitar la sustitución de las especies minoritarias por otras de mayor interés para otros objetivos como el productivo, de acuerdo con los índices de diversidad y consideraciones tratadas en el apartado anterior. Por otro lado, en la ordenación de montes se debe respetar y prestar especial atención al estrato arbustivo, al cual están asociadas muchas especies forestales, tal y como se tratará en apartados posteriores.

4. ESPECIES INDICADORAS Y ESPECIES AMENAZADAS EN CASTILLA-LA MANCHA

Dado que en general son innumerables las especies presentes en un ecosistema forestal, la ordenación de montes difícilmente puede considerar las necesidades y condiciones individuales de cada una de ellas. Por ello, en ocasiones se toman como referencia y objetivo principal de la gestión (en lo relativo a la biodiversidad) un número relativamente pequeño de especies, ya sean especies indicadoras, amenazadas, o aquellas emblemáticas con un mayor interés y visibilidad social (normalmente grandes aves o mamíferos).

Una especie indicadora se puede definir como un organismo cuyas características (presencia o ausencia, abundancia, éxito reproductivo, etc.) se utilizan como indicadoras de atributos demasiado costosos o difíciles de medir relacionados con un conjunto de especies más amplio o, eventualmente, con el conjunto de la biodiversidad en la zona de estudio (Landres *et al.*, 1988). Sin embargo, como recogen Lindenmayer *et al.* (2000), en la práctica el término 'especie indicadora' se ha venido utilizando en diferentes sentidos, algunos de ellos relacionados directamente con la diversidad biológica y otros con el impacto de agentes contaminantes. En este segundo caso, cabe destacar el interés de los líquenes epífitos como indicadores de la salud ambiental del ecosistema por su en general alta sensibilidad a la presencia de contaminación en el medio forestal (Loppi, 1998). Centrándonos en el primer sentido (diversidad biológica), se puede entender por especie indicadora (1) aquella cuya presencia conlleva o está asociada a la presencia de un conjunto más amplio de especies y cuya ausencia está relacionada con la ausencia de dicho conjunto, (2) aquella cuya desaparición provoca una serie de cambios importantes en la presencia y abundancia de otras especies (por su posición crítica en las redes tróficas dentro del ecosistema, tales como el conejo para algunas de las especies más amenazadas en Castilla-La Mancha), o (3) una especie importante en el sentido de que comprende una buena parte de los individuos o biomasa del ecosistema.

Sin embargo, el uso de las especies indicadoras no está exento de notables críticas, especialmente en el caso de las indicadoras de biodiversidad, y no tanto en las de contaminación ambiental (Lindenmayer *et al.*, 2000). En primer lugar, porque en la práctica es difícil identificar y seleccionar cuáles son las especies, dentro del conjunto del monte, que deberían utilizarse como indicadoras. La experiencia demuestra que el declive de algunas especies que se habían considerado como buenas indicadoras no ha tenido los efectos amplios o críticos que se suponían, o bien que se han producido daños importantes en la diversidad biológica de un ecosistema sin que la especie considerada indicadora haya tenido apenas fluctuaciones detectables (Lindenmayer *et al.*, 2000). Ciertamente, los cambios en una especie o grupo taxonómico no están necesariamente relacionados con los que se producen en los demás, y la escasez de conocimientos científicos sobre las interacciones en los ecosistemas y sus posibles cambios dificulta mucho la selección y uso de este tipo de especies. En segundo lugar, las especies indicadoras son muy variables según la zona de estudio y por tanto es difícil basar en las mismas estrategias y recomendaciones de gestión suficientemente amplias, generales, y aplicables en una variedad de casos. Por ello, autores como Lindenmayer *et al.* (2000) proponen utilizar en su lugar algunos de los aspectos e indicadores relacionados con la estructura de la masa y del paisaje forestal que se detallan en los apartados 5, 6 y 7 de este capítulo.

Mucho más clara, sencilla y objetiva es la identificación de las especies amenazadas presentes (real o potencialmente) en un determinado monte a ordenar, aunque no siempre las especies más amenazadas coinciden con las de mayor valor como indicadoras de diversidad biológica en el sentido descrito anteriormente. Sin embargo, las especies en peligro de extinción o con dificultades de conservación, aparte del valor intrínseco que tienen por sí mismas, son el foco y la medida por la que se pueden evaluar de una manera más visible y nítida los éxitos o fracasos en los esfuerzos en la conservación de la naturaleza. Si ni siquiera se consiguen conservar las especies cuya protección concentra más atención y recursos, difícilmente se podrá tener éxito en el mantenimiento del resto de la biodiversidad del monte, normalmente mucho más anónima y desconocida para gran parte de la sociedad. Más allá del mayor o menor papel que cada una de las especies amenazadas juegue como indicadora de biodiversidad biológica en el resto de los taxones, estas especies sí que son claves como indicadoras de la adecuación e implicación de la gestión forestal y territorial en el mantenimiento y fomento de la biodiversidad.

En el caso de Castilla-La Mancha destacan como las especies de fauna forestal más amenazadas el lince ibérico (*Lynx pardinus*), el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), la cigüeña negra (*Ciconia nigra*), y el buitre negro (*Aegypius monachus*). Castilla-La Mancha fue una de las primeras comunidades autónomas españolas en aprobar planes de recuperación (para las tres primeras) y conservación (para el buitre negro) para estas especies y en delimitar las zonas críticas para su conservación dentro de su ámbito territorial (en general concentradas en el oeste y sur de Castilla-La Mancha), mediante los decretos 275/2003 y 276/2003 de la Consejería de Medio Ambiente (D.O.C.M. nº 131, de 12 de septiembre de 2003).

Lógicamente, cuando todo o una parte del monte se encuentre dentro de una de estas zonas críticas o sensibles, la ordenación deberá tener en cuenta como primera prioridad el mantenimiento del buen estado de conservación de los hábitats de estas especies, así como contribuir a la recuperación de sus poblaciones. En los mencionados planes de recuperación y conservación se mencionan algunas medidas relativamente similares para el lince, águila imperial y buitre negro, que consisten en conservar el matorral y crear hábitats en mosaico con ecotonos entre bosque, matorral, pastizal y cultivos extensivos (condiciones favorables para el aumento de las poblaciones de conejo, principal presa de estas especies), realizar reforestaciones sólo cuando ello suponga la restauración de la vegetación natural propia del monte mediterráneo, plantear limitaciones a las redes de caminos, pistas y cortafuegos (tales como restricciones de acceso en las épocas sensibles), y realizar los tratamientos y actuaciones forestales fuera del periodo de reproducción. En este sentido, los estándares e indicadores FSC para la certificación de la gestión forestal sostenible en España también especifican, en su Anexo I dedicado al aprovechamiento del corcho, que los tratamientos selvícolas en las zonas de nidificación de águila imperial, cigüeña negra y buitre negro deben hacerse fuera de la época de cría (finales de enero a julio), y que la pela se retrasará en esos mismos casos. Por otro lado, es necesario respetar sin ninguna intervención los rodales en los que se sitúen nidos u otros elementos de especial interés para la fauna. Las zonas de no intervención en torno a estos nidos deberán ser suficientemente amplias, y no limitarse sólo a mantener sin cortar el propio árbol en el que está situado el nido o unos pocos árboles en el entorno del mismo, ya que las aves detectan los cambios bruscos en su entorno y abandonan con frecuencia el nido aunque no se haya visto directamente afectado el mismo árbol en el que está ubicado (Camprodon, 2007). En el caso de la cigüeña negra toman importancia los ecosistemas acuáticos de los que se alimenta, con lo que el plan de recuperación especifica que se deberá mejorar la calidad de las aguas y restaurar la vegetación de ribera de ríos y arroyos (ver apartado 10) y construir y adecuar charcas, así como contemplar la posibilidad de restringir las podas en las dehesas y establecer plataformas artificiales de nidificación en determinados pies seleccionados. En el caso del lince ibérico, además de las consideraciones anteriores, también se hace mención explícita en su plan de conservación a la restauración de la vegetación de ribera y a las zonas de conexión o corredores, estableciendo como uno de los objetivos el "*mantenimiento o restablecimiento de corredores que conecten zonas distantes de hábitat favorable, especialmente los apoyados en la red fluvial*" (ver apartados 7 y 10).

Estas especies amenazadas tienen áreas de campeo que se extienden por cientos o miles de hectáreas, lo que pone de manifiesto que una gestión forestal planteada únicamente a escalas reducidas (rodal y monte) difícilmente puede abordar con éxito los problemas de conservación de estas especies de fauna. Ello hace necesario ampliar las escalas tradicionales de la ordenación hasta la escala de paisaje, en la cual tienen cabida de forma explícita y natural las consideraciones relativas a la fragmentación de los hábitat, la conectividad del paisaje, o la heterogeneidad de los mosaicos mediterráneos, tal y como se contempla de modo más genérico (no específicamente enfocado a ninguna especie en particular) en los apartados 6 y 7. Otras medidas clave para la recuperación de las poblaciones de estas especies tan emblemáticas y amenazadas, tales como su cría en cautividad, los métodos de control de los

depredadores del conejo, la reducción de la mortalidad por tendidos eléctricos o las técnicas de alimentación suplementaria exceden el objeto de este capítulo, y se pueden encontrar detallados por ejemplo en Rodríguez *et al.* (2007) o en los propios planes de recuperación mencionados anteriormente.

Lógicamente, hay otras muchas especies forestales que, aun no estando en el grado de amenaza de las que acabamos de describir, merecen también atención y esfuerzos para orientar la gestión a su conservación y fomento. En este sentido, en los siguientes apartados se tratarán indicadores y características del monte que son favorables para el conjunto de la biodiversidad del monte, o que al menos están relacionados con la presencia y abundancia de un amplio conjunto de especies forestales, y sobre los cuales se puede incidir de manera efectiva mediante las medidas de gestión a incorporar en la ordenación de montes. Las recomendaciones siguientes son aplicables a mayor o menor medida a una gran parte, si no a todos, los ecosistemas forestales de Castilla-La Mancha.

5. ESTRUCTURA, MADURACIÓN Y DECAIMIENTO DE LAS MASAS FORESTALES COMO INDICADORES DE BIODIVERSIDAD

5.1. Los bosques maduros

Los bosques vírgenes, concebidos en su sentido más estricto como aquellos que nunca se han visto afectados por la acción antrópica, tienen un valor especial en el ámbito de la conservación de la biodiversidad al acoger en su seno a las comunidades faunísticas y florísticas que se desarrollarían en las condiciones de máxima naturalidad, y representan una referencia para orientar las características de otros tipos de bosque y la gestión que en ellos se practica. Sin embargo, en Castilla-La Mancha, como en el resto de España y en la mayor parte de Europa, estos bosques son prácticamente inexistentes. En la región mediterránea los bosques han estado sometidos a una secular acción antrópica que ha conformado y configurado muchas de las tipologías de bosque más características que hoy encontramos en Castilla-La Mancha, y de hecho muchas especies de flora y fauna están adaptadas y asociadas, en mayor o menor medida, a algún grado de influencia humana.

En ausencia de estos bosques vírgenes, los bosques maduros se configuran en algunos ámbitos como el ideal desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad. Aunque su definición es controvertida y dependiente del contexto forestal y ecológico, se suelen considerar como tales aquellos con un vuelo arbóreo de edad avanzada (superior al menos a los 100 años) y con una marcada complejidad estructural, diversidad florística y abundancia de madera muerta (Camprodon, 2007), ya sea como resultado de la ausencia de intervenciones durante largos periodos de tiempo o de tratamientos selvícolas compatibles e incluso orientados a favorecer dichas características, algunos de los cuales se tratarán más específicamente en apartados siguientes.

Muchos estudios científicos muestran que la diversidad biológica se incrementa con la madurez del rodal, al menos para algunos grupos taxonómicos clave (Hunter, 1999; Camprodon, 2007; Gil-Tena *et al.*, 2007, 2009c). Los bosques maduros no albergan necesariamente todas las especies de interés en una determinada región forestal, ya que la maduración del bosque no deja de ser un proceso de cambio en las características del bosque, que beneficia a unas especies mientras que perjudica a otras que son desplazadas por las primeras. No obstante, la amplia diversidad que se encuentra en los bosques maduros se nutre habitualmente de aquellas especies más sensibles, amenazadas y dependientes de las estructuras y composiciones del bosque más escasas en nuestros medios.

Es preciso señalar, como se tratará posteriormente, que la ausencia de perturbaciones durante largos periodos de tiempo no conduce necesariamente a los mayores niveles de diversidad, y que cuando consideramos escalas más amplias que la de un rodal o masa forestal concreta, la excesiva dominancia de una determinada tipología de bosque (y entre ellas potencialmente también la de los bosques maduros) puede llevar a un empobrecimiento biológico a escala de paisaje o superiores. En todo caso, y en relación con este último aspecto, la notable escasez de los bosques maduros en los medios mediterráneos en general, y en los de Castilla-La Mancha en particular, hace que dicha dominancia rara vez se llegue a producir en la práctica.

Por ello, la conservación y fomento de la biodiversidad en la ordenación de montes pasa, en resumen, también por el mantenimiento y fomento de los bosques maduros. Ello puede conseguirse tanto mediante la creación de rodales o cuarteles de reserva, ya sea integral o dirigida (ver el capítulo 4 sobre la tipología de cuarteles), como mediante la aplicación de tratamientos selvícolas que puedan favorecer el desarrollo y complejidad estructural en las masas del monte, como se describe más adelante. Estas consideraciones ya se han reflejado a nivel normativo en algunas comunidades autónomas, y por ejemplo en Navarra el artículo 41 del Decreto Foral 59/1992 (por el que se aprueba el Reglamento de Montes en desarrollo de la Ley Foral 13/1990) establece que "*en los montes catalogados, bien de utilidad pública o bien protectores, al menos un 5% de su superficie será conservada sin actuación humana, sometida a su evolución natural*". Del mismo modo, los estándares e indicadores FSC para la certificación de la gestión forestal sostenible en España especifican que en los bosques con alto valor de conservación no se intervendrá en al menos un 5% de su superficie, y que ésta deberá ser una extensión continua y correspondiente a las zonas donde el arbolado presente una mayor madurez, dejándose a su evolución natural.

5.2. Árboles añosos

Una de las características asociadas a los bosques maduros descritos en el apartado anterior es la presencia de árboles de grandes dimensiones y edades avanzadas. Éstos, como recogen Hunter (1999) y Camprodon (2007), ofrecen elementos especialmente valiosos y habitualmente escasos en muchos de nuestros montes, tales como cavidades naturales y grandes copas y ramas que sirven de refugio y soporte para la nidificación de muchas especies (insectos, aves, murciélagos, otros mamíferos de

pequeño y mediano tamaño, etc.). Dentro de ciertos límites, los pies de mayor edad y copas más desarrolladas presentan una mayor producción de fruto y de hongos simbiontes asociados, lo que atrae a muchas especies de fauna que se alimentan de los mismos.

En general, las cavidades son muy escasas en árboles con diámetro normal inferior a los 30 cm, y algunos estudios señalan que la mayor presencia de estos elementos se produce a partir de los 50-55 cm de diámetro normal o a partir de los 150 años de edad, y suelen ser más frecuentes y de mayor tamaño en las frondosas que en las coníferas, y especialmente en especies como los álamos o los abedules (Camprodon, 2007).

Lógicamente, cuando la gestión fija un turno único (y a una edad relativamente temprana) que se aplica sistemáticamente a todas las masas del monte, la extracción del arbolado impide la presencia de estos elementos y pies añosos en el monte, con los demostrados impactos negativos sobre una parte importante de la biodiversidad del mismo (Hunter, 1999). Normalmente el turno fijado suele estar por debajo de esos umbrales en diámetro y edad que acabamos de señalar, especialmente cuando el objetivo dominante es la optimización de la rentabilidad económica de la producción de madera. Para compatibilizar el aprovechamiento de los productos con valor de mercado con el mantenimiento y fomento de la biodiversidad forestal se pueden alargar los turnos de corta (en todo el monte o en una parte del mismo), o como decíamos en el apartado anterior, delimitar algunas zonas de reserva dentro del monte que se dejarían a su evolución natural indefinida, más allá de las edades de corta fijadas en el resto del monte (ver también el apartado 8.2). Además, se recomienda dejar tras las cortas finales (cortas a hecho o aclareo sucesivo) un determinado número de pies de edad avanzada sin extraer, con diámetros normales superiores a 40 o 50 cm si los hay, o los de mayores dimensiones que existan, y con especial atención a las frondosas. Estos pies se mantienen en el monte de manera indefinida, es decir, incluso cuando la regeneración se haya consolidado de manera definitiva y los pies de la antigua masa adulta no sean ya necesarios para proporcionar semilla ante posibles imprevistos en la evolución del regenerado. En el caso de la entresaca, estas mismas consideraciones se aplican al diámetro máximo fijado en la curva objetivo o ideal que se toma como referencia de la gestión, de manera que se flexibilizaría la aplicación de las cortas excluyendo un número de pies determinado por encima de ese diámetro máximo al programar las intervenciones en las diferentes clases diamétricas. Además de proveer de un elemento básico para muchas especies del monte, estos pies añosos que se dejan en pie indefinidamente reducen los contrastes entre las zonas cortadas y no cortadas (ver apartado 7.1), favorecen la conectividad y permeabilidad del monte para los movimientos de la fauna forestal especialista (ver apartado 7.2), y mantienen un mayor grado de complejidad estructural en la masa (ver apartado 5.4), entre otras ventajas recogidas en Lindenmayer y Franklin (2002).

Los pies que se dejan sin cortar se pueden distribuir de manera agregada (concentrados en pequeños bosquetes) o dispersa (pies individuales salpicados por todo el monte), y cada una de estas dos variantes tiene sus ventajas e inconvenientes, como se revisa en Lindenmayer y Franklin (2002). Estos autores recomiendan una

combinación de los dos enfoques, aunque la opción de pequeños bosquetes puede ser preferible para evitar problemas de estabilidad del arbolado remanente y cambios ambientales muy bruscos en el entorno de estos pies valiosos, entre otros aspectos, como puntos de nidificación y microhábitats para una variedad de especies (Camprodon, 2007). En la búsqueda de la compatibilidad entre la rentabilidad económica y la conservación de la biodiversidad, estos pies o pequeños bosquetes añosos se pueden seleccionar entre los peor conformados (y por tanto de menor valor económico) o entre los situados en zonas de difícil acceso y aprovechamiento, aunque siempre teniendo en cuenta que se debe evitar una selección genética negativa que haga que las futuras masas vayan perdiendo valor económico y biológico. Camprodon (2007) recomienda respetar unas densidades de pies añosos de 10 a 20 pies/ha, y recoge algunas reglamentaciones y ejemplos de ordenaciones en los que se manejan densidades de 5 a 15 pies/ha, que se pueden encontrar también en Lindenmayer y Franklin (2002). En Castilla y León, las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados recomiendan dejar un mínimo de 1 a 3 pies por hectárea con edades muy superiores a la de madurez. El borrador de las Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla-La Mancha también recoge en su articulado la necesidad de que en la planificación de las cortas se tengan en cuenta criterios conducentes al fomento de la biodiversidad, y recomiendan alargar los turnos y edades de madurez en el caso de montes incluidos, total o parcialmente, en la Red Regional de Áreas Protegidas. Los estándares e indicadores FSC para la certificación de la gestión forestal sostenible en España especifican que, en los bosques con alto valor de conservación cuyo producto principal sea la madera, se dejarán al menos 5 pies extracortables o maduros por hectárea hasta su muerte natural, elegidos entre los más maduros de los existentes en el monte.

