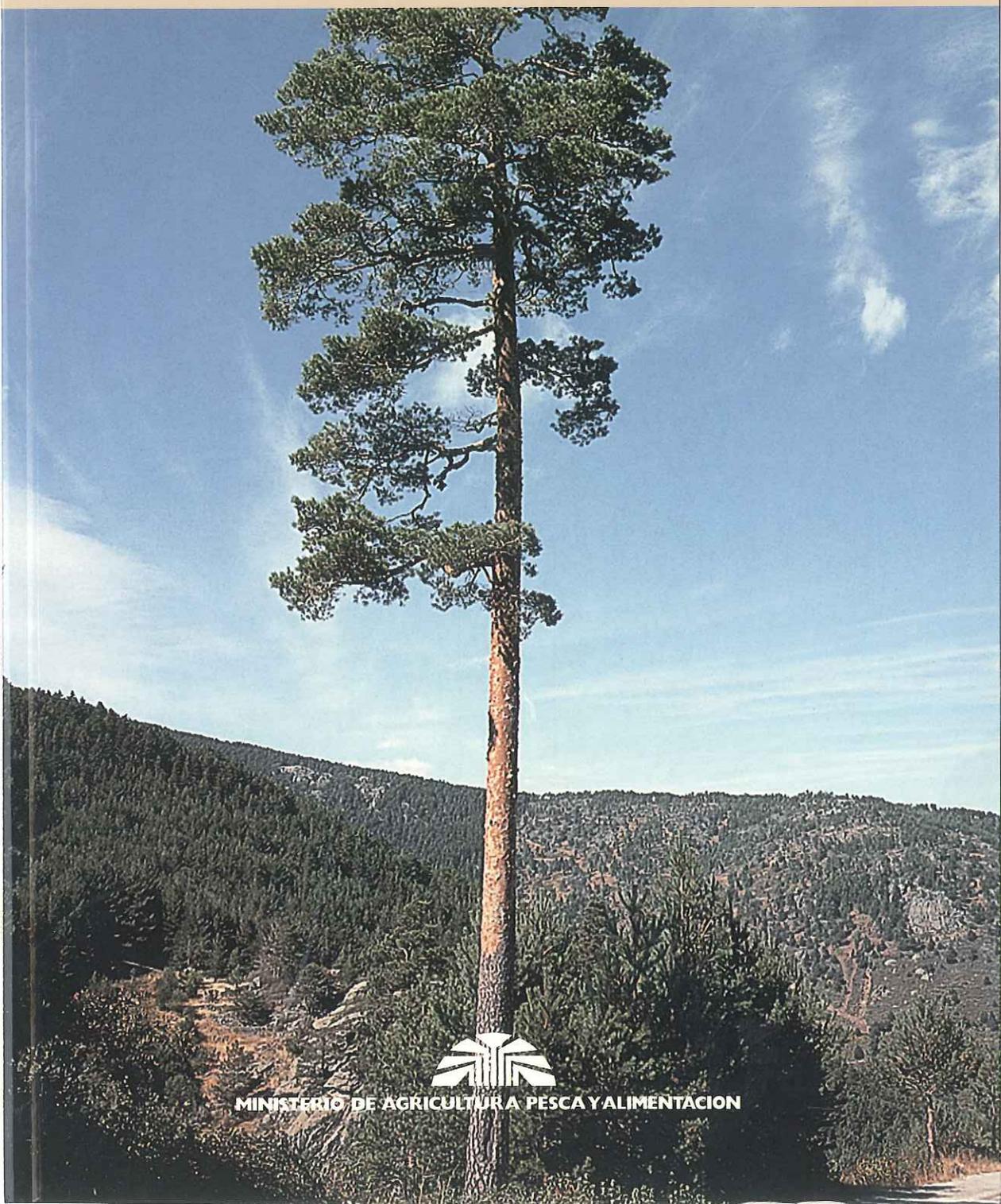


EL PINO SILVESTRE EN LA SIERRA DE GUADARRAMA

ALBERTO ROJO Y ALBORECA • GREGORIO MONTERO GONZÁLEZ



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION



**EL PINO SILVESTRE
EN LA SIERRA
DE GUADARRAMA**

**HISTORIA Y SELVICULTURA DE LOS PINARES
DE CERCEDILLA, NAVACERRADA Y VALSAIN**

**Alberto Rojo y Alboreca
Gregorio Montero González**

© Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Imprime: V.A. Impresores

Publicaciones del:



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

SECRETARIA GENERAL TECNICA

CENTRO DE PUBLICACIONES

Paseo de la Infanta Isabel, 1 - 28071 Madrid

NIPO: 251-96-044-0

ISBN: 84-491-0203-0

Depósito legal: M-31882-1996

*A ALMUDENA Y CARLOS
A NUESTRAS FAMILIAS*



PRESENTACION

En este libro procedente de una investigación desarrollada dentro del Área de Selvicultura y Mejora Forestal del CIFOR-INIA, se analizan los factores climáticos, edáficos, fisiográficos y de vegetación del pino silvestre en España, profundizando en el que puebla la Sierra de Guadarrama y con mayor concreción en las masas de los montes de Valsaín, Cercedilla y Navacerrada. En estos últimos, se estudia con detalle la evolución histórica de la propiedad, gestión e influencia de la puesta en marcha, a principios de siglo, de los proyectos de ordenación.

También se analizan los factores que afectan a la regeneración natural y artificial, especialmente los relativos a métodos de cortas y a la investigación española sobre la misma.

Además del interés de lo ya comentado, tiene especial relevancia, por su carácter científico y práctico, y como objetivo fundamental del trabajo, la obtención de tablas de producción de selvicultura variable para dichos pinares, ya que son un instrumento de gran utilidad para una adecuada gestión y planificación de los mismos. En efecto, dichas tablas permiten aplicar una selvicultura racional, mediante los tratamientos de claras y cortas adecuados, según las diferentes calidades de masa, a fin de obtener los productos finales e intermedios deseados.

Este libro, que obtuvo el primer accésit en la modalidad científico-tecnológica dentro de la XXIII convocatoria del Premio Nacional de Publicaciones Agrarias, Pesqueras y Alimentarias, se ha elaborado con una sólida base documental, precisión y claridad, y tiene un gran interés desde los puntos de vista productivo, ecológico y social.

Por todo ello, es para mi motivo de gran satisfacción el hacer la presentación de esta obra fruto del trabajo que se realiza en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

EL DIRECTOR GENERAL DEL INIA
JESÚS MIRANDA DE LARRA Y ONÍS

INDICE

	<i>Páginas</i>
NOTA DE LOS AUTORES	13
PROLOGO	15
I. INTRODUCCION	19
II. EL PINO SILVESTRE	21
DESCRIPCION	21
DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PALEOGEOGRAFIA	24
CLIMATOLOGIA	27
EDAFOLOGIA	29
VEGETACION	29
TAXONOMIA, SISTEMATICA, VARIEDADES Y REGIONES DE PROCEDENCIA	30
ENFERMEDADES Y PLAGAS	32
SELVICULTURA DE LA ESPECIE	33
Cortas de regeneración	33
Cuidados culturales al regenerado	35
Clareos	35
Claras	36
Crecimiento y producción	36
III. LA SIERRA DE GUADARRAMA	39
SITUACION Y LIMITES	40
GEOLOGIA	42
CLIMA	45
SUELOS	46
VEGETACION	48
MONTES DE PINO SILVESTRE EN LA SIERRA DE GUADARRAMA ...	52
EL «DESCUBRIMIENTO» DEL GUADARRAMA	58

IV. DESCRIPCION DE LOS MONTES DE VALSAIN, CERCEDILLA Y NAVACERRADA	63
1. LOS PINARES DE CERCEDILLA Y NAVACERRADA	63
Estado legal	63
Reseña orográfica e hidrográfica	65
Esquema actual de la ordenación	67
El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares	68
2. EL PINAR DE VALSAIN	68
Estado legal	68
Reseña orográfica, hidrográfica y litológica	70
Esquema actual de la ordenación	72
El «Pinar de la Aceveda»	73
V. ANALISIS HISTORICO	75
1. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA EXISTENCIA Y EXTENSION HISTORICA DE LAS MASAS DE PINO SILVESTRE EN LA SIERRA DE GUADARRAMA	75
2. LOS PINARES DE CERCEDILLA Y NAVACERRADA	78
Evolución histórica de la propiedad	78
Aprovechamientos y gestión durante el Antiguo Régimen	84
Estado de los montes antes de la ordenación. Los planes provisionales de aprovechamientos	86
La ordenación	91
Los proyectos de ordenación y sus revisiones	91
Influencia de la puesta en marcha de la ordenaciones	98
División dasocrática, tratamientos selvícolas y métodos de ordenación	99
Evolución del número de pies y de las existencias	102
Aprovechamientos realizados y posibilidad	104
Conclusiones	106
3. EL PINAR DE VALSAIN	107
Evolución histórica de la propiedad	107
Aprovechamientos y gestión durante el Antiguo Régimen	112
Estado del monte antes de la ordenación	124
La ordenación	125
Los proyectos de ordenación	125
Influencia de la puesta en marcha de la ordenación	128
División dasocrática, tratamientos selvícolas y métodos de ordenación	128
Evolución del número de pies y de las existencias	130
Aprovechamientos realizados y posibilidad	131
Conclusiones	133

VI. REGENERACION NATURAL	135
REGENERACION NATURAL Y ARTIFICIAL	135
FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACION NATURAL	138
Factores naturales o intrínsecos	138
La luz	139
El suelo	142
La topografía	145
La humedad	145
La temperatura	145
La competencia	145
Factores antrópicos o extrínsecos	146
Los métodos selvícolas de cortas de regeneración	147
Errores y dificultades en la aplicación del método de cortas por aclareos sucesivos	149
El pastoreo	152
LA INVESTIGACION SOBRE REGENERACION NATURAL EN ESPAÑA	154
VII. CRECIMIENTO Y PRODUCCION	157
1. TABLAS DE PRODUCCION. GENERALIDADES	157
Utilidades de las tablas de producción	158
Evolución y tipos de tablas de producción	158
Tablas de producción españolas	160
Principales tablas de producción para Pino Silvestre en el extranjero ..	162
2. RESUMEN DE LA METODOLOGIA UTILIZADA PARA ELABORAR UNAS TABLAS DE PRODUCCION PARA LOS PINARES DE VALSAIN, CERCEDILLA Y NAVACERRADA	163
3. MATERIAL Y METODOLOGIA DE LA TOMA DE DATOS	163
Criterios para la selección de parcelas	163
Preselección de las parcelas	164
Fase inicial de prospección en campo	164
Fase de toma masiva de datos en campo: replanteo e inventario de las parcelas	165
Replanteo de las parcelas: forma y tamaño	166
Toma de datos en las parcelas	167
Identificación de la parcela	167
Descripción general de la zona y caracterización de la masa	167
Inventario diamétrico	167
Determinación y medición de la muestra de árboles tipo	168
Selección y medición de la muestra de árboles dominantes	169