Generalmente una combinación de diferentes estrategias se considera lo más recomendable (alargamiento de los turnos, cuarteles de reserva, mantenimiento de pies adultos tras las cortas finales), siempre en función de los condicionantes y casuísticas de cada ordenación concreta. En algunos casos, cuando las masas del monte no estén todavía lo suficientemente desarrolladas, la única alternativa a este respecto consiste en aplicar, allí donde sean necesarios, tratamientos de mejora que puedan favorecer y acelerar el crecimiento y desarrollo de los fustes y copas mediante la reducción de las densidades cuando sean excesivas y la liberación de competencia. También se puede plantear la instalación de cajas anideras para la avifauna para suplir la ausencia de cavidades debida a la juventud de la masa, con una densidad orientativa de cajas de 5 a 10 unidades por hectárea (Camprodon, 2007).

Lógicamente tanto los árboles añosos como la madera muerta de suficiente dimensión (esta última tratada en el apartado siguiente) son muy escasos en el monte bajo, lo que aconsejaría su conversión a monte alto (en el que la diversidad faunística es en general mayor) según los métodos descritos en el capítulo 5.

5.3. Madera muerta y en descomposición

Los árboles muertos y la madera en descomposición son el resultado de las perturbaciones y las dinámicas naturales de maduración y decaimiento del bosque, o de una parte de los árboles que lo componen. Estos elementos constituyen un microhábitat para múltiples especies de fauna y son un reservorio de nutrientes y un sustrato adecuado para la germinación y crecimiento de diversas plantas forestales (McComb y Lindenmayer, 1999). La madera en descomposición, especialmente la de cierto tamaño (troncos y ramas gruesas), es un elemento al que están asociados muchos organismos de manera directa (aquellos involucrados en al menos alguna de las fases de los procesos de descomposición y fragmentación de la madera) o indirecta (habitualmente predadores de los anteriores), incluyendo hongos, líquenes, briófitos, invertebrados, anfibios, aves y mamíferos (Camprodon, 2007). Algunos autores estiman que del orden del 20% de la biodiversidad del monte está asociada a la madera muerta (Hunter, 1990; Grove, 2001).

En algunos bosques gestionados en los que se fija un turno único aplicado sistemáticamente a todo el vuelo arbóreo (según se comentaba en el apartado anterior) y en el que además los restos de corta se extraen o bien se eliminan mediante trituración u otro procedimiento en el propio monte, la madera en descomposición, especialmente la de cierto tamaño, que resulta ser la más valiosa desde el punto de vista de la biodiversidad, es muy escasa o prácticamente inexistente. La presencia de este tipo de elementos requiere que se respeten los procesos de envejecimiento y decaimiento de al menos una parte del arbolado, que son los que generan la mayoría de esta madera muerta, ya sea en pie o tumbada. Por tanto, la presencia de una cantidad suficiente de madera muerta se podrá conseguir mediante las medidas descritas en los apartados 5.1 y 5.2 en relación con los bosques maduros y los árboles añosos (alargamiento de turnos, creación de zonas de reserva, mantenimiento de pies adultos sin extraer tras las cortas finales). Aunque las recomendaciones y valores más adecuados son variables dependiendo de los tipos de bosque y las distintas zonas geográficas, en general se puede tomar como referencia el mantenimiento de al menos unos 5 a 15 m^3/ha de madera muerta, repartidos entre madera muerta en pie (estacas con un diámetro de al menos 20 o 30 cm) y madera tumbada. En general, se recomienda evitar la excesiva dispersión espacial de esta madera en descomposición, manteniendo pequeños núcleos con mayor abundancia de estos elementos que puedan servir como pequeños nichos o hábitats dentro del bosque para las especies más fuertemente asociadas a los procesos de descomposición (Camprodon, 2007). En ocasiones, cuando estos elementos sean escasos en el monte a ordenar, pueden crearse estacas (árboles muertos en pie) mediante el anillado de algunos pies, o bien serrando el fuste de algunos de ellos a una determinada altura (Lindenmayer y Franklin, 2002; Camprodon, 2007). En Castilla y León, las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados recomiendan dejar de 1 a 10 árboles secos y huecos cada 5 hectáreas, y el borrador de las Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla-La Mancha también recoge en su articulado la necesidad de tener en cuenta el mantenimiento de árboles muertos en el monte a la hora de planificar las cortas.

Estas consideraciones deben modularse en función del resto de objetivos de la ordenación, y en especial teniendo en cuenta los perjuicios que podrían derivarse de la proliferación de determinados agentes patógenos o del riesgo de incendios forestales. En relación con el primer aspecto, en el caso de que la especie de mayor interés en cuanto al aprovechamiento económico sea una conífera, una buena estrategia consiste en dejar madera muerta de los pies de frondosas que puedan existir en el monte, ya que las frondosas acogen en su descomposición a hongos e insectos específicos que no suelen afectar a las coníferas (Camprodon, 2007). En cuanto a los incendios forestales, se recomienda concentrar la madera muerta en distintos bosquetes a lo largo del monte pero rodeados por otras zonas de bosque más limpias, tales como fajas de protección contra incendios o, en su caso, cortafuegos, que actúen en mayor o menor medida como barreras e impidan la propagación del fuego desde o hacia estas zonas con mayor cantidad de madera muerta y por tanto mayor combustible seco susceptible de favorecer la ignición y propagación de un incendio forestal.

5.4. Complejidad estructural vertical de las masas forestales

Dentro del concepto de complejidad estructural del rodal quedan englobadas una serie de características del mismo que hacen referencia principalmente a la existencia de múltiples estratos de vegetación (tanto arbórea como arbustiva y herbácea) y de pies de una amplia variedad de edades (complejidad estructural vertical), así como a la variabilidad espacial, a escala de rodal o masa forestal, en la estructura y densidad del arbolado (complejidad estructural horizontal), con presencia y alternancia de claros, zonas de bosque más densas y otras más abiertas. Algunos autores como Lindenmayer y Franklin (2002) incluyen también dentro de este concepto alguno de los elementos recogidos en los apartados 5.2 y 5.3, tales como la presencia de pies añosos y de madera muerta tumbada en pie, a los que suelen estar asociados este tipo de bosques con estructuras más complejas y estados de desarrollo más maduros. Los aspectos relacionados con la variabilidad o complejidad estructural horizontal, tanto dentro del rodal como en escalas más amplias, se tratarán más adelante (apartado 6.1) en relación con la heterogeneidad del paisaje forestal.

La gestión forestal debe procurar mantener o fomentar esta complejidad en cuanto a la estructura vertical, evitando conducir grandes extensiones del monte a un mismo tipo de estructura simplificada y monoestratificada, como los que suelen ser típicos de los bosques gestionados o plantados para la producción intensiva de madera, dado que los bosques estructuralmente más complejos acogen una mayor riqueza de especies que los bosques con estructuras simples. La complejidad vertical del bosque favorece un gradiente de microhábitats y microclimas del que se benefician una variedad de especies forestales (Brokaw y Lent, 1999). La complejidad estructural aumenta generalmente con la madurez del rodal, desde estructuras relativamente simples y monoestratificadas en los primeros estadios de la sucesión, hasta que las diferencias de crecimiento entre las especies o los pies de una misma especie arbórea, la distribución del espacio vertical a medida que se va incrementando la altura dominante del arbolado, y las perturbaciones que pueden ir afectando desigualmente en distintas zonas del rodal, van generando masas con más estratos e intercalación de

pisos arbóreos y no arbóreos (Brokaw y Lent, 1999). Por tanto ésta es también una de las características típicas de los bosques maduros (ver apartado 5.1), y aquí son aplicables también algunas de las consideraciones relativas a la gestión contempladas en los apartados anteriores.

En el tradicional debate entre masas regulares e irregulares, las últimas han sido las habitualmente consideradas como las más adecuadas en términos de protección y conservación de la biocenosis. Sin embargo, cabe señalar que la complejidad estructural a la que responden positivamente muchos grupos faunísticos se puede conseguir también en contextos espaciales amplios, ya sea mediante una estructura irregular por bosquetes más o menos grandes o incluso mediante un mosaico de masas regulares intercaladas en el territorio y que cubran todo el rango de edades y estados de desarrollos (incluyendo, como decíamos en los apartados 5.1 y 5.2, pies y masas maduras y sobremaduras). Hay especies que por su temperamento o uso del hábitat son propias de masas más o menos regulares, sin que por ello tengan un menor valor en términos de biodiversidad, y que pueden no conservarse en zonas donde la estructura irregular sea la única presente en grandes extensiones. Por ello, es conveniente combinar en alguna medida ambos tipos de formas de masa, de acuerdo con las recomendaciones relativas a la heterogeneidad del paisaje que se tratarán más adelante.

Algunos tratamientos como las cortas a hecho tienden a producir estructuras de masa considerablemente simples, mientras que otros como la entresaca (pie a pie o por bosquetes) serían más compatibles y aconsejables a estos efectos. Los tratamientos de mejora, como las claras, pueden tener efectos variables sobre la complejidad estructural dependiendo de cómo se planteen, y pueden reducir la variabilidad estructural o, por el contrario, favorecerla al acelerar el desarrollo y la diferenciación en diámetro y altura de los pies liberados de competencia. La estrategia de dejar un cierto número de árboles adultos sin extraer una vez completadas las cortas finales (ver apartado 5.2) también es favorable en términos de complejidad estructural vertical, al mantener al menos dos estratos en el monte incluso en el momento de la regeneración de la masa.

Parte fundamental de esta complejidad estructural es el mantenimiento y fomento del estrato arbustivo, y de otros como el herbáceo o lianoide, que son refugio y sustrato de alimentación y reproducción de un gran número de especies. Por ello se deben evitar rozas y desbroces que incidan en grandes extensiones sobre estos estratos por los efectos empobrecedores que ello tendría sobre la biodiversidad forestal. Cuando por motivo del riesgo de incendios sea necesaria la eliminación del matorral, ésta se hará de manera localizada y convenientemente distribuida en el espacio en forma de fajas de protección, a los lados de las cuales se respetarán extensiones suficientes del estrato arbustivo, de manera que se interrumpa la continuidad horizontal del combustible sin comprometer el resto de funciones y servicios ambientales proporcionados por el monte. En relación con la gestión del arbolado, diversos estudios han puesto de manifiesto que la dominancia de masas con fracciones de cabida cubierta excesivas (por encima del 70% o 80%) tienden a reducir la riqueza de algunos grupos taxonómicos como las aves forestales (Gil-Tena *et al.*,

2007, 2008, 2009a), debido en parte a que se impide la entrada de luz al sotobosque y el desarrollo de un estrato arbustivo suficientemente rico y abundante. En efecto, los bosques demasiado densos y cerrados no son en general beneficiosos para la biodiversidad, y un área basimétrica por encima de los 25 m^2/ha se puede traducir en una disminución en la riqueza de especies (Lebreton y Choisy, 1991; Camprodon, 2007).

6. PERTURBACIONES, TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS Y HETEROGENEIDAD ESPACIAL A DIFERENTES ESCALAS

6.1. El papel de la heterogeneidad espacial y la necesidad de diversificar las formas de gestión

Dado que son múltiples las especies y formas de vida asociadas a los ecosistemas de un monte o región forestal concreta, y que sus necesidades vitales son variables, como también lo son las características de composición y estructura del bosque que favorecen en mayor medida su presencia y abundancia, es en general aconsejable propiciar en la ordenación una variedad y mezcla de estructuras y tipologías de bosque, y también de otros elementos no arbolados (zonas encharcadas, humedales, pastizales, matorrales, mosaicos agroforestales, etc.), para poder satisfacer los requerimientos del amplio espectro de biodiversidad potencialmente presente en el monte a ordenar. Aun cuando muchas de las consideraciones realizadas en apartados anteriores nos llevarían a apostar en algunos casos por las masas más desarrolladas, el monte alto, o la estructura de masa irregular, por poner algunos ejemplos, la práctica se encarga de demostrar que tales beneficios se aminoran e incluso se pueden tornar perjudiciales cuando conducen a una dominancia excesiva de un determinado tipo de bosque o cubierta en extensiones suficientemente amplias (Saura, 2009).

Por ejemplo, Gil-Tena *et al.* (2009a) analizaron a una escala de 100 hectáreas las relaciones entre las características del bosque y la riqueza de aves forestales. Encontraron efectivamente una respuesta positiva de dicha riqueza frente al incremento en la edad o estado de desarrollo medio del bosque (clases naturales de edad), pero que se frenaba a partir de un determinado umbral más allá del cual dominancias adicionales de los bosques más maduros tenían un efecto negativo sobre la riqueza de aves forestales, tanto para las especies especialistas como para las generalistas (Gil-Tena *et al.*, 2009a). Estos efectos negativos de la excesiva dominancia o presencia exclusiva de los bosques más maduros a la escala de 100 hectáreas, que no se presentan a la escala de rodal, son debidos a la falta de heterogeneidad y diversidad de la cubierta forestal y a la menor variedad de recursos, nichos, y hábitats disponibles en tales condiciones para las especies forestales (fauna y flora). Similares efectos se han descrito en relación con la dominancia de rodales con altas fracciones de cabida cubierta (superiores al 70% o 80%) tanto a la escala de 100 ha (Gil-Tena *et al.*, 2007, 2009a) como a otras más amplias (Gil-Tena *et al.*, 2008).

Tal dominancia excesiva o presencia exclusiva de las masas cerradas puede ser el resultado de una decisión explícita de conservación naturalista (muchas veces mal

entendida y fundamentada de manera generalizada sobre la no intervención), o el resultado indirecto del abandono de la gestión forestal y la ausencia de otras perturbaciones en extensiones amplias y durante prolongados periodos de tiempo (Saura, 2009). Del mismo modo, espacios abiertos tales como claros, pastizales y matorrales intercalados entre la cubierta arbolada son favorables para la heterogeneidad del paisaje y la biodiversidad, y especialmente para algunas de las especies cinegéticas que tienen gran importancia en Castilla-La Mancha. En todo caso, el fomento de la heterogeneidad en un monte concreto no debe implicar sustituir elementos escasos a escalas más amplias (de manera análoga a lo que decíamos en el apartado 3.2.1 sobre los índices de diversidad), ni reducir los elementos de los que dependen las especies más amenazadas, sensibles o especialistas forestales.

En este sentido, y en lo que se refiere al diseño y ubicación de las repoblaciones forestales, éstas deberían priorizarse en aquellos paisajes en los que la cubierta forestal no es dominante, y no incidir en completar un dosel arbóreo de espesura más o menos completa en aquellas zonas donde el arbolado forestal es ya ampliamente mayoritario. Donde la cubierta forestal es escasa es donde los repoblados pueden ser más beneficiosos y traducirse en una mayor respuesta por parte de un amplio conjunto de especies, siempre que no queden configurados como elementos aislados dentro del mosaico territorial, tal como se tratará posteriormente en relación con la fragmentación y conectividad de los bosques (apartado 7).

De acuerdo con Lindenmayer y Franklin (2002), la gestión para la diversidad biológica requiere una diversidad en las formas de aplicar la gestión y en las tipologías de bosque a las que ésta conduce, siendo aconsejable crear y mantener una variedad de tipologías forestales, evitando la homogeneización y la apuesta por un único tipo de bosque que podría hacer perder el nicho al menos a una parte de las especies. Además, es importante señalar que los conocimientos biológicos y científicos son todavía notablemente escasos en algunos aspectos y no permiten responder por el momento, al menos con el detalle que desearían los gestores, a cuáles son los efectos de diferentes tratamientos selvícolas y medidas de gestión sobre los distintos componentes de la biodiversidad forestal. Ello acentúa la necesidad de aplicar métodos de ordenación flexibles y de concebir la gestión dentro de lo que se denomina gestión adaptativa (ver capítulo 2), en la que se integre la propia investigación y evaluación de los efectos de las medidas adoptadas para una continua mejora y adaptación de las actuaciones contempladas dentro de la ordenación.

6.2. Las plantaciones y bosques de explotación intensiva y sus efectos sobre la biodiversidad

La explotación intensiva de los bosques orientada a la maximización del valor económico de la producción de madera como único objetivo es sin duda una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad en los bosques en las que ésta se aplica (*e.g.* Hunter, 1999). Entre otras características empobrecedoras para la diversidad biológica, estas masas se caracterizan habitualmente por ser monoespecíficas y coetáneas, con un único estrato arbóreo, una fracción de cabida

cubierta muy próxima al 100% en toda su extensión (que no permite el desarrollo de otras especies arbóreas o pisos como el arbustivo y que, de aparecer, se eliminan mediante limpias y desbroces), una muy baja diversidad genética (en ocasiones se utiliza un solo genotipo o clon en todo el monte), edades de corta tempranas (no dejándose en el monte ningún pie por encima del turno fijado), una baja heterogeneidad espacial, e incluso plantaciones a marco final en la que no existe ningún fenómeno de competencia ni mortalidad natural entre el arbolado y por tanto tampoco ningún aporte de madera muerta en la plantación.

Ello ha llevado a que este tipo de masas y gestión sean percibidas negativamente por una parte importante de la sociedad. Sin embargo, hay que hacer notar que los efectos negativos de este tipo de plantaciones se producen cuando vienen a sustituir a bosques más naturales y maduros (como ocurre por desgracia todavía a unas tasas alarmantes en muchos países tropicales, siendo una de las primeras causas de la pérdida de biodiversidad en estos medios tan ricos en especies), pero no necesariamente cuando reemplazan a otros usos agrícolas o ganaderos, caso en el cual pueden ser también beneficiosas desde el punto de vista de la diversidad biológica, en comparación con los niveles existentes en los usos anteriores.

Por otro lado, el hecho de que una determinada porción, siempre que sea relativamente pequeña, de una comarca o región (dentro de las consideraciones sobre la heterogeneidad del paisaje realizadas anteriormente) esté dedicada a una producción intensiva permite relajar la presión e intensidad de la explotación sobre el resto de bosques, pudiéndose aplicar en ellos una gestión más nítidamente orientada a la conservación y fomento de la biodiversidad. Nuestra sociedad mantiene en la práctica una demanda de productos procedentes del bosque, y para satisfacer dicha demanda se pueden o bien distribuir las extracciones con la misma intensidad por todos los montes de la región que la abastece o bien concentrarlas en una pequeña porción del territorio con una alta productividad por unidad por superficie, facilitando la adopción de criterios más favorables para la biodiversidad en el resto (véase también el apartado 8.2). Por ello, se debe ser consciente de que las plantaciones intensivas, bien diseñadas, distribuidas en el territorio y gestionadas, pueden ser de hecho una pieza en la lucha contra la pérdida de la biodiversidad a múltiples escalas.

Ello no excluye obviamente que la gestión practicada en este tipo de bosques orientados a la producción de madera o biomasa pueda y deba, en mayor o menor medida, modularse y adaptarse para tener en cuenta los criterios y medidas repasados a lo largo de este capítulo. En este sentido, se debe destacar que el hecho de que una determinada masa forestal proceda de plantación no implica que sea pobre en biodiversidad de manera indefinida e irreversible. Dependiendo de cómo sean gestionadas, las plantaciones, convenientemente conducidas y tratadas, pueden llegar a alcanzar con el tiempo niveles de diversidad biológica similares a los de otros bosques más naturales. Finalmente, destacar que los estándares e indicadores FSC para la certificación de la gestión forestal sostenible en España especifican que las plantaciones realizadas no deben contar con masas continuas con un mismo clon superiores a 10 hectáreas, y que el conjunto de las plantaciones de la unidad a ordenar

se debe componer de al menos de tres especies diferentes, no suponiendo ninguna de ellas más del 90% en número de pies.

Plantación de Chopos (Ciudad Real)

6.3. Las perturbaciones como un componente intrínseco de los ecosistemas forestales: la hipótesis de la perturbación intermedia y el papel de los tratamientos selvícolas

Los efectos indudablemente negativos del tipo de gestión intensiva descrita en el apartado anterior, que no da cabida a los criterios que concilian las necesidades productivas con las de fomento de la biodiversidad, han contribuido a que se extienda en parte de la sociedad la percepción de que todo tipo de gestión es igualmente negativa para la biodiversidad forestal, y que la mejor manera para conservarla consiste, indefectible y sistemáticamente, en evitar cualquier tipo de intervención y tratamiento selvícola en los bosques, tras lo que el bosque se dirigirá inexorablemente hacia un ideal de bosque maduro y natural en la que se alcanzaría la máxima diversidad biológica.

Sin embargo, hace ya tiempo que se ha propuesto y aceptado una visión dinámica de la naturaleza en la cual se reconocen los cambios y las perturbaciones como partes integrantes de los ecosistemas (White, 1979; Saura, 2009). De hecho, las perturbaciones se consideran un elemento clave para la conservación de la biodiversidad forestal (Roberts y Gilliam, 1995), y pueden contribuir a mantener la heterogeneidad del paisaje en unos niveles beneficiosos para la misma (Saura, 2009). Las masas y ecosistemas forestales son el resultado de una interacción continua con distintos tipos de perturbaciones a diferentes escalas, tales como las derivadas de la gestión pero no sólo éstas, en un proceso dinámico y una evolución continua en la que difícilmente se alcanza en algún momento un punto de equilibrio. Esto es especialmente cierto en nuestros medios mediterráneos, caracterizados por la secular acción antrópica y la adaptación de muchas especies de flora y fauna a la misma y a la recurrencia de incendios de diferente intensidad. En muchas ocasiones se tiende a

evitar todo tipo de perturbaciones sobre los paisajes forestales, lo que incluye, entre otros, a los incendios forestales y a la acción de determinados agentes patógenos, así como a las derivadas de los propios tratamientos selvícolas. Ello dentro de una concepción de los ecosistemas como un conjunto estático o que tiende inexorablemente hacia un ideal inmutable, concepción que desprecia el demostrado papel de las perturbaciones como elementos consustanciales a dichos ecosistemas.

En este contexto, una de las hipótesis o teorías con mayor difusión es la de la perturbación intermedia, según la cual la diversidad de especies es máxima para un determinado régimen de perturbaciones de tamaño, frecuencia e intensidad intermedios, mientras que disminuye en ausencia de perturbaciones y en el caso de que su recurrencia o extensión sea excesiva (Connell, 1978; Roberts y Gilliam, 1995). Esta hipótesis ha sido evaluada en relación con las perturbaciones causadas por la gestión forestal en algunos ámbitos geográficos más o menos lejanos a los mediterráneos (Battles *et al.*, 2001; Schumann *et al.*, 2003). Recientemente Torras y Saura (2008) en Cataluña y Martín-Queller et al. (2010) en el centro de España (en una amplia zona que engloba toda Castilla-La Mancha) estudiaron el efecto de distintos tipos de tratamientos selvícolas sobre un conjunto de indicadores de biodiversidad forestal y concluyeron que las masas sometidas a tratamientos de intensidad moderada (entresaca y algunos tipos de tratamientos de mejora como las claras) presentaron mayores niveles de diversidad (riqueza arbórea y arbustiva) que aquellas no intervenidas, mientras que en los rodales con tratamientos de regeneración de mayor intensidad como las cortas a hecho se encontró en general la tendencia contraria.

Estos resultados están de acuerdo con las predicciones de la hipótesis de la perturbación intermedia, en la que los tratamientos selvícolas son entendidos como una perturbación más sobre los ecosistemas forestales (Roberts y Gilliam, 1995), e indican que la no intervención no es necesariamente la mejor opción para la conservación y fomento de la biodiversidad de nuestros bosques. Los tratamientos selvícolas de una intensidad moderada y aplicados con un criterio técnico adecuado (evitando por ejemplo algunos tipos de corta por huroneo en el caso de la entresaca) se muestran beneficiosos y compatibles con una mejora en la biodiversidad de los ecosistemas forestales (Saura, 2009). En efecto, más allá del origen o características iniciales del bosque, una adecuada gestión forestal puede y debe conducir las masas a estructuras más favorables y con una mayor capacidad de acogida para la biodiversidad. Especialmente aquellas masas con exceso de densidad y competencia, tan frecuentes en nuestros montes tras los procesos de abandono rural sucedidos en las últimas décadas y la falta de gestión de muchas de las repoblaciones realizadas durante el siglo XX, se beneficiarían de tratamientos selvícolas con una intensidad adecuada que facilitaran su transición a estados más maduros (con copas y fustes más desarrollados de los pies liberados de competencia), incrementaran la producción de fruto, y favorecieran la implantación de una mayor variedad de especies (estrato arbustivo y otros), beneficiando así al conjunto de la biodiversidad del monte (Torras y Saura, 2008; Gil-Tena *et al.*, 2007, 2009a).

Tratamientos silvícolas en Montes de Toledo

6.4. La gestión forestal a escala de paisaje

Los tratamientos selvícolas moldean las características del rodal, pudiendo como hemos visto tener efectos positivos sobre la diversidad del mismo, pero es necesario tener en cuenta también sus efectos sobre el conjunto del paisaje, donde serán posiblemente diferentes (Torras y Saura, 2008; Saura, 2009). Por ejemplo, las cortas de entresaca aplicadas igualmente y de manera sistemática a todos los rodales del monte pueden incrementar la diversidad localmente (diversidad α), pero sin embargo podrían dar lugar a una homogeneización y empobrecimiento biológico cuando se considera el paisaje en su conjunto (diversidad γ), al excluir a las especies de carácter más marcadamente heliófilo (Decocq *et al.*, 2004). Tal pauta de gestión crearía un patrón espacial de pequeños claros mucho más abundantes y de menor tamaño que los que se formarían bajo un régimen más o menos natural de perturbaciones. Algunos autores han propuesto que el mejor enfoque para garantizar la resiliencia y el uso sostenible de los ecosistemas forestales consiste en imitar o tender a aproximarse al régimen natural de perturbaciones (Crow y Perera, 2004; Drever *et al.*, 2006), allí donde pueda determinarse, o en un sentido más amplio al régimen secular de perturbaciones con el que han coexistido y al que están adaptadas las especies en un ámbito geográfico determinado (Niemelä, 1999).

Del mismo modo, una corta a hecho puede tener efectos negativos dentro de los límites estrictos del área donde se aplica pero sin embargo beneficiar a la heterogeneidad espacial y a la diversidad evaluada en contextos espaciales más amplios, por ejemplo mediante la creación de pequeños claros y zonas abiertas salpicadas por el monte que pueden favorecer a la fauna más generalista o de mosaico, así como al regenerado de la vegetación con un temperamento menos tolerante. El fomento de la biodiversidad requiere de un régimen y patrón de perturbaciones con una variedad de tamaños, formas e intensidades que propicie una suficiente heterogeneidad a diferentes escalas y a la que puedan responder una

variedad de especies cuyas áreas de campeo y necesidades vitales pueden ir mucho más allá de la escala de un rodal o monte concreto. El óptimo a escala de rodal no coincide necesariamente con el óptimo a escala de paisaje (Saura, 2009), y es necesario concebir y aplicar las medidas de gestión considerando sus efectos e interacciones a diferentes escalas, y no sólo a la más habitual (y sin duda fundamental) escala de rodal, que es sólo una parte del problema y recoge sólo una parte de los efectos de la gestión sobre la biodiversidad y otras funciones y servicios ambientales de los bosques.

Los procesos de abandono rural y de reducción de las intervenciones selvícolas ocurridos en las últimas décadas en muchas zonas de España han conducido a una densificación y homogeneización del paisaje forestal. En este contexto, uno de los pocos agentes que introducen variabilidad espacial actualmente en nuestros paisajes forestales, al menos a una escala suficientemente apreciable, son los incendios forestales, tras el abandono o notable disminución de las perturbaciones inducidas por la gestión forestal en muchas zonas de nuestro país. Los incendios forestales proporcionan, de manera en muchas ocasiones traumática, una heterogeneidad del paisaje que en algunos casos puede ser favorable para diversas especies generalistas o de espacios abiertos, pero que podría conseguirse de una manera más beneficiosa para la sociedad mediante una planificación forestal integrada que abarque desde la escala de rodal hasta la escala de paisaje (Gil-Tena *et al.*, 2009a).

Las consideraciones realizadas anteriormente sobre la hipótesis de la perturbación intermedia y la necesidad de determinados tipos de tratamientos selvícolas a escala de rodal son aplicables también a escalas más amplias como la de paisaje. De hecho, es posible trazar un paralelismo entre los efectos de la gestión en la estructura del rodal y los efectos de la gestión en la estructura del paisaje forestal (composición y configuración). En este sentido, la intensidad de la gestión forestal (evaluada a partir del área basimétrica extraída y el número de parcelas gestionadas) no se mostró como desfavorable para la variación de la riqueza de aves forestales en un periodo de 20 años a escala de 10 x 10 km en Cataluña (Gil-Tena *et al*., 2010), e incluso las cortas de regeneración tuvieron un efecto significativo y ligeramente positivo sobre las aves especialistas (Gil-Tena *et al.*, 2009b), resultados similares a los obtenidos para la riqueza y diversidad de especies arbóreas por Torras *et al.* (2009) en la misma escala y zona de estudio. Del mismo modo, Martín-Queller et al. (2010) concluyeron que las entresacas y claras tuvieron efectos positivos sobre la diversidad de especies leñosas a escala de paisaje (diversidad γ) en Castilla-La Mancha, Madrid y Castilla-León, mientras que las cortas a hecho y los tratamientos agrosilvopastorales tuvieron el efecto contrario.

Finalmente, señalar que dentro del concepto y alcance de la gestión forestal a escala de paisaje se encuadran no sólo los aspectos relativos a la heterogeneidad espacial, sino también los relacionados con la fragmentación y conectividad de los bosques que se tratan en el siguiente apartado.

7. FRAGMENTACIÓN DE LOS BOSQUES Y CONECTIVIDAD DEL PAISAJE

7.1. Fragmentación de los bosques: efectos sobre la biodiversidad e implicaciones de gestión

La fragmentación de los bosques se puede definir como el proceso mediante el cual una gran extensión de bosque se transforma en un número de teselas de menor tamaño separadas entre sí por otros tipos de cubierta (*e.g.* Haila, 1999). En la propia definición de fragmentación queda implícito que para que ésta se produzca es necesario que tenga lugar previa o simultáneamente una reducción de la superficie de bosque, al ser reemplazada por otros tipos de vegetación o usos del suelo. Ello ha llevado muchas veces a una sobreestimación de los efectos reales de la fragmentación sobre las especies, al confundir y atribuir a ésta el efecto de la propia pérdida de hábitat forestal, que suele ser mucho más nítido para la mayoría de especies y procesos ecológicos (Fahrig, 2003). Es necesario considerar los efectos de la fragmentación por sí misma, más allá de los realmente debidos a las variaciones en la cantidad total de hábitat forestal existente en el paisaje, a la hora de evaluar su importancia tanto para explicar diversos procesos ecológicos como para condicionar y ser tenida en cuenta en mayor o menor medida en la toma de decisiones en la planificación y gestión forestal (Boutin y Hebert, 2002; Fahrig, 2003; Saura y Rubio, 2010). Hecha esta importante salvedad, podemos destacar los siguientes principales efectos debidos o asociados a la fragmentación de los bosques (Wigley y Roberts, 1997; Santos y Tellería, 1998; Kupfer *et al.*, 2006; Saura, 2009):

- *Reducción del tamaño de las teselas de bosque*: provoca que las teselas tengan una menor capacidad de acogida para las especies forestales que necesitan grandes extensiones de hábitat, ya sea por sus elevados requerimientos energéticos (habitualmente grandes mamíferos y aves) o por depender de recursos escasos que sólo son suficientemente abundantes en áreas amplias. Eventualmente, una tesela puede ser demasiado pequeña para mantener por sí misma poblaciones o individuos de una determinada especie, lo que resultaría en extinciones locales en dicha tesela, o en que la misma actúe como un sumidero que sólo es capaz de mantener la presencia de la especie mediante los aportes desde otras áreas de bosque más extensas y productivas que actúan como fuentes poblacionales (Pulliam, 1988).

- *Incremento del efecto borde*. Los bordes se pueden definir, a los efectos tratados en este capítulo, como una transición marcada entre dos tipos de vegetación o ecosistemas diferentes, al menos uno de los cuales es forestal arbolado. A medida que se reduce el tamaño de las teselas de bosque, y dependiendo de la forma más o menos compacta de las mismas, éstas van presentando un menor porcentaje de área interior (área alejada del límite con otros tipos de cubierta) y se ven afectadas en mayor medida por los fenómenos característicos del borde de las masas forestales. Por ejemplo, los mayores niveles de radiación solar, temperatura, evapotranspiración y penetración y velocidad del viento pueden conllevar importantes cambios a nivel microclimático e inducir modificaciones en la composición de la vegetación forestal al favorecer el desarrollo de especies

heliófilas y anemócoras, además de incrementar la susceptibilidad a derribos por viento. Estos cambios a nivel microclimático pueden ser especialmente relevantes para determinadas especies sensibles de fauna y flora cuando las condiciones previas a la fragmentación ya son limitantes en cuanto a estrés hídrico o temperaturas extremas, por lo que los efectos de la fragmentación tienden a ser más notorios y a manifestarse antes en las zonas de mayor xericidad (Santos y Tellería, 1998). Por otro lado, en el borde de los bosques se incrementa la presión sobre el regenerado como consecuencia del aumento de las poblaciones de especies tales como los micromamíferos y de la mayor accesibilidad del ganado y la fauna cinegética, así como la predación de nidos de aves por córvidos y diversos mamíferos. La posible mayor frecuentación y exposición a los impactos propios de las actividades antrópicas asociadas a los bordes reduce el hábitat disponible para las especies más sensibles, que tienden a evitar estas zonas, e incrementa el riesgo de ignición por causas humanas. Sin embargo, el aumento del número de especies heliófilas o especialistas en las zonas de borde o ecotonos puede resultar frecuentemente en un incremento de la riqueza de especies, tanto en el propio borde como en el conjunto del monte, aunque ello puede ocurrir a costa de favorecer a especies más generalistas y comunes en perjuicio de las más típicamente especialistas forestales que suelen ser las más necesitadas de protección. En todo caso, es necesario destacar que la intensidad de estos efectos depende del grado de contraste entre las teselas adyacentes, tanto a nivel de tipo y estructura de la vegetación como de composición faunística y florística (Kupfer *et al.*, 2006). Dado que las cortas crean bordes entre las zonas recientemente cortadas y los bosques adyacentes y pueden producir un efecto fragmentador, se hace necesario suavizar y hacer menos abruptas estas transiciones. Los efectos de la fragmentación se reducen significativamente cuando se deja un número suficiente de pies adultos sin cortar tras la finalización de las cortas a hecho o por aclareo sucesivo (ver apartado 5.2), así como cuando las cortas de regeneración se realizan por entresaca. El modelo de Harris, que se trata en el apartado 8.1, también integra consideraciones relativas a la reducción de estos contrastes y bordes provocados por las cortas.

- *Aislamiento de las teselas*: a medida que las teselas de hábitat forestal van quedando alejadas entre sí dentro del mosaico del paisaje, se reduce el intercambio de individuos entre las poblaciones, lo que puede dar lugar a un empobrecimiento genético y dificultar la recolonización y recuperación tras las perturbaciones, y eventualmente comprometer la viabilidad de dichas poblaciones, especialmente para las especies con escasas capacidades de dispersión fuera de su propio hábitat. Algunos de estos aspectos se tratarán con más detalle en el apartado siguiente en relación con la conectividad funcional, ya que es dentro del concepto de conectividad donde se contemplan de manera más natural y explícita los fenómenos de dispersión de las especies y otros flujos ecológicos en relación con sus interacciones con el mosaico del paisaje (incluidas las diferentes posibilidades de movimiento a través de otras zonas del paisaje diferentes del propio hábitat forestal), mientras que los índices de fragmentación se centran habitualmente en aspectos únicamente estructurales y tienen por tanto un potencial menor en este ámbito (Saura, 2009).

Aunque la fragmentación del bosque se concibe habitualmente como un proceso negativo, es necesario señalar que sus efectos son consustanciales al proceso y característica evaluada, y pueden ser tanto negativos como positivos, pudiendo ser este último el caso de algunas especies heliófilas, generalistas o propias de mosaicos de diferentes tipos de cubierta, según se ha apuntado anteriormente.

Los aspectos tratados en relación con la fragmentación y el tamaño de las teselas de bosque deben tenerse en cuenta e integrarse en la planificación forestal. En general es difícil dar recetas simples y de aplicación general, dada la gran variabilidad de las respuestas de las distintas especies a los procesos de fragmentación y la todavía notable escasez de estudios científicos que proporcionen indicaciones concretas al respecto (especialmente en nuestros medios mediterráneos). Sin embargo, estudios previos realizados en España, y concretamente en bosques de Castilla-La Mancha y Castilla y León, sugieren un tamaño de tesela de bosque de 100 hectáreas como un umbral por debajo del cual empieza a hacerse más notoria la ausencia de diferentes especies de vertebrados forestales (Santos y Tellería, 1998).

Estas consideraciones deberán además tener más protagonismo cuando la planificación afecte a las zonas de mayor xericidad (dentro de las que se encuentran muchos montes de Castilla-La Mancha), cuando la superficie de bosque no represente más del 30% del total del paisaje, y cuando existan especies de valor de conservación con capacidades de dispersión limitadas (Santos y Tellería, 1998; Andrén, 1994; Boutin y Hebert, 2002; Saura y Rubio, 2010). En tales circunstancias las cortas deben organizarse de manera que respete la continuidad física de unidades de bosque suficientemente grandes. Del mismo modo, las repoblaciones forestales deberán plantearse en la medida de lo posible en zonas de suficiente extensión, o bien desarrollarse junto a otros bosques ya existentes para completar con ellas unidades de mayor tamaño, de manera que las nuevas masas jueguen efectivamente un papel de hábitat para un conjunto suficientemente amplio de especies.

En el caso contrario, caracterizado por la abundancia de cubierta arbolada y/o por elevadas capacidades de dispersión de las especies de interés, éstas percibirán el hábitat forestal como un conjunto funcionalmente continuo, teniendo menor importancia la fragmentación y el tamaño de una determinada tesela de bosque concreta dentro del mosaico del paisaje (Saura y Rubio, 2010).