Análisis de tronco	169
Muestra complementaria de árboles tipo para comprobación de las curvas de calidad	171
Datos obtenidos de los proyectos de ordenación	172
4. ELABORACION DE LOS DATOS	173
Depuración y elaboración de los datos de las parcelas semipermanentes ..	173
Análisis de tronco	175
Elección de los radios para medir crecimientos radiales	175
Medición y elaboración de los datos del análisis de tronco	176
Medición y elaboración de los datos de la muestra complementaria de árboles tipo	176
5. CALIDAD DE LA ESTACION	176
Construcción de un modelo de calidad de la estación	179
Datos de partida	179
Modelos ensayados	183
Modelo de Bailey y Clutter	183
Modelo de Richards	187
Modificación del modelo de Richards: Modelo de García	192
Modelo de Hossfeld	195
Modelo de calidad de la estación adoptado: ajuste de la ecuación de Richards a las calidades extremas	199
Asignación de calidad a las parcelas	204
Comparación con otros modelos de calidad de estación para Pino Silvestre ..	206
6. ECUACIONES DE CUBICACION, DE CRECIMIENTO CORRIENTE Y DE PORCENTAJE DE CORTEZA	210
Ecuaciones de cubicación	210
Ecuaciones de crecimiento corriente y de porcentaje de corteza	212
7. CALCULO DE VALORES MEDIOS Y EXISTENCIAS DE LAS PARCELAS	213
Determinación de la edad media	213
Determinación de la altura y diámetro dominantes	214
Cálculo del número de pies	215
Cálculo del área basimétrica	215
Diámetro medio cuadrático	215
Alturas medias	215
Cálculo del volumen aprovechable. Tarifas de cubicación por calidades ..	216
Cálculo del crecimiento corriente anual. Tarifas por calidades	217
Cálculo del porcentaje de corteza. Tarifas por calidades	218
8. RELACIONES FUNDAMENTALES	218
Datos utilizados	218
Primera relación fundamental: $H_0 = f(t)$	219

Segunda relación fundamental: $H_m = f(H_o)$	219
Tercera relación fundamental: $N = f(H_o)$	219
Cuarta relación fundamental: $Dg = f(H_o, N)$	220
Quinta relación fundamental: $V = f(G, H_o)$	221
Conclusión	221
9. CARACTERIZACION DE LAS MASAS	222
Edad	223
Altura dominante	223
Altura media	223
Número de pies	223
Diámetro cuadrático medio	224
Area basimétrica	224
Volumen	224
Tablas de caracterización de las masas	224
Comentarios	227
10. SELVICULTURA PROPUESTA	231
Tipo de claras	231
Peso de las claras	233
11. TABLAS DE SELVICULTURA DE REFERENCIA	236
Edad y altura dominante	236
Masa principal antes de la clara	237
Masa extraída	237
Masa total	238
Crecimientos de la masa total	238
Tablas de producción de selvicultura de referencia	238
12. COMENTARIOS A LAS TABLAS DE SELVICULTURA DE REFERENCIA	249
Utilización práctica de las tablas de producción	249
Clasificación de la clase de calidad de un rodal o una masa	249
Estimación de volúmenes y crecimientos	249
Cuantificación del peso de las claras propuestas en las tablas mediante el índice de Hart-Becking	250
Turnos de máxima renta en especie	252
Turno tecnológico	254
Esquema de la selvicultura a aplicar en función del régimen de claras ...	254
BIBLIOGRAFIA	257
ANEXO 1	269
ANEXO 2	277
ANEXO 3	283
ANEXO 4	289

NOTA DE LOS AUTORES

Este libro es el resultado de seis años de trabajo (1989-1994), desarrollados en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, dentro del Departamento de Sistemas Forestales (actualmente transformado en el Área de Selvicultura y Mejora Forestal del Centro de Investigaciones Forestales, CIFOR-INIA).

La investigación en la que se basa el texto se llevó a cabo dentro del proyecto INIA 8140 «Estudio de los principales problemas selvícolas de los pinares españoles (claras, tablas de producción, regeneración e indicadores de calidad)». También se contó con financiación a través de una beca del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, durante los años 1989 a 1992.

Los trabajos enmarcados en dicho proyecto dieron lugar, entre otras publicaciones, a una tesis doctoral, que fue defendida y aprobada en septiembre de 1994 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid, y que es el origen de este libro.

Sería injusto no agradecer a todo el personal del Área de Selvicultura y Mejora Forestal del CIFOR-INIA su ayuda, puesto que prácticamente todos colaboraron, de una forma u otra, en alguna de las fases de este trabajo. La lista de todos ellos resultaría muy larga; sin embargo, no queremos dejar de mencionar a Ricardo Alía, que nos asesoró en todo lo referente a la estadística, nos simplificó la tediosa fase de cálculos y realizó precisas correcciones del texto. Y a Jesús de Miguel, que nos ayudó en la colaboración de algunas figuras y mapas.

También hemos de agradecer al Centro de Montes de Valsaín (ICONA), y muy especialmente a Javier Donés, su ayuda y colaboración, así como las facilidades para la realización de los trabajos de campo.

Igualmente, a Juan Vielva, de la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, su cooperación en lo que se refiere a los montes de Cercedilla y Navacerrada.

Resulta necesario reconocer que todo el estudio histórico que se presenta no habría podido realizarse sin la colaboración de Carlos M. Manuel, que nos ha cedido y ayudado a analizar una gran parte de la información que él mismo ha recogido en distintos archivos y bibliotecas.

Finalmente, queremos agradecer especialmente a Almudena Pérez su apoyo en este trabajo, puesto que además de colaborar en la elaboración de las tablas y de la bibliografía, ha corregido las diferentes pruebas del texto.

LOS AUTORES

PROLOGO

La lectura pausada de este libro me ha suscitado, al concluir alguno de sus capítulos, un interrogante: ¿cuánto tiempo se tarda en gestar un libro como éste? Una respuesta fugaz, y consecuentemente simplista, aparecería rápida en mi soliloquio. Hace varios meses –me respondía– los autores se sentaron ante unas cuartillas en blanco, es decir, ante una pantalla de ordenador, y hoy está aquí un texto listo para su envío a la imprenta.

Pero al avanzar en la lectura, y sobre todo al retroceder para releer muchas páginas, las respuestas dejaron de ser sencillas y empezaron a complicarse. Es evidente que los autores, Alberto Rojo y Gregorio Montero, necesitaron un periodo de tiempo suficiente para establecer el dispositivo experimental, y de otro más largo para desarrollar, fundamentar y discutir la investigación que presentan. Se iba formando así el libro, muy sólidamente asentado, pero quizás sin ninguna página definitivamente.

La búsqueda de la rica documentación que contiene el texto, y singularmente la realizada sobre la «literatura gris» de los diferentes Proyectos y Revisiones de Ordenación de los pinares de Cercedilla, Navacerrada y Valsaín, ha supuesto también una tarea larga, por concienzuda, y previa a la escritura.

Se ha empleado –pensaba yo al concluyendo, con el libro, mi secuencia de preguntas y respuestas– un largo tiempo para revisar la información previa, analizarla, disponer la base experimental, tomar y procesar los datos, elaborar la investigación, discutir y presentar resultados, y proponer recomendaciones. Pero –continuaba con mi razonamiento– ha habido un tiempo anterior a todos estos procesos, un tiempo impreciso, de maduración de ideas. Ideas y reflexiones, fruto de la formación científica y técnica de los autores, que se reflejan en las páginas de «El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama. Historia y selvicultura de los pinares de Cercedilla, Navacerrada y Valsaín», que hoy me honro en prologar.

Larga es la experiencia forestal de Gregorio Montero, sobre todo en investigación. Dilatada es también su trayectoria, que ha recorrido toda la escala técnica de la profesión, y ha desembocado, ya hace años, en su buen hacer investigador en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, y en su labor docente para la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid, como director de tesis doctorales. Intensa es la experiencia forestal de Alberto Rojo. Desde el curso académico 1987-88, cuando fui director de su proyecto fin de carrera hasta ahora, ha gestionado montes, enseñado Dasometría, investigado en Selvicultura y, desde hace poco, enseña Or-

denación de Montes en Lugo. Fecunda ha sido la colaboración, durante estos últimos años en el Area de Selvicultura y Mejora del CIFOR-INIA, entre Alberto y Gregorio, uno de cuyos frutos es este trabajo. Por todo ello no es extraño que las páginas del mismo estén impregnadas del modo de ver los montes, de percibir su necesaria gestión selvícola.

Yo recomendaría al lector que se detenga a leer y releer algunas de las ideas claves que contiene el libro y que se presentan sencillas, casi escondidas, en el texto. Así, cuando al concluir sus comentarios sobre las ordenaciones de los pinares de Cercedilla y Navacerrada advierte sobre la injustificada tendencia actual de proscribir los aprovechamientos maderables, permitiendo por el contrario un pastoreo totalmente descontrolado en el tiempo y en el espacio. Y ello en el marco de una denominada ordenación integral. Certero es su diagnóstico sobre estos ecosistemas forestales fuertemente antropizados cuando indican que sería más adecuado regular las actividades de pastoreo y de recreo, y no limitarse a restringir los tratamientos selvícolas de cortas, que durante casi cien años de aplicación han demostrado ser compatibles con la existencia de la masa forestal; y han contribuido notablemente a su mejora.

Considero también la importancia de su aviso sobre el error que se está cometiendo en otras latitudes, cuando al replantarse selviculturas monofuncionales, se identifican los métodos de cortas «más naturales» (entresacas, aclareos) con objetivos medioambientales, y los métodos más intensivos con posturas productivistas. Esta tendencia supone, al menos, una peligrosa y maniquea simplificación, que olvida que la elección de unos u otros tipos de cortas están condicionados por los temperamentos de las especies, sus pautas de autorrenovación y por las limitaciones del medio biofísico.

El libro se inicia con una revisión de la autoecología y de la selvicultura de la especie, con expresa referencia a España. Sigue una descripción de la Sierra de Guadarrama, su geografía y su historia.

Los pinares de Cercedilla y Guadarrama, montes de utilidad pública, y el pinar de Valsaín, en la vertiente segoviana de la Sierra, son objeto de un minucioso estudio que comprende desde sus reseñas geográficas, a sus últimos Proyectos de Ordenación, pasando por unos completos análisis de sus marcos legales, la historia de sus aprovechamientos y los episodios actuales de presión social.

Se dedica un capítulo completo a la revisión de la problemática de la regeneración natural, ligada a los tratamientos selvícolas de corta, concluyéndose con un importante listado de carencias en investigación.

El núcleo del trabajo es un riguroso estudio sobre modelos selvícolas y su aplicación a las masas de la zona estudiada. Pero el rigor científico de algunos de los modelos propuestos, como el modificado de Richards para el establecimiento de calidades de la estación, hace pensar seriamente en su validez para todo el área española de pino silvestre.

Se estudia y cuantifica adecuadamente la selvicultura practicada y se proponen unas selviculturas de referencia basadas en una minuciosa búsqueda de simuladores, que concluyen en la adopción, con éxito, de la relación entre volúmenes del árbol medio extraído y el del árbol de la masa principal antes de la clara. Este indicador, que Johnston propuso en 1967 para establecer la frontera entre claras altas y bajas, demuestra ser un eficaz instrumento para simular propuestas razonables de este tipo de cortas de mejora.

Se concluye el estudio con una propuesta de regímenes selvícolas aplicables, que incluyen una discusión de turnos o edades de madurez.

En definitiva estamos ante una importantísima aportación a la selvicultura y la dasocracia españolas, tan necesitadas de textos y libros de consulta. No es extraño que el trabajo haya recibido el galardón que permite su publicación y que enriquece la literatura forestal española.

Marzo, 1996

ALBERTO MADRIGAL COLLAZO
Profesor Titular de Selvicultura

I. INTRODUCCION

El pino silvestre es una de las especies forestales más importantes de España, tanto por su extensión superficial como por los elevados valores protector, productor, paisajístico y recreativo que proporcionan sus masas, que ocupan zonas de media y alta montaña, produciendo madera de gran calidad en cantidades apreciables.

En la Sierra de Guadarrama (Sistema Central) aparece una de las más extensas y mejores representaciones de la especie en la Península. En su sector central, y ocupando ambas vertientes, se encuentran los pinares de Cercedilla, Navacerrada y Valsaín.

Los dos primeros fueron ordenados a principios de siglo, y representan uno de los principales focos de esparcimiento para los habitantes de Madrid, lo que ha condicionado de forma importante su gestión a lo largo de este siglo y, por tanto, su estado actual.

El monte de Valsaín es uno de los más renombrados de nuestro país, famoso por la espesura y calidad de sus masas. Su pertenencia a la Corona ha influido notablemente en la forma y criterios de explotación. Hoy en día, se ha convertido en el monte emblemático de la administración forestal central, a raíz del traspaso de propiedad y gestión al ICONA.

La optimización de los aprovechamientos en estos montes de *Pinus sylvestris* hace necesaria una adecuada planificación de las actuaciones selvícolas, que deben buscar una armonización de los puntos de vista productivo, ecológico y social (paisaje y recreo). Para ello, es imprescindible adquirir un conocimiento preciso de las leyes de crecimiento de estas masas en las distintas edades, así como cuantificar la producción y clasificar los productos en función de sus usos comerciales.

Son varios los estudios que han abordado aspectos productivos y epidométricos del pino silvestre en España. La mayoría de ellos fueron iniciados por la Sección de Silvicultura y Ordenación de Montes del antiguo Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (I.F.I.E.), y concluidos por sus sucesores; estos han sido el Departamento de Silvopascicultura y Ordenación Forestal del CRIDA 06, y el Departamento de Sistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A.), hoy en día transformado en el Área de Silvicultura y Mejora Forestal del Centro de Investigación Forestal (CIFOR).

Aunque varios de esos trabajos hacen referencia a las masas del Sistema Central (en especial las tablas de producción de GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984), ninguno se ha centrado en los montes de Cercedilla, Navacerrada y Valsaín, o ha utilizado datos procedentes de éstos, lo que justifica la realización de un estudio sobre crecimiento y producción de los mismos.

El presente trabajo se ha centrado en el estudio de las masas de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama, concretamente en los montes de Valsaín, Cercedilla y Navacerrada. La obra se ha dividido en varias partes, con el fin de analizar independientemente la estructura productiva de estos pinares y los factores (sociales, ecológicos y selvícolas) que la han condicionado, así como elaborar unas tablas de producción que permitan programar y planificar una selvicultura racional.

En primer lugar, se han abordado aspectos generales relacionados con el pino silvestre, la Sierra de Guadarrama y los montes de Valsaín, Cercedilla y Navacerrada.

A continuación, y dadas las evidentes implicaciones que tiene en el estado actual de cualquier masa forestal la forma en que se haya gestionado y aprovechado durante siglos, se ha realizado un análisis de la evolución histórica de estos montes, tanto desde el punto de vista de su propiedad, como de su gestión y aprovechamiento antes y después de ser ordenados. Se han estudiado todos los factores que han influido en el devenir histórico de estos pinares, así como las dificultades encontradas para la aplicación de criterios técnicos y los logros obtenidos después de un siglo de ordenación. Esta parte del trabajo se ha llevado a cabo de forma independiente para los montes de Cercedilla y Navacerrada, por un lado, y para el pinar de Valsaín por otro, debido a sus notables diferencias. Además, se ha precedido de una serie de consideraciones acerca de la existencia y extensión histórica de las masas naturales de pino silvestre en esta zona del Sistema Central.

La regeneración natural tiene también una enorme trascendencia en la estructura de las masas que se tratan por aclareos sucesivos, como es el caso de estos pinares. Por ese motivo, se ha abordado el análisis de la regeneración natural de los montes de *Pinus sylvestris*, con especial atención a los condicionantes existentes en la Sierra de Guadarrama. Para ello, se ha realizado una síntesis de la escasa y desordenada información que se ha podido recopilar sobre el tema, estudiando la influencia de los diversos factores implicados en este proceso natural.

En la última parte se estudian las leyes y procesos que regulan el crecimiento y la producción de las masas de *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama, a través de los siguientes aspectos:

- * Definición de las calidades de estación en función de la edad y la altura dominante.
- * Ajuste de tarifas de cubicación, de crecimiento corriente y de porcentaje de corteza, para las distintas calidades de estación.
- * Caracterización de la selvicultura encontrada, mediante las variables de masa.
- * Elaboración de unas tablas de producción de selvicultura de referencia por calidades de estación y para dos diferentes tratamientos de claras, uno moderado y otro fuerte, dotando de esta manera a los gestores de dichas masas de un instrumento que permita la planificación de diferentes alternativas selvícolas. Estas tablas de producción se han construido siguiendo un proceso híbrido entre la metodología utilizada en anteriores trabajos en nuestro país, y la propuesta por DECOURT (1964, 1972) y por BARTET y BOLLIET (1976), basadas en el inventario único de una red de parcelas experimentales.

II. EL PINO SILVESTRE

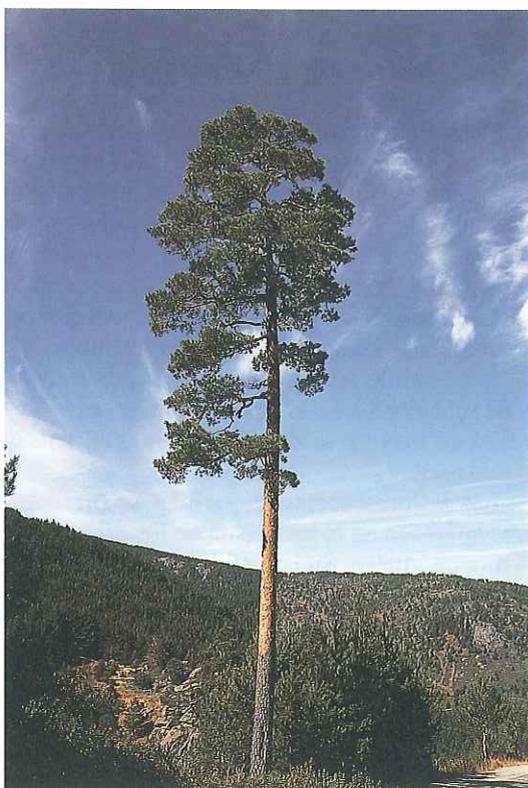
El pino silvestre, *Pinus sylvestris* L., también es denominado comúnmente en nuestro país pino albar (Soria, Burgos, Cuenca, Sierra de Baza, Sierra de Guadarrama, etc.); pino blanquillo, pino Valsaín (Sierra de Guadarrama); pino serrano (Sierra de Gredos); pino rojal, pi rojal (Levante, Aragón y Cataluña); pino royo (Pirineo de Huesca); pi royal, pi rajolet, pi blancal, pi bord (Cataluña); lerr (Euzkadi) (VILLACAMPA, 1868; LAGUNA y AVILA, 1883; RUIZ DE LA TORRE, 1979). Otros nombres vulgares son pino cortezuelo o cortezudo, rojo y bermejo (VILLACAMPA, 1868).

Internacionalmente, es conocido como Scotch pine o Scots pine. En el ámbito comercial se conoce como pino de Escocia, de Riga, del Báltico, de Valsaín (nombre que se atribuye a todas las procedencias españolas), etc., según su origen (RUIZ DE LA TORRE, 1979).

DESCRIPCION

La descripción que se presenta está basada principal e indistintamente en los trabajos de VILLACAMPA (1868), LAGUNA y AVILA (1883) y RUIZ DE LA TORRE (1979).