7.2. La conectividad del paisaje forestal: concepto y consideraciones relevantes para la ordenación de montes

La conectividad del paisaje forestal se puede definir como aquella característica del mismo que facilita en mayor o menor medida el movimiento y dispersión de las especies, el intercambio genético, y otros flujos ecológicos entre las distintas zonas de monte (Taylor *et al.*, 1993). La conectividad determina qué proporción de la superficie total del hábitat forestal existente en el territorio es realmente accesible para un organismo o población situada en un punto concreto del mismo (Saura, 2009). Una mejora de la conectividad se traduce, entre otros efectos, en un incremento en las

tasas de intercambio de individuos entre poblaciones, en una mejora en la persistencia local y regional de las poblaciones, y en un aumento de su estabilidad y capacidad de recuperación frente a perturbaciones y de recolonización tras posibles extinciones locales (Crooks y Sanjayan, 2006).

Por todo ello, el mantenimiento y mejora de la conectividad del paisaje forestal se considera pieza clave de los esfuerzos para la conservación de la biodiversidad y las funciones ecológicas de los bosques, pudiendo contrarrestar los efectos potencialmente adversos de la fragmentación y facilitar la adaptación de las especies a los cambios en sus áreas de distribución causados por el cambio climático y otros factores (Taylor *et al.*, 1993; Hannah *et al.*, 2002; Opdam y Wascher, 2004; Araújo y Rahbek, 2006). Son múltiples las iniciativas, planes y legislaciones nacionales e internacionales donde se hace énfasis en la importancia de incorporar criterios de conectividad en la planificación territorial, algunas de las cuales se recogen en EUROPARC-ESPAÑA (2009). Para poder llevar a cabo con éxito la integración de consideraciones de conectividad en la planificación forestal a diferentes escalas es necesario tener presentes al menos las cuatro consideraciones conceptuales siguientes (Saura, 2009):

- *La conectividad funcional o cómo la conectividad depende de las especies y procesos analizados.* La conectividad es y debe medirse en general como un aspecto funcional, es decir, dependiente de las distancias y capacidades de dispersión de las especies analizadas o, en términos más generales, de las características de la propagación o difusión de los flujos ecológicos considerados (Tischendorf y Fahrig, 2000). En efecto, las especies y procesos presentan distintas capacidades de dispersión y propagación a través del territorio que determinan que un mismo paisaje forestal pueda ser percibido como funcionalmente conexo para una especie con gran movilidad pero en cambio como altamente fragmentado para otra con capacidades de dispersión más limitadas (Pascual-Hortal y Saura, 2008a). Similares consideraciones son aplicables a la dispersión del polen y semillas de la vegetación forestal (*e.g*. González-Martínez *et al.*, 2006), dependiendo de las estrategias y del agente dispersor (viento, animales, etc.) o la combinación de los mismos (dispersión primaria y secundaria), y por supuesto a la propagación de los incendios forestales de diferente intensidad a través del territorio.

  Esta dependencia de la conectividad respecto a la especie o proceso introduce una complejidad adicional en este tipo de análisis, al ser potencialmente muy numerosas las especies presentes o los procesos que actúan en un determinado espacio forestal y escasa la información disponible sobre su dispersión, resultando difícil lidiar con las particularidades de cada una de ellas. Por ello, todavía la planificación operativa considera en algunos casos la conectividad desde un punto de vista estructural como un enfoque simplificado en el que se tiene en cuenta la configuración y distribución espacial de las teselas de hábitat forestal, sin relacionarla con una distancia de dispersión ni con una especie o proceso concreto. En este sentido, normalmente se considera que la continuidad física (estructural) del hábitat forestal garantizará la conectividad para las especies forestales menos móviles y más sensibles a los efectos de la fragmentación, y una vez garantizada la

posibilidad de dispersión de éstas, se supone que también quedará asegurada para el resto de especies con mayor movilidad.

- *Los efectos de la conectividad son positivos o negativos dependiendo del proceso analizado*, en cierto modo de manera similar a lo que ocurre con la fragmentación, según se comentó en el apartado anterior. Una alta conectividad puede ser obviamente buena para muchas especies (incluidas las protegidas, con valor de conservación, cinegéticas, etc.) pero resultar sin embargo negativa cuando el proceso que se beneficia de ella es la propagación de una plaga, un incendio forestal o una especie invasora. Dado que la conectividad es funcional y dependiente del proceso analizado, es necesario gestionar los bosques y el mosaico del paisaje desde esa perspectiva, buscando compatibilizar el mantenimiento o incremento de la conectividad para unos procesos a la vez que se reduce para otros. Por ejemplo, un cortafuegos de una determinada anchura puede ser muy efectivo para detener el avance de un incendio forestal (al menos mientras éste no supere una determinada intensidad), y sin embargo ser totalmente permeable a efectos del movimiento de las especies de fauna y la dispersión de pólenes y semillas.

- *Más allá de los corredores lineales en el fomento de la conectividad.* Cuando hablamos de conectividad, muchas veces tendemos a pensar en un corredor físico y fácilmente diferenciable y reconocible sobre el territorio, constituido por una franja más o menos estrecha que contacta en sus dos extremos con las zonas de bosque a conectar; tal puede ser el caso de los bosques de ribera, las vías pecuarias convenientemente restauradas, u otros elementos específicamente desarrollados para tal fin. Aunque tales elementos pueden ser sin duda valiosos, la conectividad va mucho más allá de esa conectividad dirigida y concebida sólo a través de la continuidad espacial. Los flujos ecológicos se producen también de una manera más difusa a través de la matriz del paisaje, es decir, a través de zonas que no son hábitat forestal pero que, dependiendo de su grado de permeabilidad o resistencia al movimiento, pueden facilitar la dispersión entre distintas áreas de bosque. Tal es el caso de algunos de los mosaicos agroforestales típicos de los medios mediterráneos, y que son especialmente importantes en Castilla-La Mancha para la conservación de algunas de las especies más emblemáticas en esta región.

- *¿Es siempre el fomento de la conectividad la mejor alternativa de conservación?* Incluso cuando nos centramos en las especies de fauna de mayor interés, la conectividad, aun siendo beneficiosa, no tiene por qué ser siempre la mejor alternativa de conservación. En un contexto de recursos limitados para la gestión y conservación, otras estrategias como la protección y mejora de las zonas de mayor calidad de hábitat forestal por sí mismas pueden ser más eficientes. La conveniencia de invertir grandes sumas de dinero en la creación de corredores lineales ha sido un aspecto controvertido y sometido a un intenso debate, en el que podemos encontrar los puntos de vista más críticos en artículos como los de Simberloff *et al.* (1992) o Niemelä (2001). Ciertamente, no todas las especies y procesos ecológicos responden de igual manera frente al mantenimiento o creación de nuevos corredores. Son las especies con capacidades de dispersión moderadas o intermedias (en relación con el patrón espacial del paisaje y las distancias efectivas

entre las teselas de bosque) las que en mayor medida se benefician de los elementos conectores que puedan existir en el paisaje, y existen metodologías que permiten evaluar específicamente los beneficios relativos de la conservación o mejora de la conectividad frente a otras alternativas de gestión dentro de un marco analítico integrado (Saura y Rubio, 2010). Por otro lado, como decíamos anteriormente, la permeabilización de la matriz en un sentido más amplio y difuso puede ser más conveniente en algunos casos que el propio establecimiento de corredores lineales, a pesar de la mayor visibilidad social que puedan tener estos últimos.

La discusión del concepto y efectos de la conectividad ecológica nos lleva de manera natural a observar que los elementos del paisaje forestal, ya sean rodales, cuarteles, montes o cualquier otra unidad dasocrática, no son elementos aislados y que se puedan gestionar en toda su integridad y multifuncionalidad acudiendo únicamente a sus características intrínsecas. Las interacciones espaciales y temporales que se establecen entre los distintos elementos del paisaje hacen que no sea posible explicar las propias características de un determinado espacio forestal, ni incidir con éxito en su gestión, sin acudir a un contexto espacial más amplio y a los procesos que en él se desarrollan (Saura, 2009).

En lo que se refiere a la consideración explícita de la conectividad del paisaje en la planificación forestal, es necesario pasar de los más habituales análisis descriptivos, que nos indican si un paisaje está más o menos conectado pero no proporcionan resultados de interés directo para la gestión, a análisis orientados a la toma de decisiones y la distribución de usos mediante la identificación y priorización de los elementos que contribuyen en mayor medida a la conectividad del conjunto del paisaje (Pascual-Hortal y Saura, 2008a, 2008b). Ello incluye tanto orientar las medidas de gestión y conservación en las zonas más críticas para el mantenimiento de la conectividad como evaluar las zonas en las que las repoblaciones tendrían efectos más beneficiosos en términos de una mejora en la misma.

En este sentido, existen metodologías e índices desarrollados específicamente para estos fines y con prestaciones especialmente apropiadas para la planificación operativa en el ámbito forestal y territorial, basadas en estructuras de grafos y en el concepto de medir la disponibilidad de hábitat a escala de paisaje (Urban y Keitt, 2001; Pascual-Hortal y Saura, 2006, 2008a, 2008b; Saura y Pascual-Hortal, 2007; Saura y Rubio, 2010). Estas metodologías e índices han sido implementadas en el programa informático Conefor Sensinode (Saura, 2008; Saura y Torné, 2009), cuya versión 2.2 está disponible gratuitamente para su descarga desde http://www.conefor.org, junto con un detallado manual y extensiones específicas para ArcGIS o ArcView que pretenden hacer el programa de manejo sencillo por parte de diferentes tipos de usuarios. El Conefor Sensinode, a pesar de su reciente publicación, se ha utilizado ya en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo casos de estudio de planificación forestal en España, análisis de los cambios en la conectividad de los bosques en Europa entre 1990 y 2000 para el *European Forest Data Centre* (EFDAC) de la Comisión Europea, y otras aplicaciones en España, Estados Unidos, China, Italia, Finlandia,

Hungría, Chile, Puerto Rico y México, que se pueden consultar en más detalle en http://www.conefor.org/applications.html.

El Conefor Sensinode se puede utilizar además de manera combinada con otras herramientas gratuitas para el análisis de la conectividad del paisaje, tales como: (1) la extensión PathMatrix (http://cmpg.unibe.ch/software/pathmatrix/) para ArcView 3.x que permite calcular los caminos de mínimo coste entre las teselas de bosque a través de una superficie de fricción que representa la mayor o menor permeabilidad y facilidad para el movimiento de los distintos tipos de vegetación y usos del suelo existentes en la matriz del paisaje (Ray, 2005), (2) el programa informático Circuitscape (http://www.circuitscape.org/), que permite tener en cuenta la contribución de múltiples caminos disponibles en el paisaje para el movimiento entre dos teselas de bosque determinadas, y no sólo el camino de mínimo coste (McRae *et al.*, 2008), y (3) el programa Guidos (http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos) que aplica técnicas propias de la morfología matemática a paisajes binarios (*e.g*. bosque frente a no bosque) y clasifica los patrones espaciales diferenciando varias tipologías entre las que destaca la identificación de los conectores estructurales (Vogt *et al.*, 2007; Soille y Vogt, 2009).

8. MODELOS DE ORGANIZACIÓN ESPACIOTEMPORAL DE LAS CORTAS Y LAS MASAS ARBOLADAS EN LA ORDENACIÓN DE MONTES Y COMARCAS

8.1. El modelo de Harris

Una de las primeras propuestas para incorporar criterios de fragmentación, conectividad y madurez de los bosques en la ordenación forestal fue la realizada por Harris (1984). Este autor contempló la necesidad de asignar unas determinadas zonas del monte a reservas integrales sujetas a evolución natural, pudiendo quedar el resto del monte orientado a satisfacer las necesidades productivas. En el modelo de Harris (1984) estas zonas de evolución natural se conciben como el núcleo del monte al que todos los tramos de corta están conectados (en el sentido estructural y de contigüidad espacial). Las especies más exigentes y fuertemente asociadas a los bosques maduros y desarrollados encontrarían su hábitat en dicho núcleo de reserva, así como en los tramos próximos a su destino y con edades de la masa más avanzadas. Desde ellos quedaría garantizada la posibilidad de desplazamiento de las especies, en el momento que se iniciaran las cortas finales (a hecho o por aclareo sucesivo) y se sustituyeran las masas adultas por otras de regenerado, hacia el núcleo central de reserva y, a través de éste, a los otros tramos con fustales disponibles en el monte. Las especies forestales más generalistas o de mosaico encontrarían condiciones más adecuadas para su desarrollo en la combinación de las diferentes clases de edad (desde repoblados hasta fustales) en los tramos de corta. Además, en dicho modelo los aprovechamientos se programan de manera que las nuevas zonas de corta nunca estén situadas junto a los siguientes tramos en destino, sino junto a otros de edades intermedias (respecto al turno fijado), con lo que se consigue una mayor continuidad

estructural y una transición más progresiva entre las diferentes zonas que van siendo objeto de las cortas de regeneración. Finalmente, las operaciones de saca se harían hacia la zona exterior de los tramos, la opuesta al núcleo central, para evitar daños en dicho núcleo y en los elementos conectores entre el mismo y los propios tramos.

Básicamente el modelo de Harris (1984) pretende que la organización espacio-temporal de las cortas no rompa en ningún momento la conectividad o continuidad física entre las zonas de bosque más desarrollado, así como evitar los contrastes excesivos entre masas adyacentes resultantes de determinados patrones de corta, contrastes que, como decíamos en el apartado 7.1, son los que podrían hacer más patentes los posibles efectos negativos de la fragmentación (Kupfer *et al.*, 2006). Las pautas básicas de este modelo, considerablemente sencillas, siguen siendo de interés y válidas hoy en día, aunque desde luego se pueden generalizar y perfeccionar a la luz de otras consideraciones tratadas en apartados previos, así como modular para adaptarlas a las condiciones y necesidades de cada ordenación concreta, y aplicarla a una escala de planificación mayor que la de monte, tal como la escala comarcal propia de los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (Saura, 2009). Del mismo modo, este modelo se podría extender también al caso de masas irregulares y regeneración por entresaca, en el que los tramos mencionados anteriormente corresponderían a los formados en un monte organizado conforme a una entresaca regularizada (véase el capítulo 5).

8.2. Distribución de los turnos, heterogeneidad, bosques maduros y régimen natural de perturbaciones

Para discutir cómo la distribución de los turnos a lo largo de las distintas masas de un monte o comarca forestal puede adecuarse para propiciar unos mayores niveles de diversidad biológica de acuerdo con Seymour y Hunter (1999), empezamos presentando algunas variables que nos serán útiles a tal efecto. En primer lugar, definimos p como la frecuencia anual de perturbaciones, es decir, la proporción de la superficie del monte que se ve afectada cada año por perturbaciones que conllevan la eliminación del arbolado existente. En el caso de que las perturbaciones sean las debidas a las cortas de regeneración, p será la proporción de la superficie del monte que se corta cada año (ello no implica que necesariamente deban hacerse cortas todos los años; simplemente nos indica una tasa media anual). $S(E)$ será la proporción de la superficie en la que el arbolado es eliminado (por perturbaciones de distinto tipo) cuando tiene una edad superior a E o, en el caso de que las perturbaciones sean las debidas a las cortas de regeneración, la proporción de la superficie arbolada en la que se ha fijado un turno de corta superior a E.

En el caso de que tengamos un monte con funciones predominantemente productivas y calidad de la estación homogénea, ordenado por el método de división por cabida, tramos permanentes u otros métodos similares (ver capítulo 5), en el que se ha fijado un único turno (T) en toda la unidad a ordenar, y suponiendo que las cortas de regeneración (cortas a hecho o aclareo sucesivo) son las únicas

perturbaciones que provocan la sustitución de las masas adultas por otras de regenerado, tenemos que *p*=1/*T* y que *S(E)* viene dado por:

$$S(E) = 1 \quad \text{si } E < T$$
$$S(E) = 0 \quad \text{si } E \geq T$$

En un monte ordenado de esta manera, todas las clases de edad por debajo del turno fijado cubren la misma superficie, con lo que *S(E)* es constante para edades inferiores al turno, mientras que no existirá ninguna masa con edades superiores a *T*, con la consiguiente carencia de rodales maduros y árboles añosos (ver apartados 5.1 y 5.2). Al mismo tiempo, tampoco existe ninguna zona del monte que se regenere a edades más tempranas que la del propio turno fijado.

En el caso de que el arbolado del monte no sea objeto de cortas de regeneración como las que acabamos de describir sino que esté sujeto simplemente al régimen natural de perturbaciones que se puedan desarrollar en la zona (incendios, plagas, aludes, derribos por viento, etc.), tenemos que la función *S(E)* vendrá dada por la siguiente expresión, en el supuesto de que las perturbaciones se distribuyan por el monte de modo más o menos aleatorio, siendo la probabilidad de que una masa arbolada sea perturbada independiente de su edad (Van Wagner, 1978):

$$S(E) = e^{-p \cdot E}$$

Incluso cuando en este régimen natural de perturbaciones la frecuencia anual de perturbaciones o tasa anual de extracción (*p*) sea igual a la del caso del turno único descrito anteriormente (es decir, *p*=1/*T*), la distribución de edades será muy diferente a la de una ordenación por división por cabida o tramos permanentes, existiendo tanto masas con edades muy superiores a *T* como otras que son perturbadas a edades anteriores a dicho turno, de modo análogo a lo que ocurre en los modelos de De Liocourt o Meyer para la distribución diamétrica en masas irregulares. En concreto, el 37% de las masas tendrán en este modelo una edad de perturbación o corta superior a *T*.

Bajo un régimen natural de perturbaciones (véase apartados 6.3 y 6.4), los patrones de perturbaciones distribuidos de forma más o menos aleatoria por el paisaje y con diferentes tamaños y periodos de retorno tienden a provocar que algunas zonas arboladas sean perturbadas repetidamente con una alta frecuencia mientras que otras escapen a esos eventos y se mantengan por largos periodos de tiempo madurando sin ser sustituidas por otras masas más jóvenes.