El pino silvestre es un árbol esbelto y majestuoso, que puede alcanzar los 35-40 m de altura, diámetros normales superiores a los 100 cm y 500-600 años de edad.



El pino silvestre es un árbol esbelto y majestuoso, que puede alcanzar los 35-40 m de altura, diámetros normales superiores a los 100 cm y 500-600 años de edad.

Su tronco es derecho, cilíndrico y recto, especialmente cuando crece en espesura; en tal caso, posee una ramificación escasa, que acaba reducida al tercio superior por poda natural. De joven, su porte es cónico-piramidal, pero va deformándose con la edad y se hace más o menos asimétrico. La copa nunca es de gran tamaño.

Cuando se cría aislado, presenta ramas casi desde el suelo, muy abundantes y gruesas, dando lugar a copas más extendidas e irregulares, con formas a menudo tortuosas.

Su sistema radical es potente. En suelos favorables el pivote central puede alcanzar, a los 40 años, una profundidad de hasta 3 m; a partir de ese momento empiezan a desarrollarse las raíces secundarias, que hasta entonces habían crecido poco. En zonas con suelo escaso y poco profundo, la raíz principal se atrofia, y son las secundarias las que adquieren un enorme desarrollo.

La corteza es delgada al principio, de color gris-verdoso y lustrosa. A los 8 ó 10 años comienza a engrosar, y se vuelve pardo oscura, corchosa y frágil, con grandes escamas (principalmente en sentido vertical). A cierta altura del tronco, según la espesura y variedad, y en la base de las ramas gruesas, la corteza cambia de aspecto, estando formada por láminas o escamas lisas muy delgadas, brillantes, de aspecto papiráceo, y de un color naranja o rosa asalmonado, que se desprenden y caen fácilmente. La proporción del fuste cubierto por este tipo de corteza parece estar directamente relacionado con la calidad de la madera de los pies; por otro lado, su color se vuelve más subido cuanto mayor es la lozanía del árbol.

Precisamente, ese color asalmonado de su tercio superior, que contrasta poderosamente con el color verde glauco o azulado de su follaje, constituye una de las características diferenciales más importantes del pino silvestre, que además proporciona una enorme belleza tanto a los individuos como a las masas de la especie.

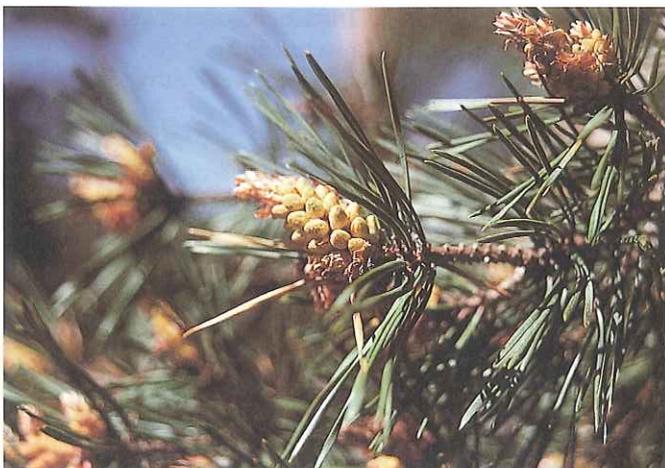
Las ramas suelen aparecer en verticilos de cinco o seis. Las superiores son oblicuas o ascendentes, mientras que las inferiores son horizontales o casi colgantes. Los ramillos son lampiños, pardo claros, verdosos o grisáceos, casi mates, con escudetes pequeños y levantados, que producen un tacto áspero en las partes desnudas.

Las yemas son aovado-oblongas, con punta obtusa, recubiertas de escamas aplicadas, de márgenes blanquecinos y poco resinosas.

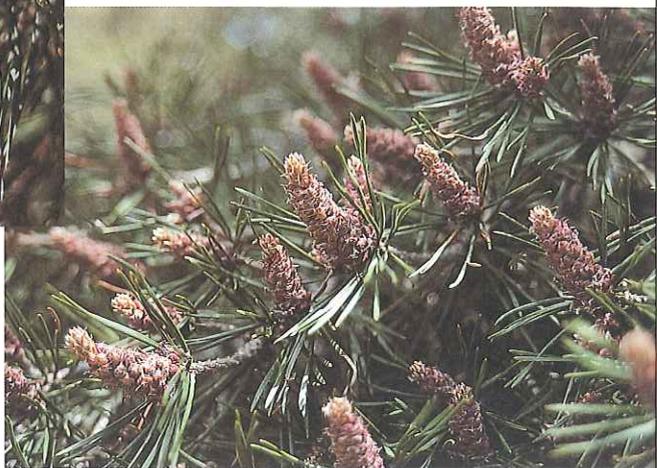
Las acículas aparecen en grupos de dos; son rígidas, punzantes, ásperas en los bordes y de un color verde-azulado. Suelen ser de 3-6 cm de largo y de 1-2 mm de grosor. Aparecen en mayo y se desprenden en otoño, después de tres, cuatro o, excepcionalmente, cinco años.

Las inflorescencias masculinas se presentan reunidas en espigas densas de 2-3 cm, que aparecen en la parte baja de los brotes, siendo las flores de 6-10 mm de largo por 3-4 mm de grueso. Su color suele ser amarillento, aunque en ocasiones son purpúreo-violáceas, lo que según RUIZ DE LA TORRE (1979) es indicativo de las razas nobles de nuestro país. Ambas coloraciones existen dentro del monte «Pinar y Agregados» de Cercedilla (Madrid). Las flores aparecen en mayo o junio, y producen tal cantidad de polen que, en algunos lugares, se denomina a su diseminación *lluvia de azufre*.

Las flores femeninas se presentan comúnmente apareadas, en ocasiones solitarias, en el extremo de los brotes del año anterior. Son de forma ovoideo-alargadas, obtusas, de color rojizo y de unos 5-6 mm de largo por 4-5 mm de grueso. Aparecen erectas, sobre un pedúnculo corto y grueso, hasta la polinización, momento en el cual se revuelven y quedan colgantes, reabsorbiéndose en parte el pedúnculo; las hojas florales (brácteas) se hacen escamosas y los amentos se convierten en conos, adquiriendo un color rojo-pardo, que más tarde es sustituido por el gris-verde. El cono alcanza en el primer año 1,5-2 cm



Detalle de un ejemplar con inflorescencias masculinas de color amarillento. Monte «Pinar y Agregados», Cercedilla (Madrid).



Detalle de un ejemplar con inflorescencias masculinas de color púrpureo-violáceo, indicativo de las razas nobles de pino silvestre. Monte «Pinar y Agregados», Cercedilla (Madrid).

de largo; su crecimiento no se hace notable hasta la primavera siguiente, a partir del momento en que se produce la fecundación, que ocurre aproximadamente un año después de la polinización.

Las piñas son oblongo-cónicas, obtusas, péndulas, casi sentadas o cortamente pedunculadas; se encuentran solitarias o apareadas (con menor frecuencia verticiladas en mayor número). Son de color verde de inmaduras, pasando a pardo amarillento, no lustroso, al madurar y abrirse. Son de 3-6(8) cm de largo y 2-3 cm de grosor. Sus escamas poseen apófisis romboidales, poco aplanadas o salientes, pero terminadas por un ombli-go mocho, alguna vez mucronado y punzante. Los piñones son pequeños, de 3-5 mm de largo y 2-3 mm de ancho, de color pardo oscuro, con un ala membranosa de 12-17 mm de largo y 5-7 mm de ancho. El piñón pesa de 4 a 8 mgr, y las plántulas que producen suelen poseer de 4 a 8 cotiledones.

Los piñones maduran en otoño, al año siguiente de la floración. Las piñas se abren y diseminan desde finales de otoño hasta mediados de la primavera, dependiendo de la climatología del año. La diseminación es más abundante entre los meses de diciembre y marzo, y especialmente durante los días soleados que suelen producirse después de las grandes nevadas denominadas «veranillos». Si la primavera es fresca y lluviosa, algunas semillas se quedan en la piña y caen con los calores de finales de la primavera o principios de verano. Las piñas vacías pueden permanecer uno o dos años en el árbol.

La especie produce gran cantidad de semilla fértil a partir de los 40 años si se ha criado en espesura, y a los 25-30 cuando crece aislado o en los límites de las masas. Si se prescinde de la cantidad, se puede rebajar esta edad a los 12 años.

El pino silvestre posee un claro carácter vecero, produciendo las fructificaciones más abundantes en períodos de varios años. Aproximadamente, de cada siete años dos suelen ser buenos (con una alternancia entre dos y cinco años, frecuentemente de tres), otros dos intermedios y los tres restantes malos, siendo prácticamente nulos aquellos en los que se pierde totalmente la semilla.

Pinus sylvestris es considerada, en general, como una conífera de luz o de temperamento robusto, que se instala y desarrolla mejor en superficies desnudas, siendo capaz de colonizar terrenos carentes de suelo. Sin embargo, en España se comporta como especie de media luz, por soportar y precisar su regenerado una cierta cubierta.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PALEOGEOGRAFIA

El pino silvestre ocupa en la actualidad la mayor extensión de todas las especies del género *Pinus* y de la familia *Pinaceae*. Su área se extiende unos 14.000 km en dirección este-oeste, desde los 8°O de su límite occidental en España hasta los 141°E del oriental en las proximidades del Mar de Ojotsk, en la antigua Unión Soviética. Latitudinalmente, abarca una distancia de 2.700 km, estando su límite septentrional a 70°20' en Noruega, y el meridional en Sierra Nevada (España), en el paralelo 37° (BORATYNSKI, 1991).

En la Figura 1 se muestra la distribución mundial de la especie (CRITCHFIELD y LITTLE, 1966; recogido en GALERA, 1993). El pino silvestre se extiende de manera continua en el centro y norte de su área, donde forma extensos bosques de llanura y media montaña, gustando de las orientaciones sur y suroeste y alcanzando el nivel del mar en Escandinavia. En las zonas más al sur aparece de forma discontinua y en altitudes más elevadas, prefiriendo claramente las exposiciones de umbría.