En estas consideraciones se basa la propuesta para una mejor conciliación de los aspectos productivos y los de diversidad biológica recogida por Seymour y Hunter (1999), que fomentan una presencia más o menos abundante de masas de edad avanzada (ver apartado 5), una mayor heterogeneidad espacial y variedad de estados de desarrollo (ver apartado 6.1), y una mejor aproximación al régimen natural o secular de perturbaciones, con el que han coexistido y al que están adaptadas las especies en un ámbito geográfico determinado (véase apartado 6.4), a la vez que

compatibilizando dichos beneficios con la obtención de una posibilidad y rendimiento económico que satisfagan las necesidades productivas. Esta propuesta consiste en asignar distintos turnos a diferentes partes del monte, de manera que cuanto mayor sea el turno fijado, menor será la superficie asignada al mismo, de modo similar a la distribución de edades resultante de la función exponencial negativa para *S(E)* indicada en la expresión anterior. Así, en vez de fijar un único turno a todo el monte o comarca (T), se fijan n turnos diferentes (T_1, T_2,..., T_n) de aplicación cada uno de ellos en una determinada proporción del área de la unidad de ordenación (a_1, a_2,....a_n). Dentro de estos turnos diferentes, algunos de ellos se fijarán a edades suficientemente tardías para permitir la presencia de masas maduras o sobremaduras, por encima como mínimo de los 100 o 150 años, y si es posible con presencia de edades todavía mayores (ver apartados 5.1 y 5.2). Para que tengamos la misma frecuencia anual de perturbaciones o tasa de cortas (p) que en los casos anteriores (p=1/T), debe cumplirse la siguiente condición:

$$\frac{a_1}{T_1}+\frac{a_2}{T_2}+\ldots+\frac{a_n}{T_n}=\frac{1}{T}=p$$

En un ejemplo concreto, y siguiendo a Seymour y Hunter (1999), los objetivos y ventajas planteadas se pueden conseguir, en vez de fijando un único turno de 100 años en toda la superficie a ordenar, asignando por ejemplo un turno de 50 años al 20% de la superficie arbolada, un turno de 100 años al 35% de la superficie arbolada, un turno de 150 años al 20%, un turno de 200 años al 15%, y un turno de 300 años al 10% restante, con una pauta de distribución de edades y cortas similar a la que resultaría de la exponencial negativa del régimen natural de perturbaciones comentado anteriormente. En este ejemplo el 45% del arbolado se cortaría a edades superiores a T=100 a la vez que se mantendría la misma tasa de extracción que si se hubiera fijado un único turno de corta a esa edad para todas las masas arboladas (p=1/T=0,01). Serían también posibles otras combinaciones de T_i y a_i distintas de las de este ejemplo concreto que, siguiendo el modelo planteado, fueran más adecuadas en cada caso según las características de las masas y los objetivos de producción y conservación. Por otro lado, a partir de un determinado límite de edad suficientemente elevado se podría considerar que no se fija ya ningún turno y que esa parte del monte queda como reserva sometida a su evolución natural (por ejemplo el 10% del monte con un turno de 300 años en el ejemplo anterior).

Ello permite combinar zonas con especies de crecimiento más rápido y mayor productividad, en las que se puede concentrar la satisfacción de las demandas de productos procedentes del monte o comarca, con otras masas con funciones preferentes de protección o conservación de la biodiversidad, y se considera más adecuado y efectivo que el simple alargamiento de un mismo turno fijado para todo el monte a ordenar. Del mismo modo, evita tener que adoptar una distribución de masas irregulares pie a pie, cuando el temperamento de la especie y/o el interés y rentabilidad de la producción aconsejen tratamientos por cortas a hecho o aclareo sucesivo en tranzones o tramos, eventualmente suficientemente extensos y continuos. Aun cuando se tratara de una ordenación por entresaca, estas consideraciones se podrían aplicar pero teniendo en cuenta el diámetro máximo fijado en la curva

objetivo o ideal, que se variaría en diferentes zonas del monte de manera análoga a lo que aquí se ha planteado para el caso del turno en masas coetáneas o regulares.

Lógicamente, en los casos en los que se combinen los efectos de las cortas de regeneración con los de otras perturbaciones más o menos naturales que puedan afectar al arbolado, habrá que tener en cuenta la suma de ambos a la hora de determinar el valor de *p* y el modelo propuesto resultante.

Estas distribuciones de turnos tienen su mayor sentido en montes grandes o en comarcas forestales, y no tanto en fincas o montes pequeños donde la restricción de superficie no permitiría asignar mucho más de uno o dos turnos diferentes. En este sentido, estas propuestas son especialmente relevantes para el desarrollo de los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales, teniendo en cuenta además que es en escalas amplias donde operan muchos de los procesos ecológicos relacionados con la biodiversidad y las áreas de campeo de muchas de las especies forestales más amenazadas o consideradas indicadoras.

9. EL ÍNDICE COMBINADO BIOFOR

En apartados anteriores hemos visto que son muchos los aspectos a tener en cuenta en una gestión orientada a la biodiversidad, lo cual dificulta la propia estimación de las condiciones del monte en relación con su capacidad de acogida de una suficiente variedad de especies y, a partir de ella, la planificación de las medidas que se pueden llevar a cabo dentro de una ordenación. Por ello, en lugar de trabajar con índices e indicadores que resumen de manera más o menos parcial alguno de dichos aspectos, se han desarrollado una serie de índices combinados que integran y agregan varios de los criterios y aspectos repasados a lo largo de este capítulo. Ello no excluye obviamente la evaluación diferenciada y detallada de cada uno de los aspectos parciales recogidos por este tipo de índices, o de otros de los mencionados en apartados anteriores, para afinar en las necesidades de la gestión y de las especies, pero estos índices combinados permiten una primera aproximación al estado de conservación del bosque y su posible valor en términos de diversidad biológica de una manera sencilla y con un bajo coste.

Dentro de este tipo de índices combinados podemos destacar el índice Biofor, de sencilla estimación y utilización para ayudar a la toma de decisiones en la ordenación de montes, y que viene dado por la siguiente expresión (Menéndez, 2000; Prieto *et al.*, 2008):

$$\text{Biofor} = [M_{a,m,b}(b, v, e), V_{a,m,b}(f, p), F_{a,m,b}(s, z), S_{a,m,b}(n, i, t)]$$

El índice queda caracterizado por cuatro dimensiones o magnitudes consideradas relevantes o informativas de la biodiversidad en los ecosistemas forestales: el medio ecológico (M), la vegetación (V), la fauna (F) y la sostenibilidad potencial (S). A cada una de estas magnitudes se le asocia un subíndice *a*, *m* o *b*, según sea la calidad asociada a ese factor (respectivamente alta, media o baja). Finalmente, se le asignan

también otros elementos de diagnosis o descriptores adicionales (entre paréntesis en la expresión anterior) que describen algún aspecto destacable o relevante de la magnitud a la que hacen referencia. A continuación se describe el procedimiento general de estimación y aspectos contemplados en cada una de esas cuatro magnitudes, pudiendo encontrarse especificaciones más detalladas sobre su cálculo e interpretación en Menéndez (2000) y Prieto *et al.* (2008).

- **Medio ecológico (M)**

Esta magnitud hace referencia a la diversidad de ecosistemas o biotopos distintos que se pueden encontrar en el monte y a su calidad intrínseca. Como se ha descrito en apartados anteriores, cuanto más diversos sean los hábitats presentes en el ecosistema más diversos tenderán a ser también los diferentes elementos que lo componen. Se tienen en cuenta los siguientes tres parámetros para estimar la diversidad del medio:

- *Riqueza de biotopos*: diferenciando los biotopos en función del tipo de formación vegetal predominante. Este parámetro tiene un peso del 60% en el valor de M.

- *Distribución de biotopos:* parámetro que tiene un peso del 20% en el valor de M y en el que se estudian dos aspectos: el tamaño relativo de las teselas de los biotopos y las conexiones entre ellos, los dos con el mismo peso.

- *Calidad paisajística:* parámetro con un peso del 20% en el valor de M, y que es función de variables correspondientes a los tipos de vegetación (peso del 40% dentro del parámetro), fisiografía (30%) y cursos de agua (30%).

La calidad del medio ecológico para la biodiversidad se estima como combinación de cada uno de los parámetros y pesos mencionados. En función de los valores de M al medio se le asigna una calidad alta (M entre 2,35 y 3), media (M entre 1,65 y 2,34) o baja (M entre 1 y 1,64). Existen además una serie de descriptores adicionales que ayudan a comprender mejor el estado ecológico de la zona estudiada. Estos descriptores se designan con una letra que lleva asociado un significado específico, siendo los correspondientes al medio ecológico los siguientes:

b: En la zona se incluye algún biotopo de especial protección o rareza, por ejemplo una zona de vegetación relíctica o fuera de su núcleo central de distribución, formación ecológica de especial singularidad, etc.

v: Existe en la zona algún paisaje de especial calidad o rareza por su singularidad geológica, grado de naturalidad, calidad visual, etc.

e: Aparece en la zona algún elemento destacable por su singularidad ecológica, cultural o histórica, como árboles singulares, elementos arqueológicos o arquitectónicos de interés, lugares históricos, etc.

- **Vegetación (V)**

Una de las variables más importantes para la biodiversidad es la relativa a las características de la vegetación, además de por su importancia intrínseca porque constituye la estructura del hábitat de las especies animales, les sirve de refugio y alimento y es el sustento de numerosas funciones del ecosistema. Los parámetros auxiliares que se consideran para evaluar las características de la vegetación dentro del índice Biofor son los siguientes:

- *Riqueza de especies arbóreas:* con un peso del 30% en el valor de V.

- *Estructura de la masa*: reflejando los efectos beneficiosos de la complejidad estructural vertical, con un peso del 20% en el valor de V.

- *Clases de edad:* valorando positivamente la situación en la que todas las clases de edad están representadas de una manera uniforme, con un peso del 20% en el valor de V.

- *Cubierta arbustiva y herbácea*: con un peso del 30% en el valor de V.

La calidad de la vegetación para la biodiversidad se estima como combinación de cada uno de los parámetros y pesos mencionados. En función de los valores de V se le asigna a la vegetación una calidad alta (V entre 2,35 y 3), media (V entre 1,65 y 2,34) o baja (V entre 1 y 1,64).

Dentro de la valoración del estado de la vegetación se consideran los siguientes descriptores que ayudan a describir su diversidad con más exactitud:

f: existencia de endemismos florísticos de interés, ya sean del estrato arbóreo, arbustivo o herbáceo, y especialmente si se trata de especies amenazadas.

p: referido a la zona de procedencia de las semillas forestales, al considerar que las zonas de procedencia albergan ecotipos de características destacables como su productividad, resistencia a enfermedades u otras que se deban perpetuar.

- **Fauna (F)**

Los parámetros auxiliares para evaluar la biodiversidad de la fauna del monte (F) son los siguientes:

- *Proporción de fauna inventariada en el monte respecto a la fauna de la comarca.* Aunque generalmente no se dispondrá de un inventario exhaustivo de las distintas especies que componen la fauna del monte, sí se contará con elementos de juicio para estimar si la riqueza faunística es superior, igual o inferior a la media de la comarca o región. El peso de este parámetro en el valor de F es del 50%.

- *Existencia de caza en el monte*, considerándose como un indicador de condiciones favorables para la vida silvestre en el mismo, dado que, en general, las reservas de caza son hábitats con una riqueza faunística superior a la de otras zonas. Este parámetro tiene un peso del 30% en el valor de F.

- *Existencia de lugares estratégicos para la fauna*, con un peso del 20% en el valor de F.

La biodiversidad de la fauna del monte se estima como combinación de cada uno de los parámetros y pesos mencionados, de manera que en función de los valores de F se le asigna una calidad alta (F entre 2 y 2,6), media (F entre 1,40 y 1,99) o baja (F entre 0,80 y 1,39).

Los descriptores adicionales para la variable fauna son los siguientes:

s: existencia de alguna especie animal amenazada según las listas de la especies amenazadas de la directiva Hábitats, de la UICN, u otra de aplicación en Castilla-La Mancha.

z: existencia de alguna zona de especial interés para determinadas taxocenosis no en peligro pero sí relevantes (determinadas familias de aves, mamíferos, insectos, reptiles, etc.).

- **Sostenibilidad (S)**

El objetivo de esta variable es, además de valorar el estado actual de la biodiversidad, indicar cuál es la tendencia de la misma. Los parámetros auxiliares que se emplean para su cálculo son los siguientes:

- *Existencia de algún tipo de regulación:* como síntoma del interés y recursos invertidos en conservar ese ecosistema. Este parámetro tiene un peso del 30% en el valor de S.

- *Conectividad externa de los ecosistemas:* fundamental para mantener las relaciones de intercambio y facilitar la movilidad y capacidad de adaptación y recuperación frente a perturbaciones. Tiene un peso del 20% en el valor de S.

- *Regeneración natural*: indicativo del buen funcionamiento y autorregulación del ecosistema, con un peso del 20% en el valor de S.

- *Tipo de aprovechamientos:* dependiendo de si se trata de aprovechamientos intensivos no compatibles con la conservación de la biodiversidad o de aprovechamientos tradicionales extensivos y respetuosos con el medio. Este parámetro tiene un peso del 20% en el valor de S.

- *Existencia de riesgos:* que refleja los riesgos naturales, bióticos y abióticos que amenazan la sostenibilidad del ecosistema, tales como enfermedades y plagas, el fuego, la excesiva carga pastante (doméstica o silvestre) o la introducción de una especie exótica. Este parámetro tiene un peso del 20% en el valor de S.

La sostenibilidad se estima como combinación de cada uno de los parámetros y pesos mencionados, de manera que en función de los valores de S se asigna una calidad alta (S entre 2 y 3,0), media (S entre 1 y 1,99) o baja (S entre 0 y 0,99).

En cuanto a la sostenibilidad del ecosistema, los descriptores adicionales que matizan el valor del parámetro son los siguientes:

n: existe una figura de protección (espacio natural protegido). Aunque se incluye en el cálculo del valor del parámetro se destaca adicionalmente mediante este descriptor porque se considera un aspecto especialmente significativo.

i: existen en la actualidad impactos ambientales muy negativos que requieren una inmediata restauración.

t: El aprovechamiento se realiza de acuerdo con prácticas tradicionales no intensivas y que son totalmente compatibles con la sostenibilidad del ecosistema.

10. BIODIVERSIDAD Y BOSQUES DE RIBERA

10.1. Importancia de los bosques de ribera para la biodiversidad y medidas para su conservación

Los bosques de ribera son formaciones con unas características muy singulares y un especial valor para la conservación de la biodiversidad forestal. Son bosques intrazonales, es decir, no pertenecen a ninguna región biogeográfica o zona geográfica determinada. No se distribuyen tanto en función del clima general de una zona como de condiciones locales de gran humedad edáfica y suelos más o menos hidromorfos, ligados en su mayor parte a factores históricos y evolutivos responsables de la presencia de masas de agua en superficie o cerca de ella (Sterling, 1996). En relación con su entorno, se caracterizan por unas mayores dimensiones del arbolado, una mayor espesura y productividad, y una singular composición florística, estando dominados por especies leñosas y constituyendo bosques multiestratificados. La vegetación se sitúa en forma de estrechas franjas de terreno que difieren de la matriz del paisaje circundante en ambos lados. En general, los bosques de ribera actúan como filtro para unas especies, como hábitats y corredores para otras, y como fuente de diversos efectos ambientales y biológicos en sus alrededores. Son ecosistemas de alta productividad, razón por la cual son sometidos a fuertes alteraciones humanas. Por ello, la existencia de auténticos bosques ribereños es cada vez menos frecuente en nuestra geografía. Dentro de su reconocido valor ambiental y para la conservación de la biodiversidad podemos destacar los siguientes aspectos (Prieto *et al.*, 2008):

- Conectividad. La vegetación de ribera puede actuar como un verdadero corredor ecológico, tanto longitudinal como transversal. Debido a su permeabilidad permite la conexión entre el medio terrestre y el cauce y el tránsito y dispersión de las especies. Para mantener estas funciones ecológicas se debe asegurar la continuidad espacial a lo largo de todo el cauce y la máxima anchura posible de la banda de vegetación.

- Fragilidad. Por el pequeño espacio que ocupan en el territorio y por su reducida anchura y su gran longitud de borde las formaciones vegetales de ribera presentan un alto grado de fragilidad ante actuaciones humanas.

- Heterogeneidad. La variabilidad natural de especies vegetales y animales, diversidad climática, orográfica y topográfica y de ecosistemas a lo largo del curso del río, debido a los distintos procesos físicos, químicos o biológicos que se producen en los distintos tipos de formaciones vegetales existentes en las riberas, proporciona una gran diversidad de hábitats que favorecen la biodiversidad.

- Rareza. Por sus especiales condiciones edáficas y microclimáticas, las riberas de los ríos presentan un gran número de endemismos de flora y fauna en los territorios que atraviesan.

- Representatividad. La vegetación de ribera permite la penetración de vegetación típicamente eurosiberiana dentro de la región mediterránea, lo que favorece la presencia y representatividad de estos ecosistemas y especies escasos en Castilla-La Mancha.

- Paisaje. Los bosques de ribera manifiestan un paisaje propio asociado al cauce y a la topografía y orografía de la zona. Estos paisajes son funcionales en el sentido productivo, social y medioambiental y por ello tienen un alto valor que se debe preservar mediante su protección y gestión sostenible.

Además, en los ríos desprovistos de vegetación de ribera, las aguas alcanzan unas temperaturas máximas más altas y tienen oscilaciones térmicas diarias más amplias. Estas alteraciones del régimen térmico afectan considerablemente a los organismos acuáticos que en ellos habitan, cuyos ciclos biológicos están controlados por la temperatura, y pueden ocasionar la desaparición de especies por exclusión competitiva o por sobrepasar los umbrales de tolerancia de algunas de ellas. Este calentamiento de las aguas tiene especial relevancia cuando el oxígeno disuelto se encuentra en niveles críticos para los organismos acuáticos. El aumento de temperatura disminuye el nivel de saturación de oxígeno, y puede llegar a imposibilitar la respiración de algunas de las especies más exigentes (salmónidos entre los peces; tricópteros, plecópteros y efemerópteros entre los insectos). Los bosques de ribera mantienen también la fauna autóctona del suelo, lo que favorece la edafogénesis y la existencia de los nichos ecológicos de determinados predadores que regulan la población de especies dañinas que podrían llegar a constituir plagas. Finalmente, la vegetación ripícola propia de las orillas del río desempeña un importante papel en el aumento de las poblaciones piscícolas. Provee de refugio y alimento de origen

terrestre a los peces, estabiliza los taludes de orilla, mantiene las aguas a temperaturas frescas en verano, y protege de las heladas invernales. Al controlar la forma de la sección transversal del cauce, favorece formas más profundas que tienen una mayor capacidad de refugio.

En resumen, los bosques de ribera permiten el mantenimiento de la biodiversidad, tanto para la vegetación como para la fauna silvestre acuícola y terrestre, al constituir hábitats exclusivos de numerosas especies, muchas de ellas raras o amenazadas de extinción, como es el caso de la cigüeña negra en Castilla-La Mancha. Por tanto la conservación y la restauración de la biodiversidad existente en los bosques de ribera debe ser un objetivo fundamental en la gestión, lo cual debe girar en torno a los cuatro grandes principios siguientes:

- Mantener o favorecer la diversidad de las especies vegetales y animales autóctonas típicas de las zonas aluviales, en función de las condiciones estacionales, abarcando todos los estratos (herbáceo, matorral, arbustivo, arbóreo y lianoide) e incluyendo los árboles muertos que con sus huecos y cavidades son abrigos privilegiados para la fauna cavernícola.

- Conservar amplias zonas forestales intactas o poco alteradas por actividades humanas y la fragmentación derivada de las mismas. En efecto, por su tamaño, los grandes bosques aluviales son los más aptos para asegurar la conservación de algunas especies exigentes y resistir las perturbaciones naturales o antrópicas. Su papel en la preservación de la calidad del agua es fundamental, garantizando una fauna y una flora diversificada.

- Conservar, reforzar o restablecer la conectividad longitudinal (agua, sustancias nutritivas, organismos) entre las zonas aluviales, y con los biotopos no aluviales del entorno (setos, bosquetes) para asegurar una continuidad biológica.