El límite suroccidental de la especie se encuentra en la Península Ibérica, donde ocupa algo más de 920.000 Ha (ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA, 1990). De ellas, aproximadamente 435.000 corresponden a masas naturales, siendo el resto repoblaciones efectuadas principalmente en los últimos 50 años, pero iniciadas a finales del siglo XIX.

La especie vive en España principalmente entre los 800 y los 2.000 m de altitud, rebasando ampliamente esos límites en los dos sentidos. Su óptimo productivo y de regeneración se encuentra entre los 1.200 y los 1.600 m. Fuera de esas cotas, el pino silvestre tiene problemas de regeneración y su producción desciende considerablemente.

Según los datos del Primer Inventario Forestal Nacional (ICONA, 1979), la distribución superficial por altitudes es la indicada en la Tabla 1.

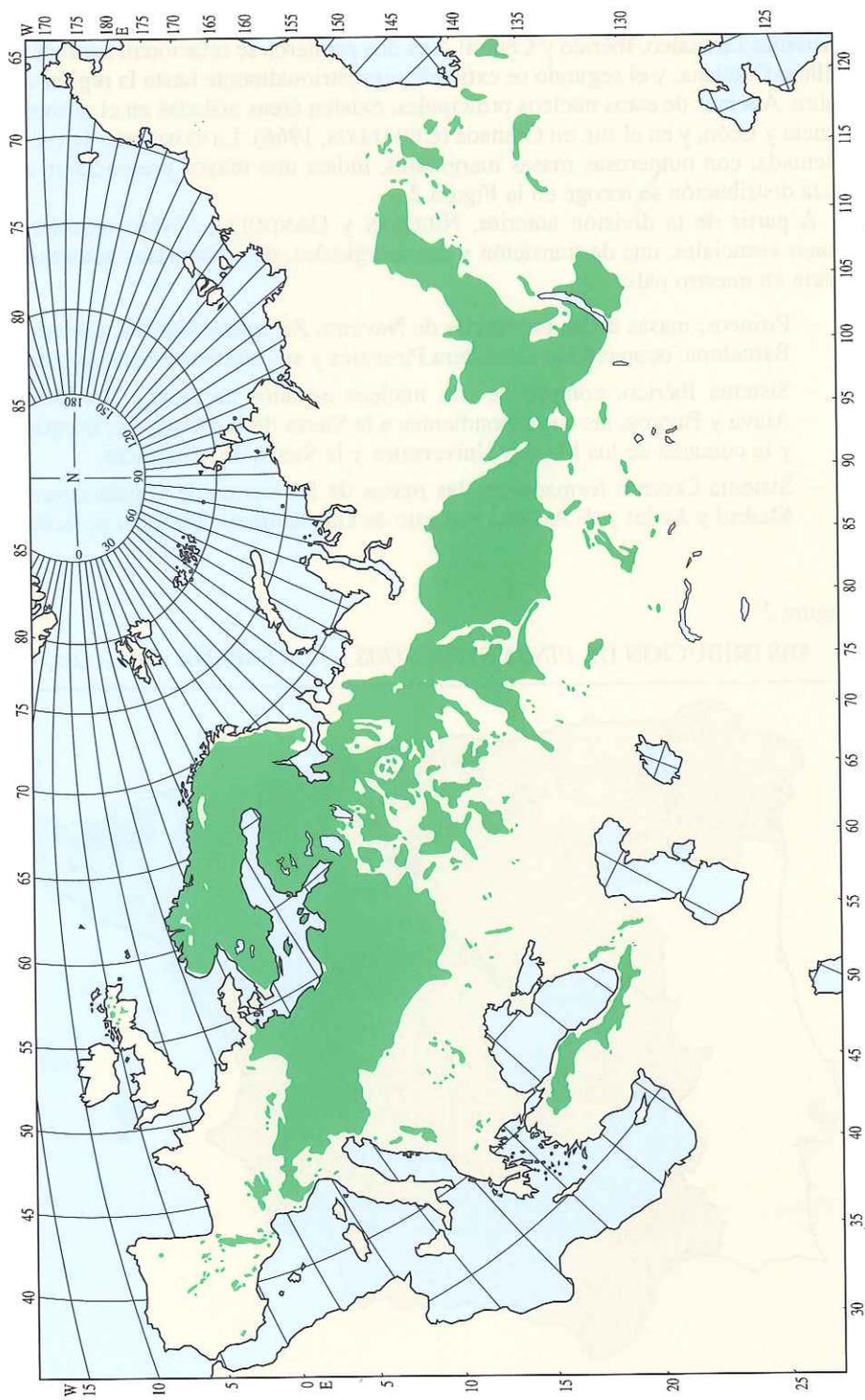
Tabla 1

SUPERFICIE OCUPADA POR EL PINO SILVESTRE EN ESPAÑA, SEGUN ALTITUDES (ICONA, 1979)

ALTITUD (m)	SUPERFICIE OCUPADA (%)
0-400	0,2
400-800	9,3
800-1.200	37,0
1.200-1.600	39,4
1.600-2.000	13,5
> 2.000	0,6

Figura 1

DISTRIBUCION DE *PINUS SYLVESTRIS* L. (CRITCHFIELD Y LITTLE, 1966).



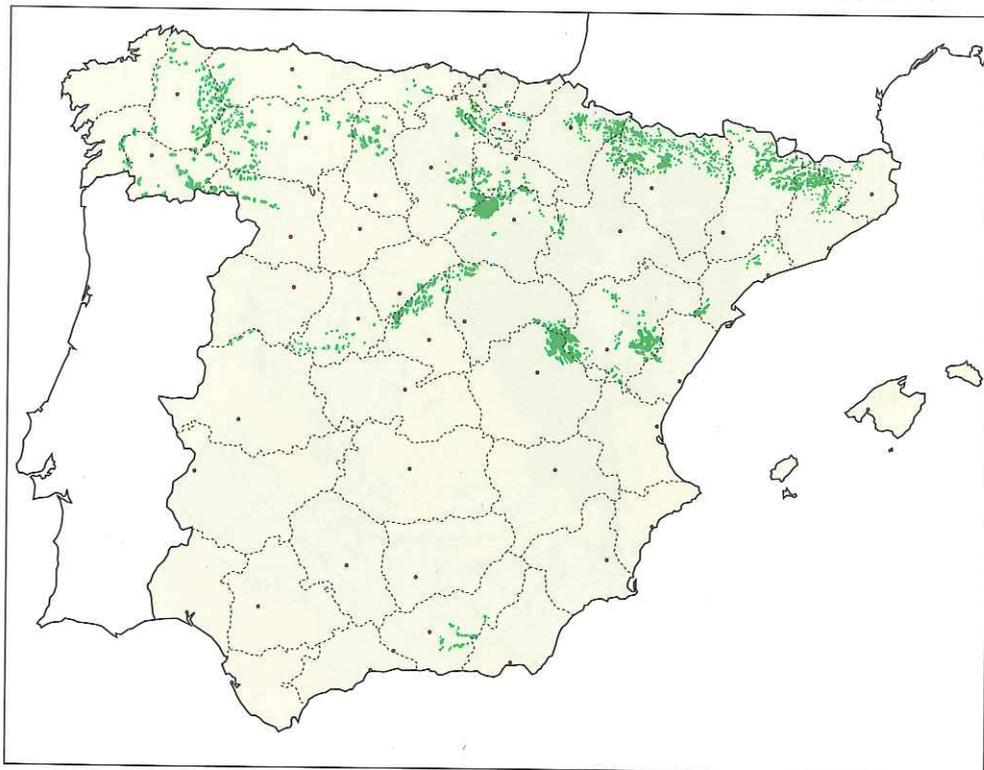
Las masas españolas se reparten en tres grandes grupos, que se corresponden con los Sistemas Pirenaico, Ibérico y Central. Los dos primeros se relacionan a través de la Cordillera Catalana, y el segundo se extiende septentrionalmente hasta la región vasco-cántabra. Además de estos núcleos principales, existen áreas aisladas en el noroeste, en Palencia y León, y en el sur, en Granada (CEBALLOS, 1966). La existencia de ese área fragmentada, con numerosas masas marginales, indica una mayor presencia en el pasado. Esta distribución se recoge en la Figura 2.

A partir de la división anterior, NICOLÁS y GANDULLO (1969) establecieron tres zonas esenciales, una de transición y dos marginales, para las masas naturales de la especie en nuestro país:

- Pirineos: masas de las provincias de Navarra, Zaragoza, Huesca, Lérida, Gerona y Barcelona; ocupando la Cordillera Pirenaica y sus estribaciones más meridionales.
- Sistema Ibérico: comprende tres núcleos aislados de masas, las situadas entre Alava y Burgos; las correspondientes a la Sierra de la Demanda (Burgos y Soria); y la comarca de los Montes Universales y la Sierra de Albarracín.
- Sistema Central: formado por las masas de las sierras de Guadarrama (Segovia, Madrid y Avila) y de Ayllón (noroeste de Guadalajara). También se incluirían aquí

Figura 2

DISTRIBUCION DE *PINUS SYLVESTRIS* L. EN ESPAÑA (CEBALLOS, 1966).



las existentes en la Sierra de Gredos (Avila), que no fueron consideradas por los autores anteriores.

- Levante: corresponde a la zona de transición entre las dos primeras, y se encuentra formada por las masas de Poblet, Puertos de Beceite y zona oriental de la provincia de Teruel. La primera se relaciona con las manchas de Barcelona, mientras que las otras dos son el nexo de unión con las masas de la zona meridional del Sistema Ibérico.
- Cordillera Cantábrica: zona marginal, que supone el límite noroccidental de la especie en España. Contiene los bosques de Palencia y el pinar de Puebla de Lillo, en León.
- Cordillera Penibética: es el límite meridional del área mundial del pino silvestre. Está formado por pequeños bosquetes situados en Sierra Nevada (Granada), en la zona del Cerro de Trevenque.

Según RUIZ DE LA TORRE (1979), aunque existen fósiles de la especie a partir del Pleistoceno, su antigüedad puede ser mayor, ya que presenta bastantes caracteres arcaicos, como el tipo de cotiledones, las piñas y granos de polen pequeños, y la posición de los canales resiníferos en las acículas.

Ciertas teorías suponen al pino silvestre originario de la zona suroriental de Siberia, apareciendo a mediados de la Era Terciaria (NICOLÁS y GANDULLO, 1969). Al comienzo de la misma, Europa poseía un clima casi tropical, que fue enfriándose paulatinamente, lo que favoreció la extensión de *Pinus sylvestris* por el norte de Eurasia y la Cuenca Mediterránea, alcanzando de esta manera la Península Ibérica.

El comienzo de las glaciaciones cuaternarias produjo la desaparición de gran parte de sus masas, quedando relegada la especie a diversos enclaves en el suroeste de Europa, en el sur y oeste de Siberia y, probablemente, en los Cárpatos y en las llanuras meridionales de Rusia central.

Con la retirada de los hielos en la época postglacial, el pino silvestre comenzó a colonizar, desde sus refugios y como especie pionera, los terrenos descubiertos, en una nueva migración, esta vez hacia el norte. A la vez, la subida de las temperaturas provocó el aislamiento de las poblaciones del sur de su área, obligándole a refugiarse en las zonas montañosas, más elevadas, y conformando definitivamente su actual distribución.

Sin embargo, otros autores (MIROV, 1967) consideran también a *Pinus sylvestris* originaria del Terciario, pero en el área mediterránea; desde allí, además de ascender a los pisos altos montanos con la elevación de las temperaturas, se habría expandido al norte de Europa.

CLIMATOLOGIA

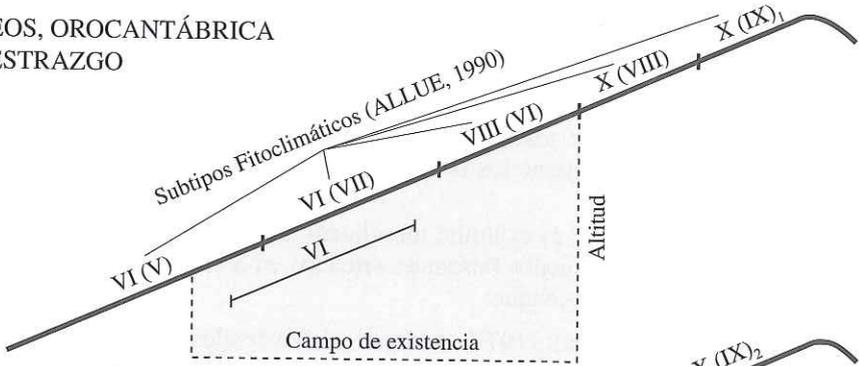
El pino silvestre es una especie típica de fitoclimas oroborealoides, aunque es posible encontrarlo en cinco de los subtipos fitoclimáticos definidos para España (ALLUE ANDRADE, 1990).

Una síntesis del ámbito fitoclimático de *Pinus sylvestris* L., para sus tres núcleos principales en la Península (MONTERO, 1994), se muestra en la Figura 3. En ella se aprecia que el fitoclima más representativo de la especie es el VIII(VI), oroborealoides subnemorales típico, donde las masas alcanzan su mejor calidad debido a un escaso intervalo de sequía.

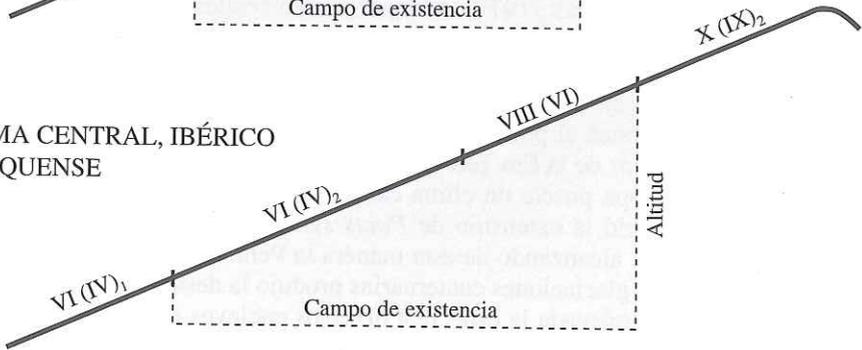
Figura 3

AMBITO FITOCLIMATICO DE *PINUS SYLVESTRIS* L. (MONTERO, 1994)

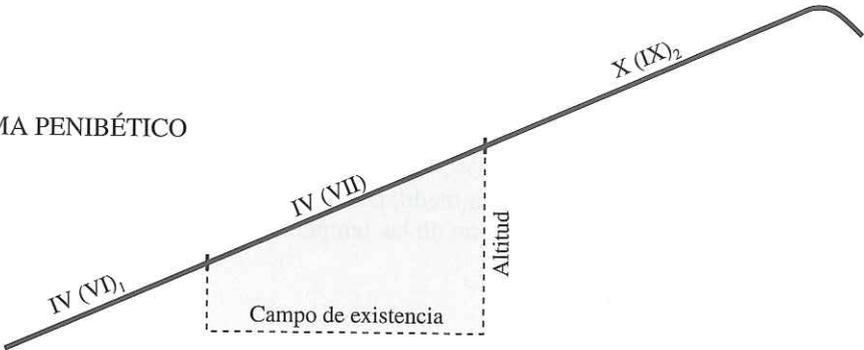
PIRINEOS, OROCANTÁBRICA
Y MAESTRAZGO



SISTEMA CENTRAL, IBÉRICO
Y CONQUENSE



SISTEMA PENIBÉTICO



También existen poblaciones de pino silvestre en fitoclimas algo más áridos. Son los pinares del Prepirineo, de la Sierra de Gúdar y de las zonas menos elevadas situadas entre Soria y Burgos. Se corresponden con el fitoclima VI(VII), nemoral subestepario, caracterizado por un período mayor de sequía, aunque no extrema.

Las masas de las Sierras de Javalambre, Beceite y Tortosa, junto con las de la parte baja de los Montes Universales, soportan un mayor grado de aridez, incluyéndose en el fitoclima VI(IV)₂, nemoromediterráneo genuino menos seco.

Algunos pinares se sitúan dentro de los fitoclimas nemoral genuino fresco y fresco tibio, VI y VI(V), como varios de los situados en el Alto Ebro y los del Pirineo Navarro.

Finalmente, las masas de Sierra Nevada y Baza soportan el mayor grado de aridez de la especie, encontrándose en el fitoclima IV(VII), mediterráneo genuino fresco. La existencia del pino silvestre en este fitoclima parece subrayar su adhesión a ambientes frescos o fríos, más que a aspectos hídricos.

EDAFOLOGIA

El pino silvestre vive en España, principalmente, en suelos poco evolucionados, del tipo A;(B);C. Prefiere los terrenos ricos en materia orgánica y permeables, siendo bastante indiferente al pH.

En las zonas silíceas, los suelos varían, según su grado de evolución, desde pardos ácidos (Cambisoles eútricos o dístricos) a ferriargilúvicos (Luvisoles férricos). Son suelos de textura franca bastante arenosa, muy permeables, con pH de moderado a fuertemente ácido y medianamente profundos. En este tipo de sustrato viven los pinares de Lillo (León), Sierras de Guadarrama y Gredos, Montaña de Prades y Sierra de la Musara (Tarragona), y los situados en las zonas más elevadas de los Pirineos y de la Sierra de Albarracín (GALERA, 1993).

Los suelos calizos donde vegeta la especie son predominantemente rendzinas empardecidas o pardos calcimorfos (Cambisoles cálcicos), aunque también aparece en argilúvicos o ferriargilúvicos calizos (Luvisoles cálcicos), según su grado de evolución. En las áreas de menor precipitación y mayor temperatura, estos suelos poseen un alto porcentaje de caliza activa; sin embargo, normalmente son descarbonatados. Su textura es franca bastante limosa y arcillosa, de baja a media permeabilidad según la proporción de materia orgánica, con pH de moderado a muy básico y medianamente profundos (CATALÁN, 1991).

VEGETACION

Según RIVAS-MARTÍNEZ (1987), *Pinus sylvestris* sería climácico en la Península, en las siguientes series de vegetación:

- *Veronico officinalis*-*Pineto sylvestris sigmetum* (serie altimontana pirenaica silicícola del pino albar).
- *Polygalo calcareae*-*Pineto sylvestris sigmetum* (serie altimontana pirenaica oriental calcícola del pino albar).
- *Echinosparto horridi*-*Pineto sylvestris sigmetum* (serie altimontana pirenaica central calcícola del pino albar).
- *Junipero nanae*-*Cytiseto purgantis sigmetum* (serie oromediterránea guadarrámica silicícola del enebro rastrero).
- *Vaccinio myrtilli*-*Junipereto nanae sigmetum* (serie oromediterránea ibérico-soriana silicícola del enebro rastrero).

- *Sabino-Pineto sylvestris sigmetum* (serie oromediterránea maestrazgo-conquense basófila de la sabina rastrera).
- *Daphno oleoidi-Pineto sylvestris sigmetum* (serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera).

Además, aparecería como vegetación no climácica en algunas series de *Quercus pubescens*, *Q. pyrenaica*, *Q. rotundifolia* y *Q. robur*.

Existen, sin embargo, críticas a este tipo de interpretación sigmatista del paisaje vegetal (COSTA y cols., 1990).

En España, *Pinus sylvestris* mezcla sus masas y es ecotónica con *Abies alba* y *Betula pendula* en Pirineos; con *Pinus uncinata* en Pirineos y las Sierras de Gúdar y Cebo-llera; con *Fagus sylvatica* en los Sistemas Pirenaico e Ibérico; con *Quercus faginea* y *Q. pubescens* en el Pirineo y Prepirineo; con *Q. pyrenaica* en el Sistema Central; con *Pinus nigra* en el Prepirineo, Sistema Ibérico, Baza y Sierra Nevada; con *P. pinaster* en los Sistemas Central e Ibérico; y con *Quercus ilex* en el Pirineo, Prepirineo y los Sistemas Central e Ibérico (RUIZ DE LA TORRE, 1979).

Dentro de las especies acompañantes típicas del pino silvestre destaca *Juniperus communis*. Otras, como *Genista florida*, *G. cinerea*, *Adenocarpus hispanicus*, *Cytisus purgans* (en zonas de elevada altitud) y *Buxus sempervirens*, colonizan sus claros. Dentro del pinar aparecen, bien en pequeños grupos o en pies aislados, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Sorbus aucuparia*, *S. aria*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus insititia*, *Ligustrum vulgare*, *Ribes petraeum*, *Acer campestre*, *Viburnum lantana*, *Lonicera xylosteum*, *L. arborea*, etc. (RUIZ DE LA TORRE, 1979).