- Favorecer la regeneración natural frente a las plantaciones. Si fuera imprescindible esta segunda alternativa, se debe tener un especial cuidado con la procedencia de las plantas, con el fin de que las variedades seleccionadas sean las mismas que las de la vegetación natural de la zona.

10.2. Índices de calidad ambiental y estado de conservación de las riberas arboladas

Existe una variedad de índices disponibles para valorar la calidad ambiental y el estado de conservación de las riberas arboladas (Prieto *et al.*, 2008). En general, los más recomendables para valorar el estado de la vegetación de ribera son, aparte del índice Biofor descrito en el apartado anterior, otros específicos como el índice QBR (Índice de Calidad del Bosque de Ribera), o en su defecto el índice RQI (Riparian Quality Index). Complementariamente, el índice IHF (Índice del Hábitat Fluvial) puede ser valioso para estimar de manera sencilla la calidad del hábitat acuático. A continuación se describen brevemente estos tres índices, pudiéndose encontrar más detalles sobre los mismos en las publicaciones específicas señaladas en los siguientes apartados.

Fuera del objeto de este capítulo quedan otros índices específica y estrictamente relacionados con la calidad de las aguas, basados fundamentalmente en parámetros físico-químicos o en las presencia de determinadas familias de invertebrados, que se revisan en Prieto *et al.* (2008).

10.2.1. Índice RQI

El índice RQI (Riparian Quality Index) se utiliza para valorar la estructura y dinámica de las riberas fluviales con base hidrológica y geomorfológica (González del Tánago *et al.,* 2006). En relación con la estructura se consideran siete atributos de fácil reconocimiento visual: la continuidad longitudinal de la vegetación leñosa; las dimensiones en anchura del espacio ripario ocupado por la vegetación asociada al río; la composición y estructura de la vegetación riparia; la regeneración natural de las principales especies leñosas; la condición de las orillas; la conectividad transversal del cauce con sus riberas y llanura de inundación; y la conectividad vertical a través de la permeabilidad y el grado de alteración de los materiales y relieve de los suelos riparios. La valoración de cada atributo se lleva a cabo atendiendo a las condiciones de referencia de cada tramo fluvial según su tipología, relativa al régimen hidrológico, características geomorfológicas del valle y cauce y región biogeográfica en que se ubica.

El índice propuesto constituye una herramienta muy útil en el contexto de la Directiva Marco del Agua, no sólo para la valoración del estado ecológico de las riberas sino también para identificar los problemas existentes, formular estrategias de gestión para su recuperación y restauración ecológica y valorar con criterios cuantitativos las actuaciones realizadas.

10.2.2. Índice QBR

En España, el índice más conocido y utilizado para cuantificar la calidad de la vegetación de ribera es el denominado Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné *et al.,* 1998a, 1998b, 2003). Su objetivo es determinar el estado de conservación de la vegetación de ribera mediante la comparación de su situación real con la potencial solamente afectada por alteraciones naturales.

La evaluación debe realizarse en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha), incluyendo las zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas que potencialmente sean capaces de soportar formaciones vegetales (se excluyen las zonas incapaces de ser colonizadas de forma permanente por la vegetación).

El índice no es aplicable en las zonas más altas de las cuencas en las que no existe de forma natural vegetación arbórea. En las zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, los arbustos con porte arbóreo se consideran como si fueran árboles (Suárez *et al*., 2002). El índice QBR considera cuatro tipos de atributos cualitativos independientes:

- *Grado de cubierta de la zona de ribera*. En este atributo se considera que en su estado natural, la zona de ribera tiende a estar cubierta por vegetación, siempre que el sustrato, la recurrencia de las grandes avenidas y la geomorfología lo permitan. La calidad de la zona de ribera, por tanto, disminuye a medida que lo hace la cubierta vegetal, cuantificada como la fracción de cabida cubierta (porcentaje de suelo cubierto por la proyección de las copas o partes aéreas de los vegetales) de la vegetación arbórea, arbustiva y de matorral (las plantas anuales no se consideran), sin tener en cuenta su estructura vertical. En este atributo se considera también, como un factor de corrección complementario al anterior, el grado de conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.

- *Estructura de la cubierta*. Este atributo trata de determinar el grado de complejidad estructural vertical de la cubierta vegetal, considerando para ello los estratos de vegetación arbórea y arbustiva (esta segunda en ausencia de árboles), pero no la herbácea. La presencia de regularidad en la distancia entre árboles (plantaciones) o la distribución no continua de las cubiertas disminuye la puntuación, mientras que la presencia de helófitos en la orilla la aumenta.

- *Calidad de la cubierta*. Este atributo es un indicador de la complejidad del tipo de la formación de la cubierta y depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera. Se considera el desnivel y forma de los dos márgenes del río, así como la presencia de islas en el río, de suelo rocoso con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, y del número de especies nativas (arbóreas y arbustivas) existentes. Las especies alóctonas, construcciones y vertidos disminuyen la puntuación correspondiente a este atributo.

- *Grado de naturalidad del canal fluvial*. Este atributo trata de determinar la importancia y naturaleza de las modificaciones antrópicas existentes y la influencia que pueden tener sobre la vegetación de ribera. La modificación de las terrazas adyacentes al río (por actividades agrarias o extractivas) supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. La existencia de estructuras sólidas (presas, azudes, muros, pequeñas presas, vados de cemento, etc.) dentro del río disminuyen la puntuación (no se consideran los puentes ni los pasos sin cimentar para cruzar el río).

La puntuación final del índice QBR se obtiene como suma de las puntuaciones parciales obtenidas en cada uno de los cuatro atributos anteriores, y permite determinar el grado de calidad del sistema de ribera en función de unos niveles de calidad preestablecidos en función de intervalos de valores del índice.

El índice de calidad del bosque de ribera (QBR) se ha utilizado para la caracterización de las riberas, aplicándole ligeras modificaciones, en los sistemas fluviales inscritos en un ámbito territorial definido como zona árida. Estas modificaciones pretenden compensar el menor grado de cobertura que alcanza la comunidad vegetal, la falta de especies arbóreas y la existencia de especies no freatófilas de los cauces esporádicos. Mencionar también que el QBR se usa de manera combinada con un índice de calidad de aguas para obtener el índice ECOSTRIMED

(ECOlogical STatus RIver MEDiterranean), como se describe por ejemplo en Prieto *et al.* (2008).

10.2.3. Índice IHF

El Índice del Hábitat Fluvial (IHF) pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una diversidad biológica determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Pardo *et al.*, 2002). Está basado inicialmente en las características evaluadas en el RHS (River Habitat Survey) y en el protocolo de muestreo de hábitats fluviales desarrollado en el Reino Unido.

El IHF valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente, como son la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos.

También se evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos de heterogeneidad, que contribuyen a incrementar la diversidad del hábitat físico y de las fuentes alimenticias, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, madera) y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios. Se confirma la dependencia de la calidad biológica (índices biológicos y número de familias) de la calidad del hábitat, incluso después de sustraer el efecto de las otras covariables relacionadas con los patrones generales de distribución de invertebrados en los ríos mediterráneos (conductividad eléctrica, caudal y contaminación).

El índice presenta un alto potencial para valorar el grado de alteración del hábitat de los ríos mediterráneos, mediante comparación con valores del IHF existentes en localidades de referencia con muy buen estado ecológico.

Nacimiento del Río Cuervo en la Serranía de Cuenca (Cuenca)

7
REALIZACIÓN PRÁCTICA DE UN PROYECTO DE ORDENACIÓN

Antonio Prieto Rodríguez

Un proyecto de ordenación, es la organización económica de la producción forestal de un monte, entendido como una empresa de productividad sostenida de bienes y servicios. Un proyecto de ordenación, es una doble auditoría selvícola y financiera, que parte de unos análisis (legal, natural, forestal y económico), se resumen en unas síntesis, dan lugar a unas restricciones, se fijan unos objetivos y se prevén las actuaciones para alcanzarlas. Finalmente, se tiene en cuenta el balance económico y financiero de ingresos y gastos previstos. Es decir, un proyecto de ordenación es el procedimiento operativo para conseguir que una masa forestal arbolada alcance los objetivos asignados por la propiedad.

En la realización práctica de un proyecto de ordenación, se deben tener en consideración una serie de fases tanto de campo, como de gabinete, que de manera cronológica se pueden establecer de la siguiente manera:

1. *Reconocimiento previo del monte*. Se realizará acompañado por la propiedad, y tendrá por objeto el reconocimiento provisional del monte y el establecimiento de los objetivos generales para el mismo. Simultáneamente, se realizará en casos muy específicos la fijación de objetivos concretos para determinadas partes del monte. Se trata de una fase de campo.

   Los objetivos serán muy diferentes (ver capítulo 4: funciones de los montes y tipología de los cuarteles), si se trata de montes públicos o privados. En el caso de los montes públicos, los objetivos serán fundamentalmente de protección, uso social, medioambiental o patrimonial. En el caso de los montes privados, los objetivos serán básicamente los productivos, estando el resto subordinados, a no ser que haya unas restricciones legales muy fuertes.

   Los objetivos del proyecto de ordenación estarán condicionados por las disponibilidades económicas que limitarán las actuaciones, las características de las masas, la legislación vigente y las necesidades del propietario.

2. *Recogida de información*. Consiste, en primer lugar, en recoger, sintetizar y analizar toda la información existente sobre el monte y sobre la comarca en la que se encuentra, en sus aspectos, legal, ecológico, económico, social o productor, para conocer su situación de partida y las restricciones existentes sobre la propiedad que van a limitar y condicionar los objetivos de la ordenación.

   Si el monte tiene proyecto de ordenación previo y sus posteriores revisiones, se recabará información de estos documentos para su posterior análisis (información

interna). Además, se recopilará todo tipo de información que afecte al monte y a la comarca en la que esté enclavado (información externa). Este tipo de información podrá ser documental o verbal.

Con respecto a la información documental (artículos, libros, documentos), está adoptará diversas clasificaciones. Así entre la escrita estarán:

- Aspectos legales: normativas locales (plan general de ordenación urbana), autonómicas (instrucciones de ordenación, leyes de montes y medioambiente, protección de la flora y la fauna), nacional (instrucciones de ordenación, ley de montes y medioambientales, protección de la flora y de la fauna) y de la Unión Europea (ZEPAs, LICs, Red Natura 2000).

- Aspectos del medio natural: clima, hidrografía, suelo, vegetación, fauna, enfermedades y plagas, y riego de incendio.

- Aspectos socio-económicos: se refieren a la situación social y productiva de la comarca donde se ubica el monte, referente a población activa y paro, cualificación de la mano de obra, mercado de productos forestales, industrias que los utilicen.

Con respecto a la información documental gráfica, se recogerá la cartografía existente y las imágenes aéreas: ortofotografías como las del SIGPAC y si se puede vuelos estereoscópicos a escalas 1.18.000 para trabajos de síntesis o 1:8.000 para trabajos de análisis y de clasificación. Complementariamente, se intentará localizar a los anteriores gestores del monte y guardería, para tener conocimiento de toda la información no registrada, tales como aprovechamientos tradicionales, incendios, fechas de repoblaciones, especies de fauna o aspectos relativos a la consecución de los objetivos del monte.

La recogida de información, su análisis posterior y síntesis es una fase de campo y de gabinete.

3. *Zonación ecológica provisional*. Una vez realizado el apartado anterior, la siguiente operación es la realización de una zonificación ecológica, previa y provisional, por medio de las imágenes aéreas ortofotografías y estereoscópicas (preferentemente) y de la cartografía topográfica y temática de la que se disponga. La zonificación tiene por objetivo delimitar los diferentes tipos de vegetación, de masa y de usos potenciales y su croquización sobre la cartografía para establecer las unidades elementales ecológicas, y por agrupamiento de ellas, las grandes unidades de gestión.

   Para ello, se utilizarán límites, naturales (ríos, arroyos, barrancos, vaguadas, divisorias, cambios de vegetación) y artificiales (vías de comunicación, cortafuegos, tendidos eléctricos, mojones), fácilmente identificables, tanto en la fotografía aérea y en la cartografía, como sobre el terreno. Además, se tendrá en cuenta la especie,

tamaño del arbolado (dimensiones de la copa y altura), espesura de la masa (fracción de cabida cubierta), exposición y altitud.

El tamaño de estas unidades no debe ser inferior a 1 ha, ni superior a 10 ha, por lo que si salen superficies muy grandes se deben dividir artificialmente. La zonación ecológica sobre imágenes aéreas y cartografía es una fase de gabinete.

4. *Delimitación de las unidades ecológicas*. Esta fase, consistirá en delimitar sobre el terreno, por medio de pintura o de tarjetas plásticas previamente estampadas con la correspondiente numeración, las unidades ecológicas definidas en la fase anterior. Al hacerlo sobre el terreno se podrá redefinir la zonación realizada en gabinete. Para ello, se pueden utilizar transeptos o nudos de cuadrículas. Estas unidades ecológicas podrán tener un carácter permanente (se denominarán cantones y serán la base del inventario) o temporal (rodales). Se trata de una fase de campo.

   La cartografía de las unidades ecológicas y de gestión provisional, realizada en la fase anterior sobre fotografía aérea y cartografía, se contrasta de una manera directa sobre el suelo del monte y se corrigen los problemas sobre límites dudosos, de asignación definitiva de masas a unidades ecológicas y de fijación de objetivos. La información a obtener será la relativa a:

   - Vegetación: catálogo florístico, vegetación real y potencial; arbórea (especie o especies, calidad tecnológica, poda natural o artificial, edad media o biológica, regenerado, duración supervivencia, papel de los árboles muertos); pastos; rasos, riesgo de incendio; suelo; fauna; actuaciones.

   - Singularidad del medio.

   - Capacidad de acogida de público.

   - Relaciones con el entorno (barreras ecológicas).

   Esta información, se materializa sobre la cartografía que se utilice en la ordenación del monte: para montes pequeños, hasta 1.000 ha, escala 1:5.000, para montes medios, entre 1.000 y 5.000 ha, a escala 1:10.000 y para monte grandes, más de 5.000 ha, a escala 1:25.000. Estas escalas, son de referencia para el conjunto del monte, lo cual no impide, que en el momento de realizar cualquier tipo de actuación sobre una determinada estación o unidad ecológica, se utilice la escala más adecuada, normalmente mayor que las de referencia establecidas anteriormente.

   Realizada la cartografía de las unidades de gestión de una manera inequívoca, tanto sobre el terreno, como sobre la fotografía aérea y sobre la cartografía, se materializarán sus límites. El procedimiento, consiste en establecer en las zonas de contacto con otras unidades su referencia identificativa (normalmente letras o números o una combinación de ambos), bien con mojones, piedras marcadas, carteles sobre árboles o marcas de pintura en árboles previamente chaspeados en su corteza.

Las posibles correcciones de las unidades ecológicas o de gestión, que se hayan podido realizar en esta fase de campo con relación a la fase previa, suele ser de pequeña entidad. Por agrupación de las unidades ecológicas, se establecen las unidades de gestión (cuarteles). La delimitación sobre el terreno de las unidades ecológicas es una fase de campo.

5. *Fijación de los objetivos concretos para cada zona.* Definidas las unidades ecológicas y conociendo las restricciones legales y ecológicas, se establece con la propiedad los objetivos de la ordenación, para el conjunto del monte y para cada una de sus partes. Para lo cual, de una manera aproximada, se tendrán en cuenta los ingresos y gastos durante la duración del período de aplicación de la ordenación (normalmente entre 10 y 20 años). Dentro de un mismo monte, las unidades de gestión pueden tener objetivos muy diferentes (producción, protección física o biológica, uso social, reserva y sus combinaciones).

   Complementariamente, se identificarán y tendrán en cuenta, si esos objetivos plantean algún problema con los habitantes de la zona (pastos, leñas, modificación del paisaje por cortas o repoblaciones) o con determinados grupos sociales (Organizaciones No Gubernamentales). La fijación de los objetivos concretos para cada zona, es una fase de gabinete.

6. *Diseño del inventario*. En función de los objetivos asignados por la propiedad y del presupuesto disponible, se realizará el diseño del inventario para determinar los parámetros a medir, que permitan realizar el cálculo de las existencias de las masas y su posterior clasificación en las unidades de gestión. En masas muy valiosas, será por conteo pie a pie (tramos o grupos en regeneración) y en el resto por muestreo o incluso sólo se determinará la espesura (fracción de cabida cubierta). El diseño del inventario, es una fase de gabinete.

7. *Realización del inventario*. En los inventarios clásicos, por conteo pie a pie o por enumeración completa de todos los árboles de la masa, los rendimientos dependen de múltiples factores y, además, muy variables de unas situaciones a otras, como condiciones del monte, tamaño del arbolado, árboles con poda natural o artificial, densidad de la masa, limpieza de la zona a inventariar, entrenamiento de los equipos, tiempo meteorológico, etc., por lo que los rendimientos varían enormemente según las situaciones.

   Los inventarios pie a pie, se pueden separar en dos fases a efectos del cálculo de los rendimientos: una fase de medición del diámetro normal de todos los árboles (para un equipo tipo formado con 1 anotador y 3 medidores, puede ir de 3 a 8 ha en una jornada laboral de 7 horas) y una segunda fase eventual referente sólo a la selección, derribo y medición de los árboles tipo (árboles medios ideales representativos de la masa por clases diamétricas), que puede no ser necesaria si el cálculo de existencias se realiza por tarifas de cubicación. En la selección de árboles tipo, un equipo compuesto de un libretista, un peón con forcípula y un peón con barrena de Pressler, alcanza un rendimiento de 120 árboles/día.

En la medición de árboles tipo, incluyendo el derribo, desramado, tronzado, así como todas las medidas que se hacen sobre el terreno (edades, peso de leñas, longitudes, secciones...), un equipo formado por un libretista, dos hacheros-motosierristas, dos peones y un bagajero, pueden alcanzar los 10 árboles tipo por día.

Para determinar los rendimientos en los inventarios por conteo pie a pie, a los tiempos invertidos en los trabajos de campo, hay que añadirles los que se empleen en laboratorio en el conteo de anillos y en el proceso de datos, de donde se deduce que este tipo de inventario consume mucho tiempo y puede ser muy costoso, tanto o más que un inventario por muestreo.

En los inventarios por muestreo (donde se recoge también información sobre el resto de las producciones forestales y sobre el medio natural), el número de parcelas (localización, replanteo y medición) que un equipo puede realizar en una jornada, a un ritmo de trabajo normal, depende de los siguientes factores:

- Distancias entre parcelas y tamaño de las mismas.

- Dificultad de acceso al monte y de la progresión entre parcelas.

- Número y complejidad de las medidas a realizar en cada parcela.

- Composición y entrenamiento del equipo de inventario. Los equipos se pueden reducir en muchos casos a 2 personas y se recomienda que no sean superiores a 3 personas.

- Condiciones meteorológicas de trabajo.

- Configuración del terreno.

- Edad y densidad de la masa.

- Presencia de matorral acompañante.

- Limpieza de restos de cortas en la superficie a inventariar.

Los rendimientos para parcelas circulares de 3 a 5 áreas; distancias entre parcelas de 80 a 200 m; medición de los diámetros normales de todos los árboles de la parcela mayores de 20 cm, medición de espesores de corteza, alturas y edades en 4 árboles; y toma de reseñas ecológicas, enfermedades y peligro de incendio, puede oscilar, para un equipo de tres personas, de 7 a 15 parcelas en una jornada laboral de 7 horas).