TAXONOMIA, SISTEMATICA, VARIEDADES Y REGIONES DE PROCEDENCIA

La especie *Pinus sylvestris* fue descrita por primera vez por Linneo en su «Species Plantarum», en 1753.

El término *Pinus* es latino, y procede del griego *Pitys*, aunque se ha buscado su origen en el celta *Pen*, cabeza (RUIZ DE LA TORRE, 1979). Una diferente explicación de estas voces aparece en un relato de XERICA (1868): «... Otra fábula hace intervenir al dios Pan de una manera particular en el origen del pino. Una ninfa llamada *Pithys*, fue amada a la vez de Pan y de Boreas. Pan, irritado porque su rival era el preferido, estrelló al objeto de su amor contra una roca. Boreas, inconsolable, rogó a la Tierra que le resucitase bajo otra forma; y, habiendo sido atendidas sus súplicas, fue convertido en un árbol llamado *Pithys* por los griegos, que no es otro que el pino. Y como este árbol destila a menudo gotas de resina del tronco y de las ramas, de ahí que la fábula diga que el pino vierte todavía lágrimas cuando es agitado por el viento Boreas».

Por otro lado, *sylvestris* deriva de *silva* (selva, bosque), en su forma poética, tardía y helenizante, *sylva* (RUIZ DE LA TORRE, 1979).

Taxonómicamente, el pino silvestre pertenece a la familia *Pinaceae*, y a la subfamilia *Pinoideae*. Según la clasificación propuesta por LANDRY (1974), se incluye en el subgénero *Pinus* y en la sección *Pinus*.

La enorme amplitud del área de distribución de la especie, que abarca muy diferentes condiciones climáticas y ecológicas, ha dado lugar a una elevada variabilidad, que se

ha traducido en numerosas formas y variedades. Se han diferenciado más de 150 unidades taxonómicas, que presentan una variación más o menos continua (CATALÁN, 1991).

Una de las subdivisiones en variedades más conocida y aceptada es la realizada por GAUSSEN (1960), revisada posteriormente por GAUSSEN y cols. (1964). En este trabajo se establecen 23 variedades, agrupadas en 5 unidades taxonómicas geográficas. De ellas, 4 son españolas y se incluyen en los siguientes grupos geográficos:

- * Grupo IV: caracterizado por árboles de fuste recto, con ramas formando un ángulo de 90°, copa cónica, ritidoma poco grueso y claro en placas grandes, madera blanda. Está constituido por 7 variedades, que habitan las montañas del oeste de Europa, hasta los Alpes. Las españolas son:
 - *Pinus sylvestris* L. var. *iberica* Svob.: corresponde a las masas de los Sistemas Ibérico y Central, estando bien representada en Guadarrama, donde forma bosques de raza noble en montaña y sobre suelo silíceo.
 - *Pinus sylvestris* L. var. *pyrenaica* Svob.: se localiza en los Pirineos Central y Occidental, sobre terrenos silíceos. En suelos calizos, en la vertiente española, la forma es a menudo achaparrada.
 - *Pinus sylvestris* L. var. *catalaunica* Gaussen: sita en la Sierra del Cadí y en los Pirineos catalanes.

- * Grupo V: es un grupo heterogéneo formado por 12 variedades, que se distribuyen en las llanuras y montañas de Centro Europa, el este de Rusia, sur y norte de los Apeninos y Sierra Nevada. Se caracterizan por sus fustes más o menos curvados, ramas gruesas de ángulo agudo, copa amplia, corteza gruesa y muy agrietada. La variedad española es:
 - *Pinus sylvestris* L. var. *nevadensis* Christ: localizada en Sierra Nevada.

NICOLÁS y GANDULLO (1969), basándose en la clasificación anterior y en las condiciones ecológicas de las masas en relación con la calidad de estación, proponen cuatro ecotipos para España: catalán (Pirineos y Subpirineos Catalanes, en las provincias de Gerona, Barcelona y Lérida); Pirenaico (provincias de Navarra, Huesca y Zaragoza); Ibérico (Sistemas Ibéricos y Central, Cordillera Costero-Catalana y Cornisa Cantábrica); y Nevadensis (Sierra Nevada).

Recientemente, GALERA (1993) ha corroborado la existencia (aunque con sus límites no definidos claramente) de los cuatro grupos propuestos por GAUSSEN y cols. (1964), originados por la acción de los factores ambientales y del aislamiento geográfico. En ese trabajo también se ha demostrado la dificultad de identificar tales variedades a partir de caracteres anatómicos.

Utilizando como punto de partida los trabajos de MARTÍN y CATALÁN (1988), y GALERA y MARTÍN (1990), se han delimitado en España 17 regiones de procedencia de *Pinus sylvestris* (CATALÁN, 1991), de gran importancia en el manejo del material genético para su utilización en repoblaciones. Para ello, se han considerado factores geográficos, climáticos y edáficos, buscando una uniformidad en las características ecológicas (o más exactamente una posible similitud genética). La Sierra de Guadarrama da nombre, y se incluye, en la región de procedencia número 10.

ENFERMEDADES Y PLAGAS

Una de las enfermedades más graves y extendidas en los pinares de *Pinus sylvestris* es la producida por el hongo *Fomes pini*, que provoca una pudrición corrosiva del duramen, de tipo acebollado-cavernoso. Los árboles atacados se denominan «chamosos», y la posibilidad de afectación aumenta notablemente con la edad. La madera «chamosa» sufre una elevada depreciación.

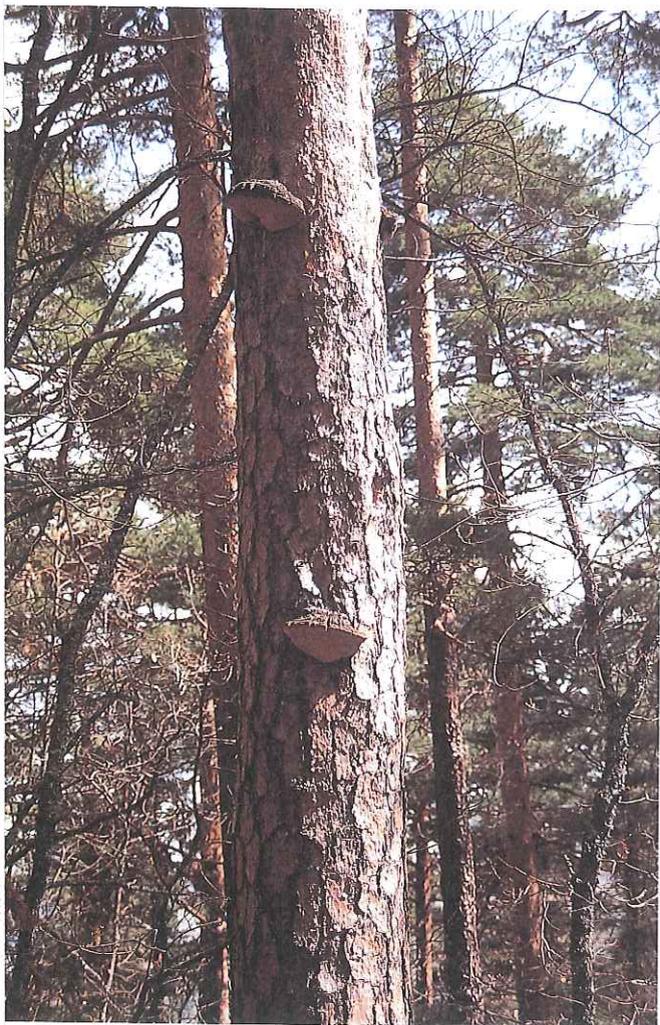
No menos abundantes son los pinos llamados «sarrosos» o «respaldares», afectados por el hongo *Cronartium flaccidum* (*Peridermium pini* var. *corticola*), que provoca la enfermedad conocida como «roya vesicular del pino» (TORRES JUAN, 1975). Sus micelios destruyen el líber y cámbium de las partes atacadas, originando deformaciones y

chancros acompañados de una gran emisión de resina, que se manifiesta por la aparición de grandes manchas negras en el fuste. Si el ataque persiste, la madera se «entea» y finalmente el árbol muere o pierde su copa.

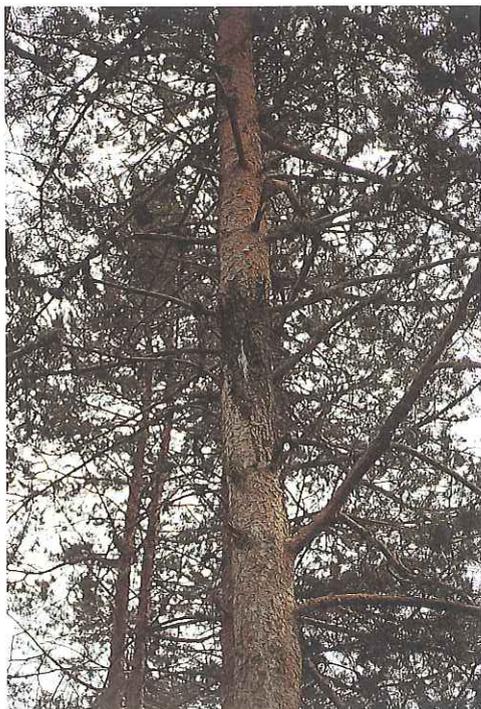
También son importantes las pudriciones y el azulado provocados por cuatro hongos del género *Ceratocistis*. Otros hongos, como *Armillaria mellea*, *Cenangium ferruginosum*, *Fomes annosus* y *Peridermium pini* (en su forma acícula), provocan enfermedades atacando al tronco, ramas y ramillas, mientras que las acículas son afectadas por *Lophodermium pinastri*.

Las ramas son parasitadas por el muérdago (*Viscum album*), que en el caso de la Sierra de Guadarrama aparece casi exclusivamente en la vertiente norte.

Respecto a las plagas, merecen destacarse las debidas a los lepidópteros defoliadores *Lymantria monacha*, *Thaumetopoea pityocampa* y *Rhyacionia buoliana*; los escolitidos *Ips acuminatus*, *Blastophagus piniperda* y *B. minor*; los coleópteros *Hylobius abietis* y *Pissodes notatus* y los heminópteros *Diprion pini* y *D. sertifer*. Los ataques de procesionaria, *Thaumetopoea pityocampa*, son de menor importancia si se comparan con los que soportan otras especies de pinos, aunque hace varios decenios la Sierra de Guadarrama sufrió una extensa plaga de esta especie. Hoy en día se



Pino «chamoso», mostrando los cuerpos de fructificación de *Fomes pini*.



Pino «sarroso». Fase inicial del ataque del hongo Cronartium flaccidum.



En la fase final del ataque de Cronartium flaccidum, los pinos «sarrosos» se puntisecan y acaban muriendo.

controla eliminando bolsones con tiros de escopeta y, sobre todo, con la colocación de cajas-trampa de feromonas.

SELVICULTURA DE LA ESPECIE

Cortas de regeneración

A nivel general, es posible distinguir tres zonas bien diferenciadas según la altitud a la que viven las masas de *Pinus sylvestris*, que condicionan fuertemente su selvicultura, aunque dependiendo del sistema montañoso en que se encuentren pueden tener climas distintos y presentar, por tanto, ciertas peculiaridades selvícolas (MONTERO, 1994):

- A) Zonas con altitud superior a 1.800 m. Corresponden a las partes superiores de las montañas, con muy baja densidad de arbolado y grandes rasos; éstos suelen estar cubiertos por matorrales rastreros o especies pascícolas. Poseen un alto valor protector y muy baja producción de madera (menor de $0,5 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{año}$). Existen grandes dificultades para la regeneración, que se acentúa por el pastoreo. La intervención selvícola es escasa o nula, y la ordenación suele ir dirigida al aprovechamiento de los pastos.

- B) Zonas con altitud comprendida entre 1.600 y 1.800 m. Con baja densidad del arbolado y repartición superficial irregular (rodales de pino silvestre alternando con matorral y pastos). También son de alto interés protector. La producción de madera es baja (0,5 a 1,5 m³/Ha/año). La regeneración natural encuentra grandes dificultades en las laderas orientadas al sur, zonas azotadas por los vientos y en suelos pobres. Al presentar las masas una estructura cercana a la irregular, teóricamente se tratan por entresaca, que en realidad son cortas de policía. Son las masas de protección por excelencia (se suelen incluir en cuarteles protectores) y de regeneración natural por definición.
- C) Zonas con altitud entre 800 y 1.600 m. Son masas densas, monoespecíficas o mezcladas, pero con predominio de *Pinus sylvestris*, de alto interés protector y estabilizador. Ocupan algo más del 75% de la superficie poblada por la especie. La producción de madera es variable, según la altitud y fertilidad del suelo (1,5 a 6 m³/Ha/año). Se presentan dificultades para la regeneración natural en las orientaciones sur y en sitios muy ventosos, secos o pobres. Las masas suelen ser de estructura regular. Se aplican métodos de ordenación por tramos periódicos, dirigidos a obtener una producción constante de madera. El tratamiento selvícola habitual es de aclareos sucesivos uniformes. Este método ha sido sustituido en varios montes por el de cortas a hecho con reserva de 30-40 árboles madre por hectárea, que son extraídos de una sola vez en los 5-6 años siguientes, cuando la regeneración se considera lograda satisfactoriamente. Tras la primera corta masiva se realiza una preparación del suelo de diferente intensidad (escarificado superficial, decapado y apertura de surcos con «ripper», pequeñas terrazas, laboreo total y profundo, etc.), y posteriormente se siembra con 3-4 kg/Ha de semilla. En los casos en que se realizan cortas a hecho sin reserva de árboles madre, la preparación del suelo es similar.



Tratamiento por aclareos sucesivos uniformes. Rodal de pino silvestre en fase de corta final. La masa residual que queda en pie ha protegido al joven regenerado, y ahora debe ser eliminada para permitir el desarrollo de éste. Pinar de Valsain (Segovia).

En todos los métodos selvícolas el ciclo de producción se fija entre 100 y 120 años, con lo que se consiguen diámetros entre 35 y 50 cm, según la fertilidad de la estación y la intensidad de la silvicultura aplicada. Para obtener madera de mejor calidad y alto precio se aconseja aumentar la edad de corta a 120-140 años (MONTERO y cols., 1992a). Edades mayores pueden provocar problemas sanitarios causados por el hongo *Fomes pini*.

Cuidados culturales al regenerado

Las plantas jóvenes de *Pinus sylvestris* son sensibles a la competencia. En España se aplican, en las masas con regeneración natural, los llamados desbroces de regeneración, que buscan favorecer el desarrollo de las plantitas que se van instalando a lo largo del período fijado en la ordenación (generalmente 20 años). Tales desbroces suelen ir seguidos de ligeros aclareos y de poda en los pies mejores y más desarrollados, realizándose simultáneamente con la recogida y eliminación de los restos producidos por las cortas.

En montes o rodales regenerados de forma artificial, tras cortas a hecho con o sin reserva de árboles madre, no suelen hacerse este tipo de desbroces. Las plantas de *Pinus sylvestris* crecen en altas densidades y compiten favorablemente con el matorral, que ha sido previamente eliminado en la preparación del suelo para la siembra. Entre los 10 y 15 años, dependiendo del desarrollo de las plantas, suelen hacerse clareos que afectan a los pies más débiles y malformados, y desbroces o limpiezas del matorral que haya podido instalarse. Siempre se dejan entre 5.000 y 10.000 pies/Ha después del clareo, que se completa con una poda hasta 1-1,5 m de altura, generalmente de los mejores pies.



Cuidados culturales en masas jóvenes conseguidas por cortas a hecho. Poda de ejemplares sobresalientes y primer aclareo. Pinar de Navafría (Segovia).

Clareos

Los productos obtenidos en estas operaciones nunca cubren los costos de su realización, de tal manera que éstos han de considerarse en términos de inversión en la masa futura. Se aplican principalmente en masas con alta capacidad productiva de madera, y suelen ir acompañados de una poda.

En zonas de escasa productividad únicamente se realizan por motivos de sanidad de las masas, peligro de incendios, paro rural, áreas recreativas, etc. Esta operación se lleva a cabo cuando el arbolado tiene entre 15 y 25 años, dependiendo del crecimiento de los pies, pero sobre todo, de las disponibilidades económicas, por lo que en muchas ocasiones no se realizan.

Claras

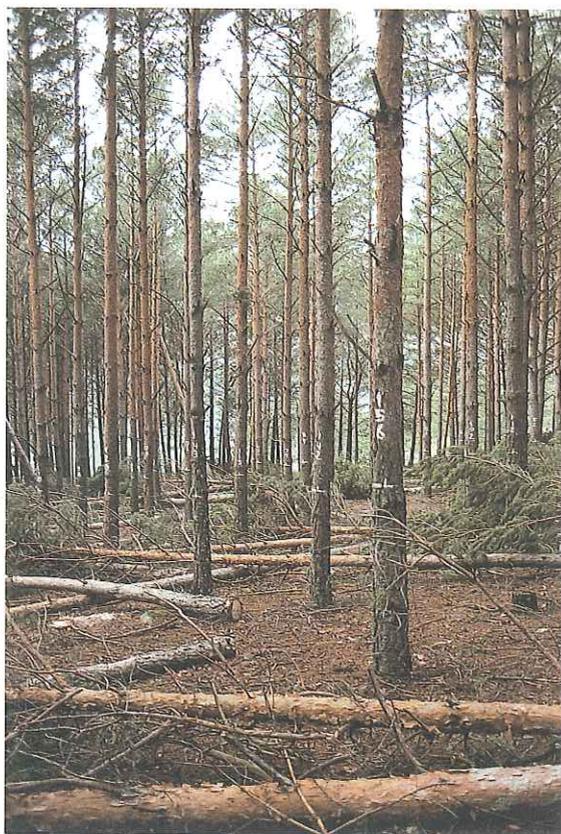
Siempre se aplican claras bajas y moderadas, que normalmente se inician cuando la masa tiene entre 20 y 40 años, o cuando la altura dominante alcanza 10-11 m, dependiendo de la calidad de estación y del sistema de regeneración.

El período de rotación entre claras debe ser, aproximadamente, de 10 años. En las masas situadas a altitudes superiores a 1.600 m deben hacerse claras moderadas, por el peligro de derribo de los árboles por el viento y la nieve. En las zonas de menor altitud es posible practicar claras más fuertes, que pueden llegar a extraer hasta un 40% del área basimétrica sin pérdida de producción (GÓMEZ LORANCA y MONTERO, 1989; MONTERO, 1992).

Crecimiento y producción

La producción de madera de *Pinus sylvestris* se aproxima a los 800.000 m³/año (ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA, 1990). Si se tiene en cuenta que entre un 35 y un 40% de sus masas han sido reforestadas a partir de 1945, y que por tal motivo sólo algunas han entrado en producción a través de las primeras claras (que por ser antieconómicas, entre otras causas, no siempre se realizan), es posible afirmar que la producción media por hectárea y año, en las masas con vocación productora, ronda los 2 m³.

La variación estacional es muy alta, como se deduce de la evolución de los crecimientos medios que presentan las tablas de producción de la especie (GARCÍA



La realización de claras permite extraer productos útiles a la sociedad y mejorar la masa que queda en pie, sin menoscabo para el resto de las funciones del monte (protectora, paisajística, etc.). Parcela experimental de claras en masa artificial de pino silvestre. Gascones (Madrid).

ABEJÓN, 1981; GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984; GARCÍA ABEJÓN y TELLA, 1986), que oscilan entre unos 3 y 10,5 m³/Ha.

La diferencia entre esos crecimientos y la producción realmente conseguida se debe a que una parte de la madera que se extrae a lo largo del ciclo productivo no se contabiliza, y a que no todo el área ocupada por el pino silvestre tiene la espesura suficiente para alcanzar el crecimiento que se indica en las tablas de producción, construidas sobre parcelas experimentales con densidad relativamente alta y distribución superficial homogénea. Además, un 14% de la superficie poblada por *Pinus sylvestris* se encuentra situada en altitudes superiores a los 1.600 m, y por tanto su producción de madera es muy baja, como ya se ha indicado.