Sea cual sea el tipo de inventario, por diversas circunstancias (condiciones meteorológicas, enfermedad, averías...), los días realmente trabajados oscilan entre el 70 - 80% de los totales. La realización del inventario, es una fase de gabinete.

8. *Proceso de datos del inventario*. Con los datos procedentes del inventario, se realiza su depuración, introducción en el ordenador y proceso de datos conducente al cálculo de existencias de las unidades ecológicas y a su agrupamiento en las grandes unidades de gestión. La realización del proceso de datos del inventario, es una fase de gabinete.

9. *Formación definitiva de las unidades de gestión*. Con la información del proceso de datos del inventario, se confirma o modifica la pertenencia a las unidades de gestión y consecuentemente a los objetivos establecidos. La formación definitiva de las unidades de gestión, es una fase de gabinete.

10. *Formación provisional de las unidades de tratamiento* (corta). Con la información del inventario y una vez establecida la formación definitiva de las unidades de gestión, en cada unidad de gestión, se establece la clasificación provisional de las unidades de tratamiento selvícola en masas regulares, en grupos en función del lapso del tiempo que falta para entrar en regeneración (grupos de regeneración, preparación y mejora) y en masas irregulares en tramos de entresaca. La formación provisional de las unidades de tratamiento (corta), es una fase de gabinete.

11. *Comprobación sobre el terreno de las unidades de tratamiento*. Establecida en la fase anterior, para cada unidad de gestión, su división en unidades de tratamiento, es conveniente, sobre todo para masas regulares, o a regularizar, su comprobación sobre el terreno, pues los datos medios de edades del inventario no son suficientes y pueden conducir a graves errores para su clasificación en unidades de tratamiento.

    Así una masa a regularizar con una edad media de 50 años que se quiere cortar con una edad de madurez de 80 años y formada por dos clases de edad, un repoblado joven y un fustal maduro, si no se reconoce sobre el terreno, se puede clasificar tanto en un grupo de preparación (el correspondiente a su edad), en un grupo de regeneración (si el fustal es todavía muy denso) o en un grupo de mejora (si se considera la masa adulta como residual que hay que eliminar para proceder a la regeneración total). La comprobación sobre el terreno de las unidades de tratamiento es una fase de campo.

12. *Redacción del proyecto de ordenación*. Con toda la información procedente de las fases anteriores, tanto previa como de laboratorio y campo, se procede a la redacción del proyecto de ordenación. Se realizará de acuerdo con las instrucciones correspondientes a la Comunidad de Castilla - La Mancha y subsidiariamente con las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados del año 1970. La redacción del proyecto de ordenación se trata de una fase de gabinete.

Como resumen de las operaciones y actividades, en la tabla 19, se recogen los tiempos de referencia medios, en meses, empleados en la realización práctica del proyecto de ordenación de tres montes típicos de 200, 1.000 y 5.000 ha.

Tabla 19. *Actividades y rendimientos en la realización práctica de un proyecto de ordenación (meses).*

FASE	300 ha	1.000 ha	5.000 ha
1. Reconocimiento previo del monte	0,03	0,06	0,09
2. Recogida de información	1,00	1,00	1,00
3. Zonación ecológica provisional	0,20	0,40	0,80
4. Delimitación de las unidades ecológicas (1)	1,00	3,00	7,00
5. Fijación de los objetivos concretos para cada zona	0,03	0,06	0,09
6. Diseño del inventario	0,03	0,06	0,15
7. Realización del inventario (2)	1,00	3,00	12,00
8. Proceso de datos del inventario	0,30	0,60	2,00
9. Formación definitiva de las unidades de gestión	0,03	0,09	0,25
10. Formación provisional de las unidades de tratamiento (corta)	0,03	0,09	0,25
11. Comprobación sobre el terreno de las unidades de tratamiento	0,06	0,25	1,00
12. Redacción del proyecto de ordenación	2,00	4,00	6,00
TOTAL	**5,71**	**12,61**	**30,63**

1 Equipo de campo formado por 2 personas.
2 Equipo de campo formado por 3 personas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberdi, I., Saura, S., Martínez-Millán, F.J. 2005. El estudio de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional. Cuadernos de la SECF 19: 11-19.
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. Oikos 71: 355-366.
- Aplet G.H., Johson N., Olson J.T., Sawle V.A., (editores), 1993. Defining sustainable forestry. Island Press. Washington D.C., 320 pp.
- Araújo, M.B., Rahbek, C. 2006. How does climate change affect biodiversity? Science 313: 1396-1397.
- Aunós, A., 2005. Configuración y potencialidades de los bosquetes en las estructuras irregulares. IV Congreso Forestal Español, Zaragoza.
- Battles, J.J., Shlisky, A.J., Barrett, R.H., Heald, R.C., Allen-Diaz, B.H. 2001. The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. Forest Ecology and Management 146: 211-222.
- Bauer, E. 1991. Los montes de España en la Historia. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Binkley C.S., 1997. Preserving nature through intensive plantation forestry: the case forest land allocation with illustrations from British Columbia. Forestry Chronicle, nº 75, pp. 553- 559.
- Biolley H.E., 1920. L'Aménagement des Forêts par la Méthode Expérimentale et Spécialement la Méthode du Controle. Attinger Frères. Paris. 90 pp.
- Borrero, G., Montero, R. (dir.), 2004. Manual de Ordenación de Montes de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Bouchon J., Houllier F., Birot Y., 1991. Utilisation des Méthodes Modernes de Gestion dans l'Amenagement des Forêts. Seminario Hispano - Francés - Alemán sobre Nuevos Métodos y Técnicas en la Ordenación de Montes. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid 3 - 5 abril, 25 pp.
- Boutin, S., Hebert, D. 2002. Landscape ecology and forest management: developing an effective partnership. Ecological Applications 12: 390-397.
- Bravo, F., Diaz-Balteiro, L., 2004. Evaluation of new silvicultural alternatives for Scots pine stands in northern Spain. Annals of Forest Sciences 61: 163-169.
- Bravo, J.A., Roig, S., Serrada, R. 2008. Selvicultura en montes bajos y medios de *Quercus ilex* L., *Q. pirenaica* Willd. y *Q. faginea* Lam. En Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 779-825.
- Brédif H., Boudinot P., 2001. Quelles forêts pour demain. Éléments de stratégie pour una approche renové du développement durable. L'Harmattan. Paris. 249 pp.
- Brokaw, N., Lent, R. 1999. Vertical structure. En: Hunter, M.L. (ed.), Maintaining biodiversity in forest ecosytems, pp. 373-399. Cambridge University Press.
- Brunson M.W., Yarrow D.T., Roberts S., Guynn D.C, Khuhns M.R., 1996. Non industrial private owners and ecosystem management can they work together? Journal of Forestry, nº 6, pp. 14-21.
- Buongiorno J., Gilles J.K., 2003. Decision methods for forest resource management. Academic Press. San Diego. 439 pp.
- Cabrera, M., 2008. Dificultades para la aplicación del método de ordenación por rodales. Cuadernos de la SECF 28: 103-108.

- Cabrera, M., Donés, J., Madrigal, A., 1995. Discusión del cálculo de la posibilidad en el proyecto de 5ª revisión de la Ordenación del "Pinar" de Valsaín. Montes 40: 31-35.
- Campos Palacín, P.; Caparrós Gass, A.; 1999. Análisis económico de la fijación de carbono por el pino silvestre. En Hernández, E (Coordinador): El Calentamiento Global en España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 142-162.
- Campos, P., Cañellas, I., Montero, G., 2003. Evolución y situación actual del monte adehesado. En: Pulido, F.J., Campos, P., Montero, G. (Eds.). La Gestión Forestal de las Dehesas. Historia, Ecología, Selvicultura y Economía. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón, Mérida, pp. 27-37.
- Campos, P., Caparrós, A., Oviedo, J.L. y Ovando, P. 2008. La renta ambiental de los bosques. Arbor 729: 57-69.
- Camprodon, J. 2007. Tratamientos forestales y conservación de la fauna vertebrada. En: Camprodon, J., Plana, E. (eds) Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal. Segunda edición revisada y ampliada, pp. 173-228. Publicaciones y ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Carrasco, M.D., Olivera, R., 2008. Aplicación del método de ordenación por rodales en el monte “Pinar del Rey y Dehesilla”, T.M. San Roque (Cádiz). Cuadernos de la SECF 28: 67-72.
- Centro de la Propiedad Forestal. 2004. Manual de redacció de plans tècnics de gestió i millora forestal (PTGMF) i els plans simples de gestió forestal (PSG). Instruccions de redacció i l’inventari forestal. Departamento de Medio Ambiente, Generalitat de Cataluña.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302–1310.
- Constanza, R.; d’Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O’Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton, P.; ; van den Belt, M.; 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253 - 260.
- Crooks, K.R., Sanjayan, M. 2006. Connectivity Conservation. Cambridge University Press.
- Crow, T.R., Perera, A.H. 2004. Emulating natural landscape disturbance in forest management: an introduction. Landscape Ecology 19: 231-233.
- Dajoz, R. 2001. Entomología forestal: los insectos y el bosque. Papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. Mundiprensa, Madrid.
- Davis L.S., Johnson K.N, 1987. Forest management (3ª edición). McGraw-Hill Book Company. New York, 790 pp.
- Davis L.S., Johnson K.N, Bettinger P.S., Howard T.E., 2001. Forest management (4ª edición). McGraw-Hill Book Company. New York, 804 pp.
- de Benito, N., 1994. Ordenación de alcornocales. En Madrigal, A.: Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica ICONA, Madrid, pp. 267-285.
- de Benito, N., 2008. Evolución histórica del pensamiento dasocrático en ordenación de alcornocales. El caso de los montes de Cortes de la Frontera (Málaga). Cuadernos de la SECF 28: 73-78.
- Decocq, G., Aubert, M., Dupont, F., Alard, D., Saguez, R., Wattez-Franger, A., De Foucault, B., Delelis-Dusollier, A., Bardat, J. 2004. Plant diversity in a managed temperate deciduous forest: understory response to two silvicultural systems. Journal of Applied Ecology 41: 1065-1079.
- Díaz Balteiro, L., Oria de Rueda, J.A., Álvarez, A., 2003. Integración de la producción fúngica en la gestión forestal. Aplicación al monte “Urcido” (Zamora). Investigación

Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 12: 5-19.
- Diaz-Balteiro L., Romero C., 2008. Making forestry decisions with multiple criteria: A review and an assessment. Forest Ecology and Management, 255: 3222-3241.
- Drever, C.R., Peterson, G., Messier, C., Bergeron, Y., Flannigan, M. 2006. Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience? Canadian Journal of Forest Research 36: 2285-2299.
- Dubourdieu J., 1997. Manuel d'aménagement forestier. Offíce National des Foréts. Paris. 239 pp.
- Dubourdieu J., Prieto A., López Quero M., 1993. Manual de ordenación de montes. Editorial Paraninfo. Madrid, 261 pp.
- Duelli P., Obrist M.K. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. Agriculture, Ecosystems and Environment 98: 87-98.
- Duinker P.N., Nilsson S., Chipeta M.E., 1998. Las actividades forestales en favor del desarrollo sostenible y el suministro mundial de fibra. Unasylva, vol. 49, nº 193, pp. 3-10.
- Duvigneaud P., 1980. La synthèse écologique. Doin. Paris.
- Eriksson, S., Hammer, M. 2006. The challenge of combining timber production and biodiversity conservation for long-term ecosystem functioning: a case study of Swedish boreal forestry. Forest Ecology and Management 237: 208-217.
- EUROPARC-ESPAÑA. 2009. Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales (FUNGOBE). Madrid.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 34: 487-515.
- Falcor, 2007. Código andaluz de buenas prácticas suberícolas. Falcor, Sevilla.
- FAO, 1991. Ordenación sostenible de los bosques tropicales. Anexo F. Informe del Comité de Desarrollo Forestal en los Trópicos. 10–13 de diciembre de 1991. Roma.
- FAO, 1997. Situación de los bosques en el mundo. FAO, Roma.
- FAO/IUFRO, 1975. Comité conjunto de bibliografía y terminología forestales. Roma.
- Francis G., 1995. PI's perspective on sustainability. Eco-Nexas. Eco-Research Project Newsletter, Waterloo. Ontario, University of Waterloo: 4.
- FSC, 1999. Principle and criteria for Forest Stewardship. The Forest Stewardship Council. FSC.
- García, J.M. 1995a. Breve repertorio histórico de los orígenes de la ordenación de montes en España. Cuadernos de la SECF 1: 139-148.
- García, J.M. 1995b. Orígenes de la Ordenación de Montes en España: la Escuela de Prácticas Forestales de El Espinar (Segovia) y sus trabajos (1859-1862). Agricultura y Sociedad nº 74, 220-240.
- García, J.M., Madrigal, A., Allué, M., Barrio, J.M., Gordo, J., Martínez-Millán, J., Muñoz, F., Yagüe, S. 2000. Las Instrucciones Generales para la Ordenación de los Montes Arbolados de Castilla y León. En: Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela 4-9 de octubre de 1999. pp. 481-493.
- Garitacelaya, J., 2008. La sorprendente historia de cómo se disiparon y desvanecieron los métodos de ordenación de montes. Cuadernos de la SECF 27: 95-102.
- Gil-Tena, A., Brotons, L., Saura, S. 2009b. Influencia de las características, dinámica y gestión del bosque mediterráneo en la distribución de las aves forestales a escala de paisaje. Actas del 5º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.

- Gil-Tena, A., Saura, S., Brotons, L. 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management. Forest Ecology and Management 242: 470-476.
- Gil-Tena, A., Torras, O., Saura, S. 2008. Relationships between forest landscape structure and avian species richness in NE Spain. Ardeola 55: 27-40.
- Gil-Tena, A., Brotons, L., Saura, S. 2010. Effects of forest landscape change and management on the range expansion of forest bird species in the Mediterranean region. Forest Ecology and Management 259: 1338-1346.
- González del Tánago, M., García de Jalón, D., Lara, F., Garilletii, R. 2006. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. Ingeniería Civil 143: 97-108.
- González, J.M., Diéguez, U., Álvarez, J.G., Rojo, A. 2005. LiFOR: aplicación informática para el procesado de datos en inventarios forestales. Cuadernos de la SECF 19: 123-128.
- González-Doncel, I. 2004. ¿Son necesarias unas nuevas instrucciones de Ordenación de Montes? Actas del VII Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid, 22 a 26 de noviembre de 2004.
- González-Martínez, S.C., Burczyk, J., Nathan, R., Nanos, N., Gil, L., Alía, R. 2006. Effective gene dispersal and female reproductive success in Mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton). Molecular Ecology 15: 4577-4588.
- González-Molina, J.M., Piqué, M., Vericat, P. 2006. Manual de ordenación por rodales: gestión multifuncional de los espacios forestales. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, Fundación Biodiversidad y Fundació Territori i Paisatge. 205 pp.
- Grove, S.J. 2001. Extent and decomposition of dead wood in Australian lowland tropical rainforest with different management histories. Forest Ecology and Management 154: 35-53.
- Guinochet M., 1973. Phytosociologie. Masson. Paris.
- Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., Melic, A. (eds). 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías tercer milenio vol. 4. Zaragoza.
- Hannah, L., Midgley, G.F., Lovejoy, T., Bond, W.J., Bush, M., Lovett, J.C., Scott, D., Woodward, F.I. 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. Conservation Biology 16: 264-268.
- Harris, L.D. 1984. The fragmented forest. University of Chicago Press.
- Higman S., Bass S., Judd N., Mayers J., Nussbaum R., 1999. The sustainable forestry handbook. Earthscan Publications Ltf. London. 289 pp.
- Hof J., 1993. Coactive Forest Management. Academic Press. 189 pp.
- Holling C.S., (editor), 1978. Adaptive environmental assessment and management. Chichester. John Wiley and Sons. 377 pp.
- Huffel G., 1904. Economie Forestière. Tome premier. Lucien Laveur, Èditeur. Paris.
- Huffel G., 1907. Economie Forestière. Tome troisième. Lucien Laveur, Èditeur. Paris.
- Hunter, M.L. (ed.). 1999. Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge University Press.
- Hunter, M.L. 1990. Wildlife, forests and forestry: principles for managing forests for maintaining biodiversity. Prentice Hall.
- Jordán, E., Monreal, J.A., Casamayor, Mª.C., 2003. Influencia de la resinación en el crecimiento en altura y la esbeltez del pino pinaster en Sotos (Cuenca). Montes 72:8-15.
- Junta de Andalucía. 2004. Manual de Ordenación de Montes de Andalucía. Consejería

de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Koch, N.; Skovsgaard, J.P.; 1999. Sustainable management of planted forests: some comparisons between Central Europe and the United States. Ne-n, Forests. *17:* 1 122.
- Kupfer, J.A., Malanson, G.P., Franklin, S.B. 2006. Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. Global Ecology and Biogeography 15: 8-20.
- Landres, P.B., Verner, J., Thomas, J.W. 1988. Ecological use of vertebrate indicator species: a critique. Conservation Biology 2: 316-328.
- Lebreton P., Choisy J.P. 1991. Avifaune et altérations forestières. III. Incidences avifaunistiques des aménagements forestiers: substitutions Quercus/Pinus en milieu méditerranéen. Bulletin d'Ecologie 22: 213-220.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Botkin, D.B. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. Conservation Biology 14: 941-950.
- Lindenmayer, D.B., y Franklin, J.F. 2002. Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach. Island Press.
- Liñan, V. de (coordinador). 1998. Entomología agroforestal. Agrotecnia, Madrid. Muñoz López, C., Pérez Fortea, V., Cobos Suárez, P., Hernández Alonso, R. y Sánchez Peña, G. 2003. Sanidad forestal. Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los bosques. Mundi Prensa, Madrid.
- Loppi, S., Putorti, E., Signorini, C., Fommei, S., Pirintsos, A., de Dominicis, V. 1988. A retrospective study using epyphitic lychens as biomonitors of air quality: 1980 and 1996 (Tuscany, Central Italy). Acta Oecologica 19: 405-408.
- Lucas Borja, M.E., Del Cerro Barja, A., López Serrano, F., Andrés Abellán, M., García Morote, F.A., 2008. Ordenación histórica y nueva propuesta para la gestión forestal del M.U.P. Nº 106 "Los Palancares y Agregados" (Cuenca). Cuadernos de la SECF 28: 49-54.
- Mackay E., 1944. Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Primera parte. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid, 336 pp.
- Mackay, E., 1949. Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Segunda parte. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid, 768 pp.
- Madrigal, A., 1994. Ordenación de montes arbolados. Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica. ICONA. Madrid
- Marrugan, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Vedrà, Barcelona.
- Martín, J., 2003. La ordenación de montes con objetivos de conservación. Cuadernos de la SECF 15: 197-224.
- Martín-Queller, E., Gil-Tena, A., Saura, S. 2010. Species richness of woody plants in the landscapes of Central Spain: the role of management disturbances, environment and non-stationarity. Journal of Vegetation Science (en prensa).
- Martínez de Pisón, M., 1948. Defensa del Método denominado "Ordenar Transformando". Sección de Publicaciones de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes, Madrid.
- Martínez Peña, F., 2002. Producción y Aprovechamiento de Boletus edulis Bull. Fr. En un bosque de Pinus sylvestris L. Serie Técnica, Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.
- Martínez Peña, F., Gómez, R., Ortega, P., Cabezón, A., Francés, D. Hernández Fernández de Rojas, A., Sevillano, J.L., 2007. MICODATA: Sistema de información geográfica sobre la producción, aprovechamiento y ordenación del recurso micológico en Castilla y León. Montes 89: 10-18.

- Martínez, S., Sánchez, E., Cabrera, M., Fernández, M. 2001. Determinación de modelos de gestión forestal en montes mediterráneos: Instrucciones de Ordenación de Montes de Castilla-La Mancha. En: Montes para la Sociedad del Nuevo Milenio, Actas del III Congreso Forestal Español. Granada, 25 a 28 de septiembre de 2001. Mesa temática V. pp. 9-14.
- McComb, W., Lindenmayer, D. 1999. Dying, dead and down tres. En: Hunter, M.L. (ed.), Maintaining biodiversity in forest ecosytems, pp. 335-372. Cambridge University Press.
- McRae, B.H., Dickson, B.G., Keitt, T.H., Shah, V.B. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation. Ecology 10: 2712-2724.
- Meffe G.K., Nielsen L.A., Knight R.L., Schenborn D.A., 2002. Ecosystem management. Island Press. Washington, 313 pp.
- Menéndez, I. 2000. Estudio de los indicadores de biodiversidad y su aplicación en la ordenación de montes. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. Proyecto Fin de Carrera.
- Ministerio de Agricultura, 1971. Ordenación de montes arbolados. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid. 118 pp.
- Mitchell B., 1999. La gestión de los recursos y del medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 290 pp.
- Montero, G., Calama, R., Ruiz-Peinado, R., 2008. Selvicultura de *Pinus pinea* L. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 431-470.
- Montero, G., Candela, J.A., Rodríguez, A., 2003. El Pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía. Ecología, Distribución y Selvicultura. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Montero, G., Cañellas, I., 2003a. El alcornoque. Manual de reforestación y cultivo 2ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Montero, G., Cañellas, I., 2003b. Selvicultura de los alcornocales en España. Silva Lusitana 11: 1-19.
- Montero, G., López, E., 2008. Selvicultura de *Quercus suber* L. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 779-825.
- Montero, G., Madrigal, A. 1999. La Selvicultura y la Ordenación de Montes. En: Ciencias y Técnicas Forestales: 150 años de aportaciones de los ingenieros de montes. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid. pp. 23-32.
- Montero, G., Martín, D., Cañellas, I., Campos, P. 2003. Selvicultura y producción del alcornocal. En Pulido, F., Campos, P., Montero, G. (Coord.): La gestión forestal de las dehesas. Historia, ecología, selvicultura y economía. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón, Mérida, pp. 63-106.
- Montero, G., Yagüe, S., 1994. Ordenación de los pinares de pino piñonero (Pinus pinea L.). En Madrigal, A.: Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica ICONA, Madrid, pp. 287-297.
- Montero Santa Eugenia, E. 2008. Aplicación de la ordenación por rodales en Navarra: experiencias y valoraciones. Cuadernos de la SECF 27: 21-28.
- Moreno, J.R. 1994. El Monte Público en La Rioja durante los siglos XVIII y XIX: aproximación a la desarticulación del régimen comunal. Consejería de Medio Ambiente, Gobierno de La Rioja.
- Munné A., Prat, A., Solà, C., Bonada, N., Rieradevall, M. 2003. A simple field method for

assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. Aquatic Consevation: Marine and Freshwater Ecosystems 13: 147-163.
- Munné, A., Solá, C., Prat, N. 1998a. QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del Agua 175: 20-37.
- Munné, A., Sola, C., Rieradevall, M., Prat, N. 1998b. Índice QBR. Método para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Estudios de la calidad ecológica de los ríos 4. Área Medio Ambiente, Diputación de Barcelona.
- Naciones Unidas, 1992. Cumbre para la Tierra: Resumen de Prensa del Programa 21. New York. 42 pp.
- Neira M., Martínez Mata F., 1968. Terminología forestal. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- Newton, A.C., Kapos, V. 2002. Biodiversity indicators in national forest inventories. Unasylva 53, 210.
- Niemelä, J. 1999. Management in relation to disturbance in the boreal forest. Forest Ecology and Management 115: 127-134.
- Niemelä, J. 2001. The utility of movement corridors in forested landscapes. Scandinavian Journal of Forest Research 16: 70-78.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355-364.
- Obon, B., Piqué, M., Saura, S. 2006. Manual d'ús del relascopi Bitterlich per a l'inventari forestal. Centro de la Propiedad Forestal, Generalitat de Cataluña. http://mediambient.gencat.net/Images/43_117552.pdf.
- Odum E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164, pp. 262–270.
- Odum E.P., 1971. Fundamentals of ecology. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- Olazabal L., 1883. Ordenación y Valoración de montes. Imprenta de Moreno y Rojas. Madrid, 511 pp.
- Opdam, P., Wascher, D. 2004. Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. Biological Conservation 117: 285-297.
- Oria de Rueda, J.A., de la Parra, B., Olaizola, J., Martín, P., Martínez de Azagra, A., Álvarez, A., 2008. Selvicultura micológica. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 833-860.
- Ortega-Martínez, P., Martínez Peña, F., 2008. A sampling method for estimating sporocarps production of wild edible mushrooms of social and economic interest. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 17: 228-237.
- Palik, B., Engstrom, R.T. 1999. Species Composition. En: Hunter, M.L. (ed.), Maintaining biodiversity in forest ecosytems, pp. 65-94. Cambridge University Press.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M.L., Toro, M., Vidal-Abarca, M.R. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica 21: 115 - 133.
- Pascual-Hortal, L., Saura, S. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology 21: 959-967.
- Pascual-Hortal, L., Saura, S. 2008a. Integración de la conectividad ecológica de los bosques en los instrumentos de planificación forestal a escala comarcal y regional:

propuesta metodológica y nueva herramienta de decisión. Montes, Revista de Ámbito Forestal 94: 31-37.
- Pascual-Hortal, L., Saura, S. 2008b. Integrating landscape connectivity in broad-scale forest planning through a new graph-based habitat availability methodology: application to capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Catalonia (NE Spain). European Journal of Forest Research 127: 23-31.
- Pearce D.W., Turner R.K, 1995. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Celeste Ediciones. Colegio de Economistas de Madrid. Madrid, 448 pp.
- Pérez-Soba, I. 2006. Catalogación, deslinde y amojonamiento de montes de utilidad pública. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., Meaney, J.J., O'Neil, J.A.S., Onsi, D.E., Corzilius, D.B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. Bioscience 42: 354-362.
- Prieto A.; Ferrando J.; Sáez A.; Bernardi, P.; 1991. 9ª Revisión del Proyecto de Ordenación y Plan Especial Monte nº 198 "Pinar de Navafría". ETSI Montes, Madrid.
- Prieto, A. (Dir.), 2004. Proyecto de ordenación del monte "Pinar del Común, Pinar de Propios y Valdeoliva", nº 4 del C.U.P. perteneciente al término municipal de Almorox (Toledo). Laboratorio de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria. ETS Ingenieros de Montes, Madrid (inédito).
- Prieto, A., Díaz Balteiro, L., Hernández Rubio, M., 2005. Ordenación de montes de *Pinus nigra*. En: Grande Ortiz, Mª.A., García Abril, A. (Coord.). Los Pinares de Pinus nigra Arn. en España: Ecología, Uso y Gestión. Fundación Conde del Valle Salazar, Madrid.
- Prieto, A., Díaz-Balteiro, L. 2001. El papel de las ordenaciones históricas ante la inclusión de nuevos métodos de ordenación forestal. Actas de la III Reunión Sobre Evolución de Ordenaciones Históricas. Cuadernos de la SECF 11: 119-124.
- Prieto, A., Díaz-Balteiro, L., Sáiz de Omeñaca, J.A. 2008. Valoración de daños en bosques de ribera. CEDEX. Ministerio de Fomento.
- Prieto, A., Sáiz, J.A., Hernández, M., Vega, E. 2008. Ordenación de montes y gestión forestal: evolución y nuevas tendencias. Foresta 40: 32-45.
- Prieto, A.; 2000. Evolución de la ordenación de montes en España hasta el año 1986. Documento interno. Laboratorio de Dasometría, Ordenación de Montes y Valoración Agraria, ETS Ingenieros de Montes, Madrid.
- Pulliam, H.R. 1988. Sources, sinks and population regulation. American Naturalist 132: 652-661.
- Rameau J.C., Gauberville C., Drapier N., 2000. Gestion forestière et diversité biologique. Institut pour le developpement forestier. Paris, 119 pp.
- Ray, N. 2005. PathMatrix: a GIS tool to compute effective distances among samples. Molecular Ecology Notes 5: 177-180.
- Reid W., Barber C., Miller K., (autores), Courrier K., (editor), 1992. Global biodiversity strategy: guidelines for action to save study and use Earth's biotic wealth sustainably and equitably. Washington, D.C., WRI/UICN/PNUMA-FAO/UNESCO, 244 pp.
- Robak, T.; Vila, C.; 1999. Aplicación de la tecnología ¡fms en la gestión forestal sostenible y ordenación de montes. Curso: Selvicultura del siglo XXI: Certificación Forestal. CENEAM, Valsaín, Segovia.
- Roberts, M.R., Gilliam, F.S. 1995. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management. Ecological Applications 5: 969-977.

- Robredo, F. y Cadahía, D. 1992. Protección contra las enfermedades e insectos forestales. Bol. San. Veg. Plagas, 18: 555-567.
- Rodríguez Soalleiro, R., Serrada, R., Lucas, J.A., Alejano, R., del Río, M., Torres, E., Cantero, A. 2008. Selvicultura de *Pinus pinaster* Ait. subsp. *mesogeensis* Fieschi & Gaussen. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 399-430.
- Rodríguez, A., Vargas, A., Delibes, M. 2007. Componentes de una estrategia para la conservación del lince ibérico. En: Camprodon, J., Plana, E. (eds), Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal. Segunda edición revisada y ampliada, pp. 569-584. Publicaciones y ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Rojo, A., Montero, G., 2005. Aproximación al método selvícola: una alternativa para la ordenación de montes en zonas protectoras o protegidas. IV Congreso Forestal Zaragoza.
- Romero C., 1993. Economía forestal: Reflexiones desde la Perspectiva del Uso Multiple del Bosque. Congreso Forestal Español. Lourizán (Pontevedra). Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Romero, C.; 1997: Economía de los Recursos Ambientales y Naturales, 2ª Ed. Alianza Editorial, Madrid.
- Romme W.H., Despain D.G., 1990. Los Incendios de Yellowstone. Investigación y Ciencia, enero, pp. 6-17.
- Ruiz Dana J.M., 1993. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y Comunicaciones. Tomo IV, pp. 9–13.
- Salwasser H., Maccleer D.W., Snellgrove T.A, 1995. Nuevas perspectivas para la ordenación del sistema forestal estadounidense. En Sistemas de realización de la ordenación forestal sostenible. Estudio FAO Montes 122. FAO. Roma, pp. 257–292.
- San Miguel, A., 1994a. Ordenación de la dehesa. En: Madrigal, A. Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica ICONA, Madrid, pp. 299-311.
- San Miguel, A., 1994b. La Dehesa Española. Origen, Tipología, Características y Gestión. Fundación Conde del Valle Salazar, Madrid.
- San Miguel, A., 2008. Fruticeticultura. Gestión de arbustedos y matorrales. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 877-907.
- Santos, T., Tellería, J.L. 1998. Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los vertebrados de las mesetas ibéricas. Serie Técnica. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente.
- Saura, S. 2008. Evaluating forest landscape connectivity through Conefor Sensinode 2.2. En: Lafortezza, R., Chen, J., Sanesi, G., Crow, T.R. (eds), Patterns and Processes in Forest Landscapes: Multiple Use and Sustainable Management. pp. 403-422. Springer.
- Saura, S. 2009. Del rodal al paisaje: un cambio de escala, nuevas perspectivas para la planificación y ordenación forestal. Ponencia invitada de la Mesa Temática 8 (Monte paisaje y territorio: planificación y ordenación forestal). Actas del 5º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Saura, S., Pascual-Hortal, L. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. Landscape and Urban Planning 83: 91-103.
- Saura, S., Rubio, L. 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. Ecography 33: 523-527.

- Saura, S., Torné, J. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. Environmental Modelling and Software 24: 135-139.
- Schlaepfer, R. Elliot, C., 2000. Ecological and landscape considerations in forest management–the end of forestry? En Sustainable forest management. Edited por Gadow, K. Von, T. Pukkala y M. Tomé. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, pp. 1–67.
- Schlaepfer, R., A. Schuler, 1987. Cours "Amenagements des Forêts I - IV". IRFB, EPFZ.
- Schlesinger W.H., 1989. Discussion: ecosystem structure and function. En J. Roughgarden, R., May, y S.A. Levin. Perspectives in ecological theory. Princeton University Press, Princeton: pp. 268–274.
- Schumann, M.E., White, A.S., Witham, J.W. 2003. The effects of harvest-created gaps on plant species diversity, composition, and abundance in a Maine oak-pine forest. Forest Ecology and Management 176: 543-561.
- Sedjo R.A., 1996. Toward an operational approach to public forest management. Journal of Forestry, august, pp. 24-27.
- Seip H.K., 1996. Forestry for human development: a global imperative. Oslo, Scandinavian University Press.
- Selva, M., Reyes, J., 1997. Forestación con especies de crecimiento rápido. Aplicación a la provincia de Albacete. En: Orozco, E., Monreal J.A. (eds.) Forestación en Tierras Agrícolas. Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha, Cuenca.
- Serrada, R., 2004. Apuntes de Selvicultura. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
- Serrada, R., San Miguel, A. 2008. Selvicultura en dehesas. En: Montero, G., Serrada, R., Reque, J.A. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 861-876.
- Serrano, M. 1994. Métodos de ordenación en pinares en resinación. En Madrigal, A.: Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica ICONA, Madrid, pp. 255-265.
- Seymour, R., Hunter, M. 1999. Principles of ecological forestry. En: Hunter, M.L. (ed.), Maintaining biodiversity in forest ecosystems, pp. 22-64. Cambridge University Press.
- Simberloff, D., Farr, J.A., Cox, J. Melham, D.W. 1992. Movement corridors: conservation bargains or poor investment? Conservation Biology 6: 493-504.
- Soille, P., Vogt, P. 2009. Morphological segmentation of binary patterns. Pattern Recognition Letters 30: 456-459.
- Spurr H.S., 1979. Silvicultura. Investigación y Ciencia, abril, pp. 52-63.
- Sterling, A. 1996. Los sotos: refugio de vida silvestre. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Sánchez-Montoya, M.M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Jáimez-Cuéllar, P., Munné, A., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Salinas, M.J., Toro, M., Vivas, S. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. Limnetica 21: 135 – 148.
- Tansley A.G., 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 16, pp. 284–307.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos 68: 571-573.
- Tischendorf, L., Fahrig, L. 2000. How should we measure landscape connectivity? Landscape Ecology 15: 633-641.
- Torras, O., Martín-Queller, E., Saura, S. 2009. Relating landscape structure, environment

and management to forest biodiversity indicators estimated from forest inventory data in Catalonia (NE Spain). Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales 18: 322-337.
- Torras, O., Saura, S. 2008. Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. Forest Ecology and Management 255: 3322-3330.
- Urban, D., Keitt, T. 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. Ecology 82: 1205-1218.
- Van Wagner, C.E. 1978. Age-class distribution and the forest fire cycle. Canadian Journal of Forest Research 8: 220-227.
- Varios autores. 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Varios autores. 1992 (segunda edición corregida). Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Vericat, P., Piqué, M., 2008. La ordenación por rodales en Cataluña: algunas experiencias y valoraciones. Cuadernos de la SECF 28: 29-34.
- Voces, R., Díaz Balteiro, L., Alfranca, O., 2009. Caracterización de la demanda de *Lactarius deliciosus* en España. V Congreso Forestal Español, Ávila.
- Vogt, P., Riitters, K.H., Iwanowski, M., Estreguil, C., Kozak, J., Soille, P. 2007. Mapping landscape corridors. Ecological Indicators 7: 481–488.
- von Gadow, K., Nagel, J. and Saborowski, J., 2002. Continuous Cover Forestry. Assessment, Analysis, Scenarios. Kluwer, Dordrecht.
- Walters C., 1986. Adaptive management of renewable resources. Macmillan. New York.
- White, P.S. 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. Botanical Review 45: 229-299.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21: 213–251.
- Wigley, T.B., Roberts, T.H. 1997. Landscape-level effects of forest management on faunal diversity in bottomland hardwoods. Forest Ecology and Management 90: 141-154.
- Ximénez de Embún, J., 1961. El Monte Bajo. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Madrid.

Sierras de Sevilleja de la Jara (Toledo)

PUBLICACIONES:

Información forestal:

Los montes en Castilla-La Mancha.
Estructura de la propiedad forestal en Castilla-La Mancha.

Serie Catalogo de Montes de Utilidad Pública:

Catálogo de Montes de Utilidad de la Provincia de Albacete.
Catálogo de Montes de Utilidad de la Provincia de Ciudad Real.
Catálogo de Montes de Utilidad de la Provincia de Cuenca.
Catálogo de Montes de Utilidad de la Provincia de Guadalajara.
Catálogo de Montes de Utilidad de la Provincia de Toledo.

Serie Forestal:

Nº 1.- El Pinus nigra Arn, en la Serranía de Cuenca: Estudio sobre la regeneración natural y bases para su gestión.
Nº 2.- Estudio sobre la influencia de la intensidad de poda en Pinua halepensis Mill sobre diversos parámetros morfológicos, fisiográficos y biológicos.
Nº 3.- Gestión Forestal Sostenible en Castilla-La Mancha.
Nº 4.- Repoblación Forestal: Forestación de Tierras Agrarias.
Nº 5.- Plan de Aprovechamiento de la Masa Forestal Residual de Castilla-La Mancha: Experiencias del primer año de gestión.
Nº 6.- Proceso de revisión del Catálogo de Montes de Utilidad Pública en Castilla-La Mancha.
Nº 7**.-** Los Palancares y Agregados: 111 años de gestión forestal sostenible.

Serie Vías Pecuarias:

Nº 1.- Manual para la Clasificación, Deslinde y amojonamiento de Vías Pecuarias en Castilla-La Mancha.

Serie Técnica: La Salud de los bosques:

Nº 1.- La Seca: Decaímiento y Muerte del género *Quercus* en la Comunidad de Castilla-La Mancha.
Nº 2.- La procesionaria del pino *(Thaumetopoea pityocampa den. & Schif.)*: Manual para la evaluación de los niveles de infestación en rodales de seguimiento en Castilla-La Mancha).
Nº 3.- Control de la población de *Ips sexdentatus* en el área afectada por el incendio del Rodenal.
Nº 4.- Principales escolítidos de coníferas en castilla-La Mancha.

Serie Técnica: La Caza y la Pesca:

Nº 1.- Guía de peces y cangrejos de Castilla-La Mancha.

FEADER

Castilla-La Mancha

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO