



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

Apuntes de Selvicultura



Rafael Serrada Hierro

Madrid, 2011.

FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

Apuntes de Selvicultura

RAFAEL SERRADA HIERRO

1ª Edición, 2001

FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR

Foto de portada:

Regeneración natural de *Pinus pinaster* tras corta a hecho de un fustal viejo resinado. Monte "El Berrocal", Arenas de San Pedro (Ávila). (Foto: R. Serrada)

1ª edición

Edita: Fundación Conde del Valle de Salazar

I.S.B.N.:

Depósito Legal:

Imprime:

A Marivi

Apuntes de Selvicultura

ÍNDICE

Capítulo I.- CONCEPTO Y CLASES DE SELVICULTURA.....	1
1.1.- Definición de selvicultura, objeto e importancia	3
1.2.- Selvicultura y producción	8
1.3.- Papel social de la selvicultura.....	9
1.4.- División o enfoques de la selvicultura.....	10
1.5.- Evolución histórica de la selvicultura.....	12
1.6.- Evolución histórica de los montes españoles.....	14
1.7.- Tendencias actuales de la selvicultura en España	18
1.8.- Bibliografía.....	23
Capítulo II.- ESTUDIO ESTÁTICO DE LAS MASAS	25
2.1.- Introducción. Masas naturales y forestales	27
2.2.- Formaciones Vegetales.....	29
2.3.- Asociaciones vegetales	31
2.4.- Clases naturales de edad.....	32
2.5.- Clasificación de las especies en la masa	34
2.6.- Clasificación sociológica de los pies de una masa arbórea.....	35
2.7.- Estudio de la espesura	38
2.8.- Clasificación de las masas forestales	52
2.9.- Bibliografía.....	53
Capítulo III.- ESTUDIO DINÁMICO DE MASAS	55
3.1.- Sucesión vegetal.....	57
3.2.- Aplicaciones de la sucesión vegetal en la selvicultura.....	64
3.3.- Evolución de la densidad de las masas	68
3.4.- Crecimiento de los árboles y de las masas	72
3.5.- Bibliografía.....	81
Capítulo IV.- INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECOLÓGICOS EN LA VEGETACIÓN	83
4.1.- Introducción	85
4.2.- Influencia del clima en la vegetación	87
4.3.- Influencia de los factores edáficos en la vegetación	100
4.4.- Influencia de la fisiografía en la vegetación	107
4.5.- Influencia de los factores bióticos.....	113
4.6.- Incendios	122
4.7.- Bibliografía.....	131

Capítulo V.- CARACTERES CULTURALES 133

5.1.- Introducción	135
5.2.- Calidad de la estación	136
5.3.- Caracteres culturales: concepto y enumeración	141
5.4.- Habitación	142
5.5.- Estación.....	142
5.6.- Temperamento	144
5.7.- Porte y enraizamiento	148
5.8.- Crecimiento	157
5.9.- Longevidad	158
5.10.- Reproducción.....	159
5.11.- Bibliografía.....	168

Capítulo VI.- FORMAS CULTURALES DE MASA Y CLASIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SELVICOLAS. REGENERACIÓN DE LAS MASAS FORESTALES..... 169

6.1.- Formas culturales de masa	171
6.2.- Métodos de beneficio y tratamientos selvícolas	174
6.3.- Criterios de cortabilidad y otros conceptos.....	177
6.4.- Ventajas e inconvenientes de las formas culturales de masa.....	180
6.5.- Regeneración de masas forestales.....	185
6.6.-Bibliografía.....	196

Capítulo VII.- CORTAS A HECHO..... 197

7.1.- Denominación	199
7.2.- Definición	199
7.3.- Clases.....	199
7.4.- Procedimiento general	200
7.5.- Cortas a hecho en un tiempo simples	201
7.6.- Cortas a hecho por fajas alternantes y/o intermitentes.....	203
7.7.- Cortas a hecho en dos tiempos.....	205
7.8.- Condicionamientos generales a la aplicación de las cortas a hecho.....	208
7.9.- Ventajas e inconvenientes de las cortas a hecho	210
7.10.- Aplicaciones prácticas de las cortas a hecho	212
7.11.- Bibliografía.....	213

Capítulo VIII.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO UNIFORME 215

8.1.- Denominación	217
8.2.- Definición	217
8.3.- Procedimiento general	218
8.4.- Condicionantes generales del método	228
8.5.- Ventajas e inconvenientes del método	229
8.6.- Aplicaciones prácticas.....	230
8.7.- El aclareo sucesivo en la ordenación de montes.....	230
8.8.- Bibliografía.....	232

Capítulo IX.- TRATAMIENTOS DEL MONTE ALTO SEMIRREGULAR.....233

8.1.- Definición, denominación y clases.....	235
8.2.- Procedimiento general	235
8.3.- Cortas por aclareo sucesivo por bosquetes.....	236
8.4.- Cortas por aclareo sucesivo por fajas	238
8.5.- Cortas por aclareo sucesivo en cuñas.....	239
8.6.- Condicionantes generales de las cortas semicontinuas.....	241
8.7.- Ventajas e inconvenientes de las cortas semicontinuas	241
8.8.- Aplicaciones prácticas de las cortas semicontinuas	242
8.9.- Bibliografía.....	242

Capítulo X.- CORTAS POR ENTRESACA243

10.1.- Denominación	245
10.2.- Definición	245
10.3.- Procedimiento general	253
10.4.- Entresaca por comparación con el monte entresacado ideal	254
10.5.- Entresaca regularizada.....	257
10.6.- Entresaca por huroneo	260
10.7.- Entresaca por bosquetes.....	261
10.8.- Condicionantes generales del método.....	264
10.9.- Ventajas e inconvenientes del método	267
10.10.- Aplicaciones prácticas.....	268
10.11.- Bibliografía.....	270

Capítulo XI.- TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS271

11.1.- Denominación, definición y clases.....	273
11.2.- Masas con subpiso.....	274
11.3.- Masas con reserva	277
11.4.- Masas con varios pisos	279
11.5.- Bibliografía.....	280

Capítulo XII.- TRATAMIENTOS PARCIALES.....281

12.1.- Denominación y objetivos de los tratamientos parciales	283
12.2.- Clases de tratamientos parciales.....	283
12.3.- Limpias.....	284
12.4.- Clareos.....	287
12.5.- Claras.....	288
12.6.- Podas	308
12.7.- Tratamientos sobre el suelo	328
12.8.- Bibliografía.....	344

Capítulo XIII.- TRATAMIENTOS DERIVADOS	347
13.1.- Denominación, definición y clases.....	347
13.2.- Dehesas	350
13.3.- Alcornocales	365
13.4.- Masas de pino piñonero para producción de fruto.....	373
13.5.- Montes en resinación	379
13.6.- Bibliografía.....	391
Capítulo XIV.- TRATAMIENTO DEL MONTE BAJO	393
14.1.- Concepto y denominación.....	395
14.2.- Procedimiento general del monte bajo regular	396
14.3.- Procedimiento general del monte bajo irregular.....	403
14.4.- Condicionantes generales del método	405
14.5.- Ventajas e inconvenientes del monte bajo	406
14.6.- Aplicaciones y situación actual de los montes bajos en España	407
14.7.- Montes bajos degradados	422
14.8.- Bibliografía.....	424
Capítulo XV.- TRATAMIENTOS DE MONTE MEDIO	429
15.1.- Concepto y denominación.....	429
15.2.- Procedimiento general para el monte medio regular.....	430
15.3.- Procedimiento general para el monte medio irregular.....	437
15.4.- Condicionantes generales.....	438
15.5.- Ventajas e inconvenientes.....	438
15.6.- Bibliografía.....	440
Capítulo XVI.- TRATAMIENTOS TRANSITORIOS.....	441
16.1.- Denominación, Definición y Clases.....	442
16.2.- Transformaciones	443
16.3.- Conversiones	444
16.4.- Bibliografía.....	447
Capítulo XVII.- SELVICULTURA Y DEFENSA DEL MONTE.....	449
17.1.- Introducción	451
17.2.- Posibles causas de daños en el monte.....	452
17.3.- Principios generales de prevención de daños	452
17.4.- Análisis de agentes causantes de daños	454
17.4.1.- Hongos.	454
17.4.2.- Insectos.	455
17.4.3.- Actividades antrópicas.	456
17.4.4.- Heladas.	459
17.4.5.- Viento y nieve.....	459
17.4.6.- Granizo	463
17.4.6.- Selvicultura preventiva de incendios	464
17.5.- Bibliografía.....	477

Capítulo XVIII.- ELECCION DEL TRATAMIENTO.....	491
18.1.- Introducción	493
18.2.- Características de los montes españoles.....	493
18.3.- Proceso para la elección del tratamiento	495
18.4.- Selvicultura aplicada	500
18.5.- Bibliografía.....	501

CAPÍTULO I.- CONCEPTO Y CLASES DE SELVICULTURA

I.1.- DEFINICIÓN DE SELVICULTURA, OBJETO E IMPORTANCIA.

I.2.- SELVICULTURA Y PRODUCCIÓN.

I.3.- PAPEL SOCIAL DE LA SELVICULTURA.

I.4.- DIVISIÓN O ENFOQUES DE LA SELVICULTURA.

I.5.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA SELVICULTURA.

I.6.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS MONTES ESPAÑOLES.

I.7.- TENDENCIAS ACTUALES DE LA SELVICULTURA EN ESPAÑA.

CAPÍTULO I.- CONCEPTO Y CLASES DE SELVICULTURA.

I.1.- Definición de Selvicultura, objeto e importancia.

Se propone como definición de Selvicultura, tras consultar textos españoles y extranjeros, la siguiente: *Selvicultura es el modo de aplicar el conocimiento de la estructura, crecimiento, reproducción y formas de agrupación de los vegetales que pueblan los montes, de forma que se obtenga de ellos una producción continua de bienes y servicios necesarios para la sociedad.*

En español, se puede aplicar indistintamente, según el Diccionario de la Lengua Española, el término **selvicultura**, que ha sido tradicionalmente empleado por los técnicos forestales, o el término **silvicultura**, más empleado en Hispanoamérica y en recientes traducciones de textos en francés o inglés. En francés se denomina **syviculture**, en inglés **silviculture**, en italiano **selvicoltura**, en alemán **waldbau** y en portugués **silvicultura**. Tanto en catalán como en gallego se utiliza **silvicultura** y en vasco el término **oihangintza**.

En la propia definición que se ha propuesto se contiene el objeto de la Selvicultura y su importancia. Para mejor comprender esta definición, se hace a continuación un detallado análisis de los elementos y conceptos contenidos en ella.

En primer lugar se afirma que la Selvicultura es un modo de aplicar conocimientos. Se trata por tanto de una **tecnología** pues aplica en la práctica conocimientos que corresponden a otras ciencias, básicas respecto de ella. Pero también es una **ciencia** en cuanto que su doctrina contiene elementos propios de conocimiento. Para reforzar este último aspecto algunos autores (OLDEMAN, 1990), han acuñado el término **silvología**.

El conocimiento a adquirir, respecto de las agrupaciones vegetales que pueblan los montes, se refiere, especialmente, a: estructura; crecimiento, dinámica y funcionamiento en general; regeneración; formas de agrupación y relaciones entre las especies; y patología. Se deducen de esta necesidad de conocimiento las ciencias y técnicas básicas respecto de la Selvicultura: Anatomía y Fisiología vegetales, Botánica descriptiva y sistemática, Geobotánica, Fitosociología, Climatología, Edafología, Ecología, Entomología forestal y Patología forestal, Topografía, Dasometría e Inventario forestal, y, siendo la destinataria de la actividad selvícola la sociedad, su práctica debe ser auxiliada también por la Sociología y la Economía.

También ha sido considerada históricamente la Selvicultura como un arte, antes de que sus reglas se basaran en el desarrollo científico, pues su práctica estaba fundada en la intuición y el empirismo.

En segundo lugar vemos en la definición propuesta que el **sujeto** de la Selvicultura son los conjuntos de vegetales que pueblan los montes. Por tanto se ocupa de agrupaciones o masas, no de individuos, por lo que se debe considerar como una ciencia o tecnología masiva.

Se deberá entender, por tanto, que son todos los vegetales y no únicamente los árboles o sus agrupaciones, los bosques, los que son sujeto de la Selvicultura, aunque la enorme importancia de los bosques frente a las formaciones arbustivas o de matorral en relación con sus utilidades, y la mayor complejidad de su tratamiento, hacen que la mayor parte de los tratados de Selvicultura se ocupen preferentemente de ellos.

Del correcto tratamiento de las formaciones herbáceas que están presentes en los montes se ocupa otra disciplina que es la Pascicultura forestal. La integración de Selvicultura y Pascicultura se conoce como Silvopascicultura. Si el concepto de Selvicultura se restringe al tratamiento de formaciones arbóreas, el tratamiento de arbustados y matorrales recibe la denominación de Fruticicultura (SAN MIGUEL, 2010).

Para comprender mejor el sujeto de la Selvicultura es necesario detenerse en el concepto de **monte**. Para ello acudimos a la definición que la Ley de Montes de 1957, nos ofrecía: *monte o terreno forestal es la tierra en que vegetan especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueran objeto del mismo...* La vigente Ley de Montes de 2003 establece literalmente: “**Artículo 5.- Concepto de monte. 1. A los efectos de esta Ley, 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 plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ecológicas, protectoras, productoras, paisajísticas o recreativas.**

Tienen también la consideración de monte:

- a) *Los terrenos yermos, roquedos y arenales interiores.*
- b) *Las construcciones e infraestructuras destinadas al servicio del monte en el que se ubican.*
- c) *Los terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la comunidad autónoma, y siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal.*
- d) *Todo terreno que, sin reunir las características descritas anteriormente, se adscriba a la finalidad de ser repoblado o transformado al uso forestal, de conformidad con la normativa aplicable.*

2.- *No tienen la consideración de monte: a) Los terrenos dedicados al cultivo agrícola; b) Los terrenos urbanos y aquellos otros que excluya la comunidad autónoma en su normativa forestal y urbanística.*

Artículo 6.- Definiciones. *A los efectos de esta Ley, se definen los siguientes términos:*

Forestal: todo aquello relativo a los montes.

Especie forestal: especie arbórea, arbustiva, de matorral o herbácea que no es característica de forma exclusiva del cultivo agrícola.

Gestión: el conjunto de actividades de índole técnica y material relativas a la conservación, mejora y aprovechamiento del monte.

Selvicultura: conjunto de técnicas que tratan de la conservación, mejora, aprovechamiento y regeneración, o en su caso restauración, de las masas forestales”.

Por lo tanto, una definición de monte o de lo forestal como las expresadas, por exclusión, no es suficiente para caracterizar la cuestión. Es necesario concretar con más precisión.

Lo que caracteriza a lo agrícola, en términos generales es:

- Sustitución o intensa reducción de la vegetación anterior o natural. Todo el espacio es dedicado a la especie objeto de cultivo.
- Alteración frecuente, casi siempre anual, e intensa (laboreos, fertilizaciones, riegos, grandes consumos de energía,...) del medio en que se desarrolla.
- La posibilidad de obtener cosechas tiene una alta frecuencia, casi siempre anual. En cultivos de herbáceas la cosecha supone la extracción de toda la vegetación. En cultivos de leñosas, donde el interés está en los frutos o semillas, se procede con cierta reiteración a intensas podas.
- Manipulación casi constante de la genética de las especies vegetales.

Lo forestal, por tanto, estará caracterizado por aspectos relativamente opuestos, también en términos generales:

- Se emplea o no se sustituye completamente la vegetación natural.
- Las alteraciones sobre el medio si son intensas no son frecuentes y si son frecuentes no son intensas, con escaso consumo de energía o trabajo en el conjunto del ciclo de producción.

- La cosecha no debe suponer la extracción total de la vegetación, excepto en pastos y se alargan mucho los plazos para obtener dos cosechas consecutivas en un mismo lugar.
- Se diversifican los productos a obtener en un mismo lugar.
- Los procesos de manipulación genética son poco frecuentes o están poco extendidos.

Caracterizan, por tanto, al monte o a lo forestal, los largos turnos de su aprovechamiento si es leñoso y el hecho de que es necesaria la **permanencia** del vuelo, que se convierte en capital, para que se puedan obtener rentas o aprovechamientos.

Una vez precisados el contenido y el sujeto de la Selvicultura, vamos a comentar el **objeto** de la misma.

Dice la definición enunciada que es la producción continua de bienes y servicios necesarios para la Sociedad. La primera reflexión en este sentido es que si no existe una Sociedad que demande utilidades de las agrupaciones forestales, la Selvicultura no tiene razón de existir, de la misma forma que el aumento de esta demanda social fue la que generó la Selvicultura.

En relación con la producción es necesario desglosar por una parte la **continuidad** y por otra la **diversidad**, cuestión esta última que también puede ayudar a deslindar los campos agrícola y forestal.

El hecho de que la producción que la Selvicultura persigue deba ser, por definición, continua, nos enfrenta con el principio de **persistencia** de la masa vegetal, tradicionalmente enunciado y aplicado por los forestales, que concuerda con lo expresado al hablar de la permanencia del monte y que es lo mismo que lo preconizado recientemente por las estrategias de conservación de la naturaleza al hablar del uso racional de los recursos naturales renovables o de sustentabilidad o sostenibilidad.

El principio de persistencia informa de tal manera las técnicas selvícolas que, aquellas prácticas que no lo tienen presente deben ser calificadas como anticulturales, pues sencillamente no son Selvicultura.

Por otra parte, el monte, según la definición, produce bienes y servicios (y la Sociedad los demanda) en gran **diversidad**, tanto en el espacio como en el tiempo. La enumeración de los mismos se hará en el siguiente epígrafe, aunque ahora hay que resaltar el principio de **uso múltiple** del monte, incorporado a la Selvicultura y basado en dicha diversidad.

Este principio se deriva de que cualquier monte es capaz de suministrar simultáneamente varios bienes o servicios a la Sociedad, por lo que el selvicultor deberá gestionar de forma que se atiendan todos los aspectos productivos. La base de esta determinación es doble: la mejora y conservación de los montes está fundada en su apreciación por parte de los diferentes grupos sociales, que reciban los beneficios; las tensiones entre grupos con diferentes intereses son un factor de inestabilidad constante, y deben ser reducidas mediante la aplicación de este principio.

No obstante, puede existir incompatibilidad en la producción simultánea de dos productos, por ejemplo la pretensión de cazar en batida en un monte el mismo día en que se encuentra el ganado doméstico pastando. Por lo tanto, manteniendo en lo posible la diversidad de producciones, debe ser formulado por la Sociedad, con la conformidad del propietario y el

consejo del selvicultor, un orden de **preferencia** en esta producción.

Se comprueba que la producción que resulte preferente en cada monte será a la que sirvan las planificaciones y los tratamientos. Una vez formulada la producción preferente, deberá ser mantenida el tiempo suficiente para cubrir los objetivos de la gestión y función del monte, pues éste no admite cambios bruscos en estas trascendentes determinaciones. El resto de las utilidades, también jerarquizadas entre si, se tratarán de satisfacer organizando el espacio en relación al tiempo.

De la definición de Selvicultura se desprende su importancia:

- para el técnico forestal, porque es una de las disciplinas que le caracteriza profesionalmente y constituye la herramienta permanente de trabajo en sus actuaciones sobre el monte.
- para el conjunto de la sociedad, porque constituye la disciplina capaz de garantizar la posibilidad de disfrutar de bienes y servicios necesarios para su desarrollo y bienestar de forma continua y creciente.

El proceso lógico de actuación del selvicultor queda también expresado en la definición: primero se realiza un estudio y **análisis** del estado de la masa, de su funcionamiento y de su posible evolución, es decir se adquiere el conocimiento preciso, y se concluye con un **diagnóstico** de la situación y dinámica; después se analizan las **demandas** de la sociedad y las posibilidades de satisfacerlas, proponiendo la producción preferente y las subordinadas; se concluye con la **propuesta de un tratamiento**, teniendo presente que su aplicación, al no tratarse de una ciencia exacta y que se pueden producir variaciones en los dos puntos analizados anteriormente, deberá ser flexible en relación con las cuantificaciones programadas. Queda ilustrado este proceso con la figura I.1.

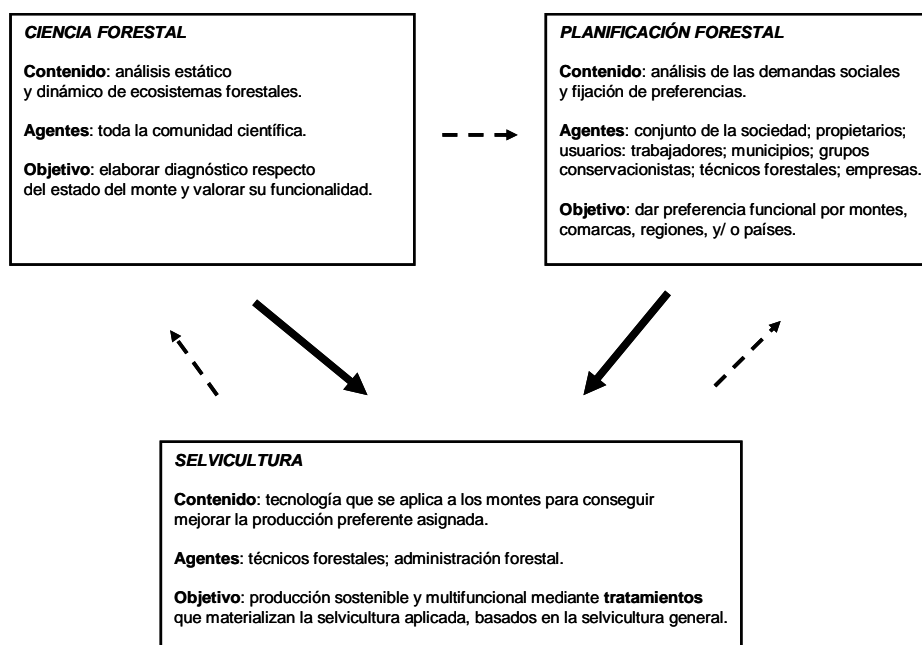


FIGURA I.1.- Concepto y relaciones entre ciencia forestal, planificación forestal y técnica forestal o selvicultura.

Se concluyen estas consideraciones sobre la actuación del selvicultor con la referencia a la forma de evaluar sus fracasos. Todos ellos se podrían encuadrar en alguno de los siguientes supuestos (BAKER, 1950):

- que no se asegure la producción continua, esto es, la quiebra del principio de persistencia.
- que el coste de la gestión sea superior a los beneficios obtenidos, será el fracaso económico en el cual la sociedad recibe menos de lo que aporta. Consideración especial merece el análisis de este punto en relación con la producción preferente de servicios, lo que se expondrá en el siguiente apartado.

Terminamos el epígrafe destinado a comentar el concepto de Selvicultura presentando la definición que resultó de la Reunión del Grupo IUFRO S6.04-06 (Educación e investigación en Selvicultura), celebrada en España y Portugal en septiembre de 1996, tras la encuesta emitida por Schmidt y contestada por 27 escuelas e instituciones (SCHMIDT, 1996): *La selvicultura es una ciencia aplicada que rige el manejo ecológicamente sostenible de los ecosistemas forestales para la satisfacción de las demandas de la sociedad (bienes y servicios). Para conseguir estos objetivos, la selvicultura diseña tratamientos ecológicamente sostenibles, abiertos al ejercicio de otras opciones por las generaciones venideras. La Selvicultura integra teorías, principios y métodos biológicos y ecológicos inferidos de los bosques, ya sean éstos espontáneos o artificiales, así como ciertas teorías y planteamientos económicos.*

Destacamos en esta nueva definición: la incorporación del término sostenible; la mención expresa a las generaciones venideras, implícita en las definiciones clásicas; y la mención a que las funciones económicas o productivas contribuyen al mantenimiento de las masas, a la posibilidad de aplicarles tratamientos y a garantizar su multifuncionalidad.

También se expuso en la discusión que la sostenibilidad de la Selvicultura tiene un triple carácter: ecológica, económica y social.

I.2.- Selvicultura y Producción.

Nos hemos referido a la continuidad y diversidad de la producción como objetivo de la Selvicultura. El hecho de la diversidad de productos que el monte ofrece de forma simultánea nos conducía a formular el principio del uso múltiple del monte y a la necesidad de establecer en cada caso un orden de preferencia.

Se sistematiza ahora el análisis de los bienes y servicios producidos por el monte, adoptando la clásica agrupación:

- **productos directos**, también llamados bienes o productos inmediatos o materias primas. Se definen por los siguientes atributos: son fácilmente medibles o evaluables en especie; se les puede aplicar una valoración económica a través de precios unitarios contrastados por el mercado; su disfrute suele requerir la extracción del monte y su transformación.

Una enumeración de este tipo de productos para el caso español, quizás incompleta, es la siguiente: madera, corcho, resina, frutos, pastos, leñas, cortezas, caza, apícola, hongos, esparto, plantas medicinales y aromáticas, ...

Otra característica de este tipo de productos es la gran variación de apreciación y utilidad que pueden tener en relación con el desarrollo industrial de la sociedad.

- **productos indirectos**, también llamados servicios o productos mediatos o externalidades. Se definen por atributos opuestos a los anteriores: son difícilmente medibles o evaluables en especie; su valoración económica es imposible o difícil o discutible; se obtienen o perciben por la mera existencia de la masa en el monte, siempre que se asegure su conservación.

Una enumeración para este caso es: regulación del ciclo hidrológico, disminuyendo las escorrentías y protegiendo los suelos; defensa frente a la erosión eólica; el mantenimiento de la composición de la atmósfera, con aporte de oxígeno y captación de CO₂, aspecto este último muy trascendente si se confirma el cambio climático por el efecto invernadero; mantenimiento de la vida silvestre y la biodiversidad tanto vegetal como animal, derivada esta función de los largos turnos; funciones paisajísticas; funciones recreativas, cada vez más importantes en la estructura social actual; funciones educativas, ...

La producción de *agua*, en cantidad regulada y en calidad asegurada, se manifiesta como una de las más trascendentes funciones de los montes en la actualidad. Así considerada, el agua puede ser clasificada como una materia prima, aunque habitualmente no se retribuye su producción, y deriva del trascendente servicio de la regulación del ciclo hidrológico.

Se comprende, tras estas enumeraciones, la importancia del principio del uso múltiple del monte, que la preferencia en la producción condicionará el tratamiento a aplicar y finalmente, que cuando esta preferencia recae en un servicio, la valoración del fracaso económico de la gestión sea difícil, lo que no exculpará de un esfuerzo continuo en la minimización de costes en todo caso.

El selvicultor, en la fase de estudio de cada monte, deberá enumerar y en lo posible cuantificar las utilidades que aquél puede prestar, intentando que, salvo caso de incompatibilidad manifiesta, ninguna quede sin ser aprovechada y garantizada la persistencia de todas ellas.

Otra utilidad importante de los montes, relacionada en gran medida con lo contenido en el siguiente epígrafe, es su papel como fuente de trabajo o empleo. Independientemente de su producción preferente, que cuando es directa requiere aplicación de trabajo en la extracción de productos, siempre son necesarias tareas de mantenimiento, que al realizarse en superficies extensas, contribuyen de forma trascendente en el empleo rural.

I.3.- Papel social de la Selvicultura.

La Sociedad es, en relación con la Selvicultura, a la vez destinataria de los bienes y servicios que el monte produce y la que marca las preferencias en la aplicación del principio del uso múltiple, lo que la convierte en un factor fundamental en la planificación y práctica selvícola, a la vez que en una limitación o factor condicionante a veces más importante que el clima, el suelo o la propia composición específica de la masa. Otra vez se manifiesta la Sociología como un valioso auxiliar de la Selvicultura.

Al necesitar la Sociedad para su desarrollo y bienestar, con igual urgencia, del aporte de materias primas, que el monte produce y la Selvicultura asegura de forma continua, y de los productos que hemos denominado indirectos, se constituye el monte o el sector forestal en una **infraestructura básica** de los países, que debe ser amparada y fomentada por una correcta y adaptada política forestal. Desgraciadamente, y por muchos y variados motivos en referencia al caso español, no se le presta la atención que merece en muchos casos. Se recuerda que la política forestal se compone de: planificación; medios (humanos y financieros); y legislación.

La formulación de políticas forestales, que a causa del principio de persistencia y de los largos turnos de aprovechamiento, deben ser constantes y dilatadas en el tiempo, es una tarea que debe ser asumida por el conjunto de la sociedad de forma que se equilibren adecuadamente las tensiones, necesariamente siempre presentes, provocadas por los diferentes intereses de los distintos grupos sociales.

Las referidas tensiones se manifiestan con diferentes rangos territoriales, desde las correspondientes a un ejemplo citado anteriormente entre ganaderos y cazadores de alcance muy local, siguiendo por las generalizadas entre pastoreo y regeneración natural, terminando en un nivel muy global como las existentes actualmente entre las opiniones de los ambientes urbanos, caracterizadas por tendencias presuntamente conservacionistas, que pretenden asignar la preferencia en grandes territorios a los servicios y las opiniones de los ambientes rurales y de los propietarios, con tendencia a defender una producción directa que les asegure rentas y trabajo.

Como en tantas otras cuestiones, también en ésta, el equilibrio estará en mantener una posición intermedia, por supuesto compatible con el principio de persistencia y las limitaciones ecológicas y técnicas de cada monte. Hay que tener en cuenta que las tensiones referidas, con mayor o menor intensidad, siempre estarán presentes en la práctica de la Selvicultura, siendo ilusoria la pretensión de que desaparezcan. Por tanto, la práctica selvícola deberá contar con el conocimiento de la opinión y las costumbres de las poblaciones rurales para asegurar el aprecio por el monte y reducir los riesgos de incendios intencionados o negligentes. Las opiniones de ámbitos urbanos, por otra parte, parece que cada vez tienen mayor influencia en la legislación, lo que provoca muchas veces su inadaptación a la realidad selvícola y social.

I.4.- División o enfoques de la Selvicultura.

Los tratados de Selvicultura, al llegar al punto de sistematizar sus contenidos o ramas, realizan dos tipos de divisiones:

1.- Con un criterio académico o conceptual se puede distinguir entre **Selvicultura general** (antiguamente conocida como Dasonomía), que trata de los principios, bases y tratamientos casi universales de esta disciplina, y **Selvicultura aplicada** o particular (SCHÜTZ, 1990), con referencia a la práctica concreta de la misma. Esta concreción puede realizarse en relación con el ámbito territorial o climático de aplicación, de donde surgen selviculturas con denominaciones tales como tropical, boreal o centroeuropea, mediterránea, etc... Una concreción mayor se consigue con referencias a la especie o especies a las que se aplica la Selvicultura, que en este enfoque podría denominarse Selvicultura específica.

Dentro de la Selvicultura aplicada también se pueden plantear enfoques relacionados con objetivos concretos, selvicultura funcional, como la selvicultura preventiva de incendios o con producciones concretas, como la selvicultura de las dehesas, las dos citadas dentro del ámbito mediterráneo. En el presente texto se va a tratar de explicar una Selvicultura general, sin omitir las prácticas o aplicaciones más características del caso español.

2.- Otro criterio para definir enfoques en la Selvicultura es basarse en los objetivos, limitaciones y grado de intensidad de las actuaciones selvícolas. Esta forma de abordar el problema es importante y muy didáctica.

La selvicultura o el selvicultor están inmersos en su proceso de diagnóstico y proposición de actuaciones, o tratamientos, en un conjunto de cuestiones que se pueden clasificar en tres grupos (DANIEL et al, 1982): ecológicas, técnicas y sociales, que condicionan o limitan su actuación y sobre las que él a su vez puede y debe influir.

Entre las limitaciones ecológicas se encuentran: la calidad de la estación o capacidad productiva marcada por el clima, el suelo y la fisiografía; la vegetación, su composición específica, su fisiología y características genéticas; las plagas, las enfermedades, los incendios; etc ...

Entre las limitaciones técnicas se pueden incluir: la disponibilidad de equipos humanos y de maquinaria para poder desarrollar las actividades; la existencia de materiales, semillas o plantas adecuadas; la aplicación de presupuestos o recursos económicos suficientes y proporcionados a las necesidades y urgencia de las operaciones; capacitación técnica, conocimientos y experiencias adecuados a cada caso; condicionantes tecnológicos de la industria de transformación; etc...

Entre las limitaciones sociales se pueden referir: las de tipo legal o político; la voluntad de los propietarios; las tensiones entre grupos sociales referidas anteriormente; las demandas económicas o de rentabilidad; la preferencia marcada en el tipo de producción; el mercado de las materias primas, normalmente orientado por la industria; el paro; políticas de abandono de tierras promovidas por la PAC; etc...

Visto el conjunto de limitaciones que en cada caso actúan, la Selvicultura, según este criterio, puede adoptar dos enfoques o tendencias, por otra parte difíciles de deslindar (MONTERO *et al.*, 1993) en muchos casos: **Selvicultura extensiva** y **Selvicultura intensiva**.

La Selvicultura extensiva se plantea y caracteriza según lo siguiente: la calidad de la estación es poco productiva, o lo son las especies que se están tratando; puede haber riesgos de degradación del suelo con tratamientos intensos, o hay dificultades de regeneración; técnica y económicamente tienden a reducirse los consumos; se tiende a utilizar el propio aprovechamiento de productos directos como herramienta de mejora de la masa; en los aspectos sociales e industriales existe conformidad con un relativamente bajo nivel de producción; se tiende a aplicar la regeneración natural en monte alto.

Con características opuestas, la Selvicultura intensiva se define por: tanto la calidad de la estación como las especies son de alta productividad; no hay riesgos de degradación edáfica irreversible y se suele recurrir a la regeneración artificial; se plantea incrementar los consumos de trabajo o energía, para incrementar convenientemente la producción; la producción preferente es de bienes; existe demanda social e industrial respecto de la producción preferente; el balance económico final debe tender a ser máximo, con mejoras técnicas constantes; ...

Algunos autores se refieren a la Selvicultura intensiva calificándola de cultivos forestales, pues participa de prácticas parecidas a las de la agricultura.

La Selvicultura extensiva también recibe a veces la denominación de multifuncional o se la describe como selvicultura próxima a la naturaleza. Por oposición, en estas ocasiones la Selvicultura intensiva se denomina como monofuncional o productivista.

Es importante resaltar que las prácticas selvícolas no son o no pueden ser en si mismas extensivas o intensivas. Este carácter es algo relativo, se pueden ordenar según el grado de intensividad o extensividad un conjunto de prácticas o situaciones, pero un caso concreto no es por si mismo ni intensivo ni extensivo.

I.5.- Evolución histórica de la Selvicultura.

La evolución histórica del estado de los montes y la evolución de su aprovechamiento más o menos intenso o racional han estado ligadas en todas las civilizaciones a sus respectivos niveles culturales, sociológicos y políticos.

La investigación de estas cuestiones se aborda a través del estudio de: la elaboración y cumplimiento de normas o leyes; la organización administrativa derivada de la necesidad de vigilar el cumplimiento de la legislación (administraciones forestales); y de las formas de propiedad de los montes, de gran trascendencia en la conservación y evolución de los mismos.

En cuanto a la evolución de la Selvicultura, como arte primero y como ciencia y tecnología después, se puede afirmar que ha sido paralela a la evidencia dentro de las sociedades de que al aumentar la demanda de productos forestales, como consecuencia del aumento de población y del desarrollo industrial, mientras la oferta permanecía constante o incluso reducida por las prácticas anticulturales, era necesario controlar racionalmente el proceso. Simultáneamente se produce el avance científico en las disciplinas básicas, lo que posibilita su aplicación y la revisión del fundamento de las prácticas intuitivas aplicadas hasta la fecha.

Hay acuerdo entre los autores (SCHÜTZ, 1990) en asignar la paternidad de la selvicultura en Europa, y por tanto en general, al francés Henry-Louis Duhamel de Monceau (1700-1782), quien en su obra *Traité complet des bois et forêts* recoge las prácticas empíricas del manejo de los bosques. Recientemente se ha editado (SECF y JCYL, 2009) la edición facsímil de uno de los libros de la obra de Duhamel de Monceau, *Del Aprovechamiento de los Montes*, con motivo del 5º Congreso Forestal Español.

La organización de servicios forestales en Alemania al final del siglo XVIII, conduce a la creación de varias escuelas forestales en las que se enseña y genera la selvicultura moderna. Las figuras más importantes de esta época, con influencia hasta 1880, y considerados como los creadores de la selvicultura moderna son Heinrich Cotta (1763-1844) y Georg Ludwig Hartig (1764-1837). Su enfoque se caracteriza por el objetivo de restaurar bosques degradados por prácticas anticulturales, basando la regeneración en las cortas de monte alto regular, sin profundizar en la práctica de las claras. En Francia, realizan un enfoque similar Bernard Lorentz (1775-1865), primer director de la Escuela de Nancy fundada en 1824, y A. Parade (1802-1865).

En España, Agustín Pascual González (1818-1884), discípulo de Cotta en Tharandt (Alemania), fundó, junto a Bernardo de la Torre Rojas, la Escuela Especial de Ingenieros de Montes de Villaviciosa de Odón en 1848, siendo profesor de Selvicultura durante varios años.

Tras estos inicios doctrinales, la selvicultura va evolucionando e incorporando nuevas tendencias y enfoques, siendo una de las más trascendentales la que se produce en 1880, debida a Karl Gayer (1822-1907), profesor en Munich, que se denominó "selvicultura próxima a la naturaleza", por la que se flexibilizan las rígidas determinaciones de las primeras ordenaciones y por la que la regeneración natural adquiere mayor protagonismo.

Prácticamente a la vez, se desarrollan las propuestas para el tratamiento en monte alto irregular o cortas por entresaca con Adolphe Gurnaud (1825-1898), Henry Biolley (1858-1939). La aplicación ordenada y racional de cortas intermedias o claras se inician con C. Michaelis (1853-1920) en Alemania y Ch. Broilliard (1831-1910) en Francia. Continuadores notables de estos trabajos fueron Schädelin (1873-1953), Philipp, Assmann,...

En España, a Agustín Pascual, primer profesor de Selvicultura, le sucedió en la enseñanza de la Selvicultura, en 1855, el eminente botánico Máximo Laguna.

Posteriormente se incorpora a este cometido Pedro de Ávila y Zumarán. El siguiente profesor de Selvicultura fue, entre 1875 y 1887, Primitivo Artigas, quien publicó en 1890 el primer texto de selvicultura en español: *Selvicultura o cría y cultivo de los montes*.

Posteriormente se encargó de la docencia de la Selvicultura, ya en la Escuela de San Lorenzo de El Escorial, Miguel del Campo quién ejerció entre 1891 y 1911, publicando en 1915 un breve texto de Apuntes de "Silvicultura" que incluía unas muy precisas lecciones de Selvicultura forestal.

Santiago Olazábal y Gil de Muro se incorpora posteriormente y es sustituido en 1923 por Ezequiel González Vázquez, ya en la Escuela de Madrid, quien publicó un tratado de Selvicultura en dos tomos: *Fundamentos Naturales de la Selvicultura. Los Bosques Ibéricos*, editado por el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias en Valencia en 1938; y *Estudio Cultural de las Masas Forestales y los Métodos de Regeneración*, editado en Madrid por el autor en 1948.

Cesa González Vázquez en 1952 y es sustituido por José Luis Ramos Figueras, quien entre otros cargos ostentó el de Director de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid y el de primer Rector de la Universidad Politécnica de Madrid.

Durante el siglo XX (SCHÜTZ, 1990) la historia de la selvicultura ha sido marcada por corrientes diversas, modas, a menudo pasajeras. Lo que se ha denominado Selvicultura general permanece, mientras que se han desarrollado con gran profusión las aplicaciones prácticas o específicas.

I.6.- Evolución histórica de los montes españoles.

Tomamos las referencias para este apartado de la obra de BAUER (1980), haciendo un breve resumen, pues es valioso conocer la historia de los montes para interpretar su estado actual y poder actuar con eficacia sobre ellos en el futuro.

Durante la Edad de Piedra, hasta aproximadamente el año 3000 antes de Cristo, la población, muy escasa, se dedica a la recolección de frutos silvestres y a la caza, sin incidencia sobre una vegetación forestal, extensa y sin alteraciones importantes. Los estudios paleopalínológicos reflejan una predominancia de especies frondosas en el noroeste de la Península Ibérica, mientras que en la cuenca mediterránea, eran dominantes los pinos.

Durante el plazo entre 3000 a.C. y 500 a.C., se inicia la agricultura y la ganadería. Una agricultura migratoria posiblemente empezó a formar montes claros adheridos en aspecto parecido al que conocemos ahora. La ganadería utiliza el fuego como herramienta para facilitar e intensificar su actividad y se centra en el ganado cabrío. Se inicia la era del metal, por lo que el carbón vegetal y la leña aumentan su demanda. Comienza la deforestación, aunque con intensidad reducida por la escasa población.

La Edad Antigua (entre 500 a.C. y 500 d.C.) se caracteriza por las colonizaciones de fenicios, griegos, cartagineses y romanos. Aumenta el consumo de leña y madera, a la par que la cabaña ganadera, convirtiéndose la Península Ibérica en exportadora de maderas, metales y productos ganaderos y agrícolas. Prevalece el uso común de bosques y pastos. Es de suponer que en el tiempo romano los bosques quedan reducidos al 50% del territorio. Se intensifican las técnicas agrarias, como lo denotan las obras de Columela *De re rustica* y *De arboribus*.

La Edad Media (entre los años 500 y 1500) se caracteriza por un continuo estado de guerra. En la Reconquista, con sus ocho siglos de duración, se prodiga la quema de bosques para evitar emboscadas. Los terrenos conquistados, incluidos los forestales, son asignados por los reyes unas veces al clero (órdenes militares) o a la nobleza, en recompensa por méritos de guerra. Los tres estamentos los repueblan con gentes que disfrutaban en común los montes y pastos.

La protección que el Estado otorga durante esta época a La Mesta provoca un importante aumento de la cabaña ganadera, con perjuicios a la regeneración natural y fomento de incendios para mejora de pastos. Simultáneamente se produce un gran auge en la Marina (pesquera, mercante y armada). En tiempos de los Reyes Católicos ya se construyen naves de 500 a 1000 T. Se necesitaban por cada cien toneladas de buque, dos mil metros cúbicos de madera en rollo. A finales de este período la flota, de enormes dimensiones para la época, es la base de la hegemonía política y económica, a la vez que posibilita el descubrimiento y colonización de América.

La Edad Moderna tiene un primer período, a efectos de estos comentarios, que va desde 1500 a mediados del siglo XIX, en el que el desarrollo de la Marina se incrementa primero, se sostiene con maderas americanas después, y decae finalmente. El estado de los montes no debía ser muy favorable cuando Felipe II, en carta al Presidente del Consejo de Castilla en 1582 dice *"... una cosa deseo ver acabada, y es lo que toca a la conservación de los montes y aumento de ellos, que es mucho menester, y creo que andan muy al cabo. Temo que los que vinieran después de nosotros han de tener mucha queja de que se los dejamos consumidos, y plegue a Dios que no lo veamos en nuestros días ..."*.

Durante el reinado de los Borbones se activa la política forestal, al servicio de la Marina (Ordenanza para la conservación y aumento de los montes de Marina, 1748).

El estado de los montes en estos periodos se puede conocer por dos documentos importantes en este sentido: las relaciones histórico-geográficas ordenadas por Felipe II, de alrededor de 1580; y el Catastro del Marqués de la Ensenada elaborado entre 1751 y 1753.

En el siglo XVIII la deforestación está muy avanzada. El que algunos bosques permanecieran en buen estado de conservación estaba ligado al tipo de propiedad: Corona, Iglesia, Concejos o Nobleza.

En relación con estos bosques, tienen desastrosas consecuencias las desamortizaciones propuestas por las leyes liberales de 1837, 1855, 1859 y 1860/62, en que se transfieren del orden de cuatro millones de hectáreas, procediendo los nuevos propietarios a cortas completas, roturaciones y pastoreo. El desarrollo industrial de la época, máquina de vapor, convierte al carbón vegetal en un producto muy demandado, con consecuencias trascendentes en la estructura y conservación de los bosques.

Al principio de la Edad Contemporánea, segunda mitad del siglo XIX, se ponen las bases para una política forestal: se promulgan leyes de protección (Ley de Montes de 1863); se crea la Escuela Especial de Ingenieros de Montes en Villaviciosa de Odón en 1847; se crean diversos órganos administrativos y sus correspondientes cuerpos de técnicos y de guardería, entre ellos el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias en 1907; y, como instrumento de gran eficacia, se crea el Catálogo de Montes de Utilidad Pública en 1862, para exceptuar de la desamortización montes en los que la función protectora es relevante. Este Catálogo es el que nos ha transmitido hasta la actualidad los montes mejor conservados.

Como se ve, la historia de los montes españoles ha estado dominada por una acción humana desordenada que ha dañado la superficie forestal a través de roturaciones agrícolas, incendios, pastoreo y cortas sin atención a la regeneración, lo que combinado con una fisiografía caracterizada por fuertes pendientes, un clima en muchos lugares de sequías acusadas y suelos de gran sensibilidad frente a la erosión, ha dado como resultado un estado actual de la superficie nacional caracterizado por una gran escasez de arbolado, como se comprueba en el cuadro I.1, donde figuran datos correspondientes al segundo y último Inventario Forestal Nacional, tomados de DGCONA (1998).

CUADRO I.1.- Distribución de la superficie de España según usos.

Superficie geográfica (ha)	50.596.014	100%
Superficie no forestal: agrícola, urbana, aguas y roquedos (ha)	24.611.952	48,65%
Superficie forestal total (ha)	25.984.062	51,35%
Superficie forestal arbolada * (ha)	10.625.698	21,00%
Superficie forestal con arbolado ralo ** (ha)	3.278.962	6,48%
Superficie forestal desarbolada (ha)	12.079.402	23,87%

* Fracción de cabida cubierta (Fcc) del arbolado > 20%. Fcc es un índice de espesura que se definirá en el siguiente capítulo.

** Fcc del arbolado entre 20 y 5%. El límite del 5% define las superficies desarboladas o rasas.

Se comprueba que la superficie forestal española cubre la mitad del territorio nacional, que dentro de ésta, la superficie arbolada está en torno a la cuarta parte, lo que resulta más grave si se tiene en cuenta que en la mitad de la superficie arbolada la espesura actual debe considerarse como defectiva o escasa.

También se desprende de estas simples cifras la importancia de la repoblación forestal sobre unos doce millones de hectáreas desarboladas, en las que un 70% (varían las estimaciones según los autores) existen fenómenos erosivos más que graves.

El estado actual de la superficie forestal se desglosa, según datos de DGCONA (1998), en función del régimen de propiedad, de la manera que queda reflejada en el cuadro I.2.

CUADRO I.2.- Distribución de la superficie forestal de España según su régimen de propiedad.

TITULAR	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie media por monte (ha)
Estado	1.287.640	4,9%	500
Entidades Públicas	6.906.224	26,6%	600
Consortios	492.502	2,0%	200
Privado	17.297.696	66,5%	3

En relación con la composición específica, la superficie arbolada se descompone según los cuadros I.3 y I.4.

CUADRO I.3.- Distribución específica de las coníferas en España

CONÍFERAS	Superficie (ha)	% de la sup. arbolada	
		Coníferas	Total
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i>	582.060	9,43	4,55
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>mesogeensis</i>	1.023.410	16,58	8,00
<i>Pinus halepensis</i>	1.295.833	21,00	10,13
<i>Pinus sylvestris</i>	1.105.382	17,91	8,64
<i>Pinus nigra</i>	828.945	13,43	6,48
<i>Pinus pinea</i>	388.444	6,29	3,04
<i>Pinus radiata</i>	244.579	3,96	1,91
<i>Juniperus</i> sp.	137.282	2,22	1,07
<i>Pinus uncinata</i>	86.477	1,40	0,68
<i>Pinus canariensis</i>	69.664	1,13	0,54
<i>Abies alba</i> y <i>Abies pinsapo</i>	62.524	1,01	0,49
Otras coníferas: <i>Taxus baccata</i> , <i>Cedrus</i> , <i>Larix</i> , <i>Pseudotsuga</i> ...	35.159	0,57	0,27
Parte proporcional de mezclas con frondosas	311.045	5,07	2,43
TOTAL CONIFERAS	6.170.784	100,0	48,23

CUADRO I.4.- Distribución específica de las frondosas en España.

FRONDOSAS	Superficie (ha)	% de la sup. arbolada	
		Frondosas	Total
<i>Quercus ilex</i> , Fcc > 20%	1.345.037	20,32	10,52
<i>Quercus ilex</i> , Fcc < 20%, superficie estimada en dehesas	2.278.000	34,42	17,82
<i>Quercus pyrenaica</i> *	344.149	5,21	2,69
<i>Quercus suber</i>	409.025	6,19	3,21
<i>Quercus faginea</i> , y <i>Quercus canariensis</i> *	173.826	2,63	1,37
<i>Fagus sylvatica</i>	355.390	5,38	2,79
<i>Eucalyptus sp.</i> norte	258.529	3,90	2,03
<i>Eucalyptus sp.</i> sur	293.988	4,44	2,31
<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus petraea</i> y <i>Quercus pubescens</i>	143.826	2,18	1,14
<i>Castanea sativa</i>	83.497	1,27	0,66
<i>Populus sp.</i> y otras especies de ribera	89.856	1,37	0,71
<i>Olea europaea</i>	16.998	0,28	0,14
Mezclas de frondosas	502.602	7,59	3,94
Parte proporcional de mezclas con resinosas	311.045	4,82	2,44
TOTAL FRONDOSAS	6.622.086	100,0	51,77

* La reducción de superficies asignadas a rebollos y quejigos en el IFN-II respecto del IFN-I, se explica por el valor asignado a mezclas de frondosas en el segundo inventario, categoría que se supone compuesta preferentemente por las especies citadas.

I.7.- Tendencias actuales de la Selvicultura en España.

Las tendencias actuales de la Selvicultura en el mundo son muy variables en los diferentes países en función del grado de integración de lo forestal en su contexto socioeconómico, de la existencia de déficit o excedentes en la producción de madera, de su desarrollo industrial, de la percepción social respecto de los productos indirectos, etc...

En algunos países industrializados del norte con baja densidad de población, se practica con cierta generalidad una selvicultura de cierta intensividad, con producción preferente de madera, calificada por SCHÜTZ (1990) como monofuncional y artificial. También se practica este tipo de selvicultura en algunos países o regiones con escasa superficie arbolada y climas favorables, basándose en masas artificiales.

En países de más alta densidad de población, con masas naturales de muy variadas especies y estructuras, se aplica una selvicultura multifuncional (aplicación del principio del uso múltiple) y continuadora de la "proximidad a la naturaleza" formulada por Gayer. En los aspectos económicos tiende a ser autosuficiente, con marcada preferencia sobre la calidad de las maderas producidas que sobre su cantidad. Son algunos países europeos, entre ellos España.

El mismo autor se refiere a una tercera tendencia, que se produce en países con pocos recursos o superficie forestales, muy industrializados y con alta densidad de población, en el que las funciones productoras del monte quedan relegadas, cuando no proscritas, y que califica como selvicultura ecologista. Hace recaer los gastos de mantenimiento del monte en el Estado.

Tras haber descrito someramente la historia de los montes en España y reflejado las grandes cifras del estado actual de superficies, se pueden recomendar las grandes líneas de la gestión selvícola en nuestro país actualmente y para el futuro, sin que el orden de exposición corresponda con sus prioridades o importancia:

A.- En relación con el consumo de madera, España es claramente deficitaria, con un déficit cifrado en 9,2 millones de m³ de madera sin corteza en 1996. El aumento de la producción deberá basarse en aquellos territorios con alta potencialidad productiva, localizados preferentemente en la Cornisa Cantábrica. Las líneas de trabajo son dos: incrementar la productividad de los montes actuales mediante intensificación de su selvicultura y de otras técnicas como la mejora genética; e incrementar la superficie poblada por bosques productivos de alto rendimiento, en proporción adecuada al déficit actual, lo que representaría unas 300.000 a 400.000 ha. En 1990 las masas artificiales de especies de crecimiento rápido (*Eucalyptus sp.*, *Populus sp.*, *Pinus pinaster* subesp. *atlantica*, *Pinus radiata*) ocupaban el 19% de la superficie forestal arbolada nacional y producían el 81% de la madera (PORTILLO, 1990). Actualmente dicha superficie relativa es del 11,5% (DGCONA, 1998).

B.- En relación con otras producciones directas no maderables, los montes españoles ofrecen una gran diversidad de situaciones, que requerirán técnicas específicas o particulares, que el selvicultor español debe conocer y aplicar, y que no son posible importar de otros países o ámbitos geográficos. Los ejemplos más significativos son el tratamiento de: montes en resinación; dehesas; pinares de pino piñonero para la producción de fruto; alcornocales; cinegética;...

El fomento de estas producciones no sólo responde a una necesidad marcada por las condiciones ecológicas y por la composición específica, sino que responden a una estrategia conveniente de gestión selvícola basada en tratar de aumentar la diversidad de producciones, para disminuir los riesgos de pérdida de valor de algún producto. El papel de la producción forestal directa en relación con el desarrollo rural debe ser potenciado.

C.- En relación con la fijación de producciones preferentes, y excepto en casos muy concretos y poco extensos de aplicación de selvicultura intensiva, se deberá tender a la multifuncionalidad. La importancia del papel regulador del bosque en relación con el ciclo hidrológico es trascendente en nuestro país, por lo que los tratamientos garantizarán en todo caso esta función, y las repoblaciones forestales protectoras deberán tener una gran trascendencia, lo que además propiciará una transferencia de terrenos agrícolas a forestales.

D.- Es prioritaria la defensa del monte en toda su integridad. La prevención de plagas, enfermedades y de los incendios forestales debe presidir todas las actuaciones. La limitación de procesos de cambio de uso del suelo forestal a agrícola o urbano debe ser aplicada.

E.- Debe ser abordada la conversión o transformación de muchas masas que en la actualidad han perdido su utilidad económica como consecuencia del desarrollo industrial. La integración bosque-industria debe ser potenciada, así como la mejora del tratamiento tecnológico de los productos y la mejora de la calidad de los mismos por parte del selvicultor.

F.- Muchas tareas de mejora y conservación de masas se encuentran pendientes en la actualidad por falta de respaldo económico. La baja rentabilidad de muchos montes, ligada a las condiciones estacionales, y la gran superficie privada, requieren que la actividad selvícola sea ejecutada o ayudada por las administraciones públicas, que no siempre reconocen la importancia de este sector.

Se finaliza este capítulo transcribiendo íntegramente el prólogo de la obra *Anweisung zum Waldbau* (Consejos de Selvicultura) escrita en 1816 por Heinrich Cotta, que no ha perdido actualidad y que trata muchas cuestiones que han quedado reflejadas en el presente capítulo. El texto se ha recogido de la *Revista de Montes* (1912) donde fue traducido por Eduardo Herbella. El mismo texto figura como epílogo de la obra de DANIEL et. al. (1982) y también ha sido publicado en la *Revue forestiere française*. Se recomienda su lectura:

"Si los hombres abandonasen Alemania, estaría este país, después de cien años, totalmente cubierto de vegetales leñosos, y, como nadie los aprovecharía, abonarían el suelo, y los bosques serían, no solamente más grandes, sino también más fértiles.

Pero si después volviesen los hombres y demandasen tanta madera, brozas y pastos como ahora, volverían los bosques, aun con la mejor explotación, a ser, no solamente más pequeños, sino también más estériles.

Se forman y subsisten, pues, mejor los bosques allí donde no hay hombres ni, por consiguiente, tampoco ciencia forestal, y tienen, según eso, completa razón los que dicen: "Antes carecíamos de ciencia forestal, pero teníamos bastante madera, hoy tenemos la ciencia, pero carecemos de madera".

Pero también puede decirse con razón: "Son más sanos los hombres que no necesitan médico que aquellos a quienes sucede lo contrario", sin que de ahí se deduzca que los médicos sean culpables de las enfermedades. No habría médicos si no existiesen enfermedades, ni ciencia forestal sin escasez de madera. Esta ciencia no es más que hija de la escasez, su compañera ordinaria. La frase anterior: "Antes carecíamos de ciencia forestal, etc.", recibe, pues, un sentido más razonable, cuando se dice: Tenemos ahora ciencia forestal, porque nos falta madera.

Mas la ciencia forestal no posee remedios mágicos, y nada puede hacer contra el curso de la Naturaleza. El célebre Verdey decía: "El buen médico deja morir los hombres, el malo los mata". Con la misma razón se puede decir: El buen forestal deja venir a menos los bosques más frondosos, el malo los estropea.

En efecto: así como el buen médico no puede evitar que mueran los hombres, porque ese es el curso de la Naturaleza, tampoco puede evitar el mejor forestal que los bosques procedentes de otras edades sean inferiores ahora, cuando se les aprovecha, que antes, cuando no se les aprovechaba.

Alemania poseía, en otros tiempos, bosques enormemente grandes, frondosos y muy fértiles. De grandes se han convertido, empero, en pequeños, y de fértiles en estériles. Cada generación humana veía nacer una generación más desmedrada de vegetales leñosos. Aquí y allá admiramos todavía robles y abetos gigantescos, que han crecido sin ningún cultivo, estando convencidos de que por ningún arte ni cuidado podríamos criar nosotros árboles semejantes. Los nietos de aquellos árboles gigantescos presentan ya signos de próxima muerte, antes de haber alcanzado siquiera la cuarta parte del volumen leñoso de los antiguos, y no hay arte ni ciencia capaz de criar ahora en el suelo esterilizado bosques semejantes a los que todavía se talan en algunos sitios.

Por consiguiente, también el buen forestal deja venir a menos los bosques: pero solamente allí donde no se puede evitar. El malo, en cambio, los estropea en todas partes.

Puede suceder que no se aproveche el bosque, que se aproveche de un modo ordenado, o de un modo defectuoso. En el primer caso mejora el suelo cada vez más; en el segundo, permanece en un equilibrio natural; y en el tercero, empeora. El buen forestal extrae el máximo rendimiento del bosque, sin estropear el suelo, el malo estropea éste y acaso solamente obtiene la mitad del verdadero rendimiento.

Apenas es creíble cuanto se puede beneficiar o perjudicar un monte por el modo de tratamiento, y la verdadera ciencia forestal contiene, por consiguiente, muchísimo más de lo que presumen los que solamente conocen lo vulgar de ella.

Hace treinta años me imaginaba que conocía bien la ciencia forestal. Me había criado con ella y la había oído también en Universidades.

No me han faltado, desde entonces, ocasiones de ampliar mucho mis ideas, y en ese largo período he logrado comprender muy claramente, que sé todavía poco de las entrañas de esta ciencia, y que no hemos llegado en ella, ni con mucho, al punto que algunos creen haber pasado ya hace tiempo.

Muchos están probablemente en el caso en que estaba yo hace treinta años: ¡es de desear que vuelvan también en sí!. La ciencia forestal se funda en el conocimiento de la Naturaleza; pero cuanto más profundizamos en ésta, tanto mayores son las profundidades que vemos delante de nosotros. Se domina pronto lo que alumbra el resplandor de una lamparilla de aceite. Muchas cosas descubrimos a la luz de las antorchas, pero infinitamente más a la luz del día. Cuanta más claridad hay en derredor nuestro, tantos más objetos desconocidos se nos muestran, y es un signo evidente de frivolidad cuando alguien cree saberlo todo.

Nuestros forestales se dividen todavía ordinariamente en empíricos y eruditos.

Raras veces están reunidas ambas cualidades.

Pronto se aprende lo que el primero considera suficiente para el gobierno del monte, y pronto se imprimen en la memoria los principios sistemáticos del segundo. Pero en la práctica es el arte del primero a la ciencia forestal fundamentada, como el arte del curandero a la verdadera Medicina, y el segundo no conoce muchas veces el bosque... porque tiene demasiados árboles. Las cosas tienen en el bosque muy distinto aspecto que en los libros: por eso se ve allí a menudo el erudito abandonado por su erudición y desarmado ante la osadía del empírico.

Tres causas explican principalmente el gran atraso que ha todavía en materia de montes:

1ª. El largo período de tiempo que necesita la madera para su formación;

2ª. La gran diversidad de localidades en que crece; y

3ª. La circunstancia de que, generalmente, el forestal que practica mucho, escribe poco, y en cambio, el que escribe mucho, practica poco.

La primera causa tiene por consecuencia que se considere frecuentemente como bueno y se haga pasar por tal algo que solamente es bueno cierto tiempo, pero que a la larga es perjudicial al gobierno del monte.

La segunda causa es la culpable de que muchos declaren bueno o malo algo que solamente es bueno o malo en determinados sitios.

La tercera causa hace que las mejores experiencias mueran con los hombres que las han adquirido, y que, en cambio, muchas experiencias meramente subjetivas sean copiadas tantas veces por los forestales únicamente escritores, que al fin se conviertan en artículos de fe, que nadie se atreve ya a contradecir, por subjetivos y erróneos que sean.

La doctrina de la Selvicultura que se explicará aquí, tiene solamente un rango secundario en la ciencia forestal, pero por su importancia le correspondería el primer lugar, y merece por esa razón ser preferentemente desarrollada. Las reglas establecidas en este escrito son deducidas de la experiencia, así como las excepciones que las acompañan.

Nadie más lejos que yo de la presunción de considerar como únicamente verdaderas mis propias ideas, así es que admito muy gustoso cualquier enmienda".

I.8.- Bibliografía

- ARTIGAS, P. - 1890. *Silvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta Moreno y Rojas. Madrid.
- BAKER, F.S. - 1950. *The principles of Silviculture*. McGraw-Hill. New York.
- BAUER, E. - 1980. *Los montes de España en la Historia*. Servicio de Publicaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- CAMPO, M. del - 1915. *Silvicultura; Apuntes 1º curso*. Imprenta Alemana. Madrid.
- DANIEL, P.W.; HELMS, U.E. y BAKER, F.S. - 1982. *Principios de Silvicultura*. McGraw-Hill Book Co. México.
- DGCONA. - 1998. *Segundo Inventario Forestal Nacional, IFN-II, 1986-1996, España*. Mº de Medio Ambiente. Madrid.
- GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Silvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y de los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.
- HERBELLA, E. - 1912. Traducción de "El prólogo de la Silvicultura de Cotta". *Revista de Montes*. año XXXVI, pág. 317-320. Asociación de Ingenieros de Montes. Madrid.
- LANIER, L. - 1986. *Précis de sylviculture*. E.N.G.R.E.F. Nancy.
- MINISTERIO DE FOMENTO. - 1862. *Catálogo de los montes públicos exceptuados de la desarmotización*. Edición facsímil realizada por ICONA en 1991. Madrid.
- MONTERO, G.; ROJO, A.; HERNANDEZ, A. - 1993. Teoría y Práctica de la Silvicultura. *Congreso Forestal Español - Lourizán 1993*. Ponencias y Comunicaciones. Tomo II, pp. 433-448. Sociedad Española de Ciencias Forestales - Xunta de Galicia. Vigo.
- PORTILLO, E. - 1990. Las repoblaciones con especies de crecimiento rápido. *Revista Ecología*. Fuera de Serie nº 1. ICONA. pp. 429-436. Madrid.
- OLDEMAN, R.A.A. - 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer-Verlag. Berlín.
- ORTUÑO, F.; CEBALLOS, A. - 1977. *Los bosques españoles (síntesis del Primer Inventario Forestal Nacional, IFN-I)*. Editorial INCAFO. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 2010. La gestión de los montes que no son bosques: nuevos paradigmas para viejos paisajes culturales. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 31 (2010).
- SCHMIDT, P. - 1996. *Definition of Silviculture, an Analysis and a Synthesis*. Department of Forestry. Wageningen Agricultural University. Wageningen.
- SCHÜTZ, J.PH. - 1990. *Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES Y JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN - 2009.
Edición facsímile de la obra titulada *Del Aprovechamiento de los Montes*, de Duhamel de Monceau,
traducida por Casimiro Gómez de Ortega, impresa en Madrid por Joaquín Ibarra entre 1773 y 1774. Dos
tomos. 5º Congreso Forestal Español. Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009.

CAPÍTULO II.- ESTUDIO ESTÁTICO DE MASAS

II.1.- INTRODUCCIÓN. MASAS NATURALES Y FORESTALES.

II.2.- FORMACIONES VEGETALES.

II.3.- ASOCIACIONES VEGETALES.

II.4.- CLASES NATURALES DE EDAD.

II.5.- CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EN LA MASA.

II.6.- CLASIFICACIÓN SOCIOLÓGICA DE LOS PIES DE UNA MASA ARBÓREA.

II.7.- ESTUDIO DE LA ESPESURA.

II.8.- CLASIFICACIÓN DE LAS MASAS FORESTALES.

CAPÍTULO II.- ESTUDIO ESTÁTICO DE MASAS.

II.1.- **Introducción. Masas naturales y forestales.**

En el Capítulo anterior se ha explicado que el sujeto de la Selvicultura no es el individuo vegetal aislado, sino los conjuntos de individuos, también denominados masas vegetales o agrupaciones vegetales, lo que hace de esta disciplina una ciencia o tecnología masiva.

Dentro de la agrupación o masa, cada individuo o pie influye o interrelaciona con los demás y a su vez recibe influencias del conjunto. De esta forma, lo que intuitivamente afirma el conocido aforismo "*el árbol no deja ver el bosque*", se convierte en una realidad, de manera que el todo resultante es más que la simple adición de las partes.

Por tanto, lo que en Selvicultura se conoce por masa es una biocenosis vegetal, según se estudia en Ecología, de gran complejidad y que para su estudio y tratamiento hay que describir con precisión en un doble enfoque: estático, de forma que quede expresada la situación en un momento dado; y dinámico, de manera que se pueda conocer de ella su trayectoria pasada, su tendencia evolutiva natural y sus mecanismos funcionales.

En el presente Capítulo se abordará el estudio estático de las masas, buscando caracterizarlas de la forma más exacta posible, para lo cual se expresarán criterios tipológicos, se avanzarán conceptos que más adelante podrán ser mejor comprendidos, y se empleará la terminología selvícola, que gracias a su precisión, permite el intercambio de información entre selvicultores a través de una cierta normalización semántica. Los criterios tipológicos y la terminología no serán interpretados como una jerga ocultista, sino que están al servicio de la transmisión de la información (SCHÜTZ, 1990).

Siguiendo con la clarificación terminológica, lo que en Ecología se denomina biotopo, o acción conjunta de los factores ecológicos, en Selvicultura se conoce como **estación** (*site* en inglés, *station* en francés). Así, el conjunto de la estación (suelo) y la masa (vuelo), forman el monte o ecosistema forestal, que para su correcto manejo debe ser previamente estudiado y descrito en un doble enfoque estático y dinámico.

La complejidad en la descripción aumenta al aumentar la superficie en estudio (LANIER, 1986). Si se parte de un espacio tan reducido que sólo contenga un individuo, la descripción de su morfología, e incluso de su evolución temporal y funcionalidad resulta sencilla, para lo que se utilizan modelos descriptivos que hagan referencia además de a la altura, diámetro y volumen del fuste, a la masa del sistema radical, a sus simbiontes y parásitos y a los procesos de fructificación, como ejemplifica la figura II.1, adaptada de OLDEMAN (1990), que muestra un diagrama con información de la evolución temporal de un hipotético ejemplar arbóreo individual o de un ejemplar idealizado que representa el árbol medio de una masa regular.

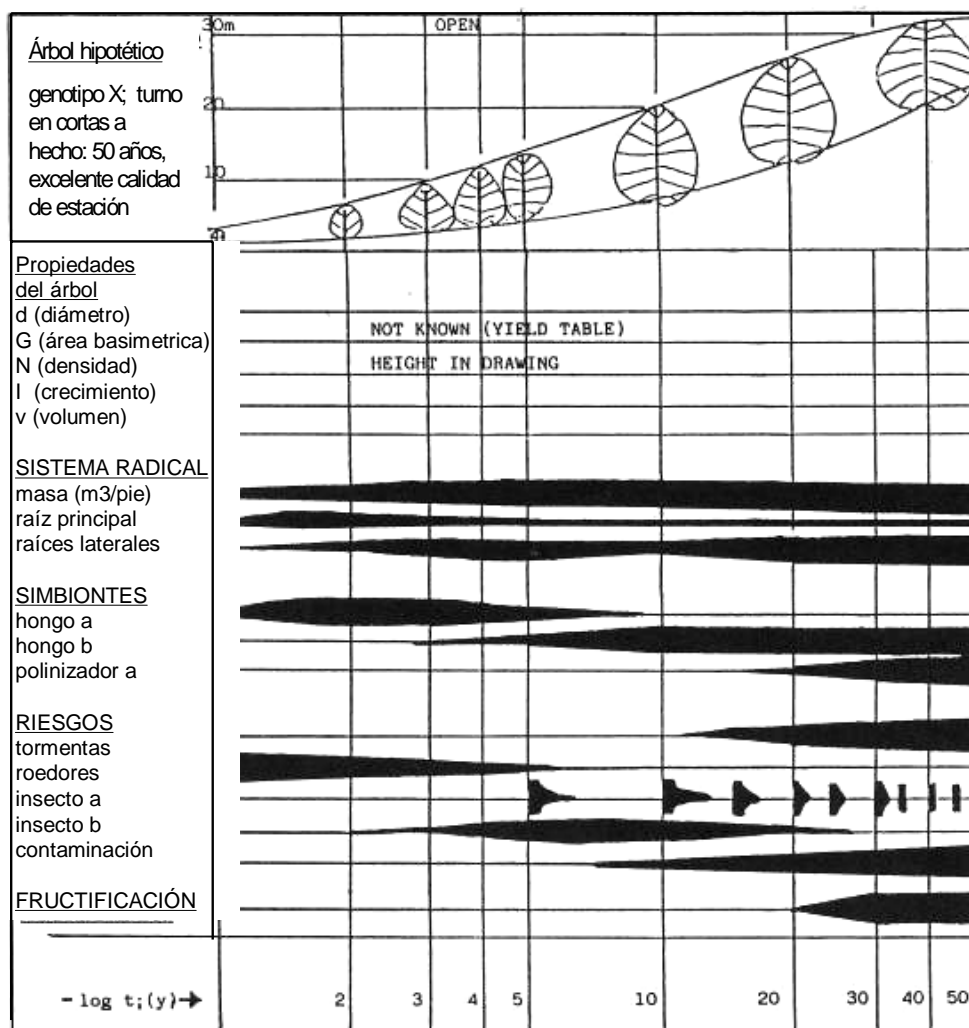


FIGURA II.1.- Diagrama selvicultural que muestra la forma del árbol, datos de producción e interacciones con simbiontes y parásitos. Puede ser ampliada la información. Adaptado de OLDEMAN (1990).

Si se aumenta el tamaño de la superficie de estudio, durante un espacio variable en cada caso, se mantiene una cierta constancia en la masa (composición, edad, estructura,...) y en la estación. Esta constancia permitirá al selvicultor aplicar un tratamiento común en este espacio. A este espacio de superficie variable, pero con constancia de características de masa y de estación, y por tanto de tratamiento, se le denomina en Selvicultura **rodal** (*stand* en inglés, *peuplement* en francés), y constituye la superficie elemental de descripción y trabajo. El límite inferior de su cabida, variable también con la asignación de uso preferente, suele situarse alrededor de 0,5 ha. El límite superior de cabida no está fijado por los criterios que hemos expresado, pero estará limitado por la cabida de las unidades de gestión a las que se hará referencia más adelante.

Cuando una masa de características constantes tiene menos de 0,5 ha, recibe el nombre de **bosquete**, incluso independientemente del tipo de vegetal de que se trate. En superficies todavía menores se atiende al número de individuos que forman la masa, recibiendo el nombre de **grupo** cuando tiene más de 10 ejemplares, y de **golpe** cuando tiene menos de 10 pies.

El concepto de **rodal** es básico en Selvicultura, y en adelante si no hay aclaración en contrario, las explicaciones se estarán refiriendo a esta superficie básica.

Si se amplía aún más la superficie de estudio y se llega a comprender un mayor espacio, delimitado unas veces por líneas de origen administrativo, otras por cambios muy importantes en la composición o estructura vegetal, esta superficie será un conjunto de rodales, y le denominaremos **monte** (*forest* en inglés, *forêt* en francés).

La primera clasificación que se debe establecer en las masas vegetales es la que se refiere a la existencia de intervención humana en relación con alguna demanda social. Denominamos **masa natural o primaria**, en esta acepción, a aquella que proviene de una sucesión vegetal no intervenida, y no tiene ni tendrá intervención. Según la definición de Selvicultura en esta situación no hay ninguna demanda social que satisfacer. Este tipo de masas no son, en principio y conceptualmente, sujeto de la Selvicultura. Sin embargo, su interés científico deberá ser asegurado mediante tratamientos de protección.

Por el contrario, cualquier masa que haya tenido, tenga o vaya a tener un tratamiento para satisfacer una necesidad social, es una **masa forestal o secundaria**. Su definición será por tanto: agrupación vegetal, de superficie suficiente como para satisfacer alguna demanda social, cuyos individuos viven interrelacionados o en espesura, y en la que se aplican tratamientos selvícolas. La masa forestal o monte así definido, quedará dividido en rodales, que serán coincidentes o no con los cantones de inventario, para por agrupación posterior, formar un cuartel o unidad básica de gestión u ordenación.

A la hora de describir una agrupación vegetal, de una forma intuitiva y recogida popularmente, se puede hacer por dos caminos: con referencia a la forma de los individuos vegetales que la constituyen, en cuyo caso estaremos hablando de **formaciones**; o con referencia a las especies que la componen, con lo que estaremos describiendo **asociaciones**. Continuamos el estudio estático de las masas con la ampliación de estos conceptos.

II.2.- Formaciones vegetales.

Entendemos que una formación vegetal es una agrupación definida por la forma de sus componentes. El lenguaje popular contiene intuitivamente este concepto: bosque, matorral, pradera, etc...

Este enfoque es usual y útil en Selvicultura, pues al contrario que en Pascicultura en la que su sujeto es una única formación, la herbácea, los vegetales leñosos adoptan diferentes formas o portes, conviviendo frecuentemente en el mismo espacio individuos de distintas formas.

Ahora bien, los individuos vegetales leñosos adoptan una forma y tamaño que es variable con su estado de desarrollo, con su fisiología y constitución organográfica y con las condiciones estacionales. Por tanto, su estudio fisionómico debe referirse al momento en que han alcanzado su madurez o cumplido su ciclo vital (RAMOS, 1979).

Un ejemplo típico de como una especie concreta puede adoptar formas diferentes en función de la estación nos lo ofrece *Erica arborea*, que en la Península no pasa de arbusto y en Canarias toma porte arbóreo.

Una forma simple de abordar el estudio fisionómico es referir las formaciones fundamentales:

- *Herbetum* o formación **herbácea**, formada por plantas sin lignificación.
- *Arbusculetum* o formación **subarbustiva**, o **de matorral**, o **subfruticosa**, formada por plantas leñosas de menos de 0,5 m de altura.
- *Fruticetum* o formación **arbustiva**, formadas por plantas leñosas que alcanzan entre 0,5 y 2 m de altura.
- *Arboretum* o formación **arbórea**, formada por plantas leñosas de más de 2 m de altura, que a su vez puede tener varios estratos o pisos.
- *Proteretum*, formada por líquenes y musgos.

Los límites de altura referidos son variables según zonas geográficas en correspondencia con las especies, y según diferentes autores.

De una forma más completa el estudio fisionómico puede abordarse a través de la descripción de las formas vitales, según la duración de la vida de los vástagos y según la situación y protección de las yemas persistentes durante la época desfavorable del año (invierno o período seco estival). Esta clasificación, debida en principio a Raunkiaer, se ilustra con la figura II.2, adaptada de STRASBURGER (1986). Se establecen cinco formas vitales principales:

- Los **fanerófitos** que mantienen sus yemas perdurantes a más de 50 cm sobre el suelo. Comprende a los arbustos y a los árboles, por lo que se pueden distinguir dentro ellos: **nanofanerófitos**, con alturas entre 50 cm y 2 m; y **macrofanerófitos**, con alturas superiores a 2 m.
- Los **caméfitos** que mantienen sus yemas próximas al suelo, por debajo de 50 cm. Comprende a los matorrales, siendo muy características las especies de porte almohadillado o pulviniforme.
- Las yemas perdurantes de los **hemicriptófitos** quedan a ras de suelo. Suelen ser plantas herbáceas vivaces y cespitosas.
- Los **criptófitos** o **geófitos** poseen sus yemas perdurantes bajo la superficie del suelo, en rizomas o bulbos.
- Los **terófitos** o **plantas anuales** atraviesan los períodos adversos en estado de reposo embrional, pues su cuerpo vegetativo anual muere totalmente y quedan sólo como órganos permanentes las semillas.

Otras formas vitales de difícil clasificación en las anteriores y que completan el estudio son: epífitos, que viven sobre otros vegetales; hidrófitos, que viven en el agua; endófitos, para referirse a los líquenes y musgos; planctófitos, plantas microscópicas que viven en suspensión formando el fitoplancton; y edafófitos, plantas microscópicas que viven en el interior del suelo formando el fitoedafon.

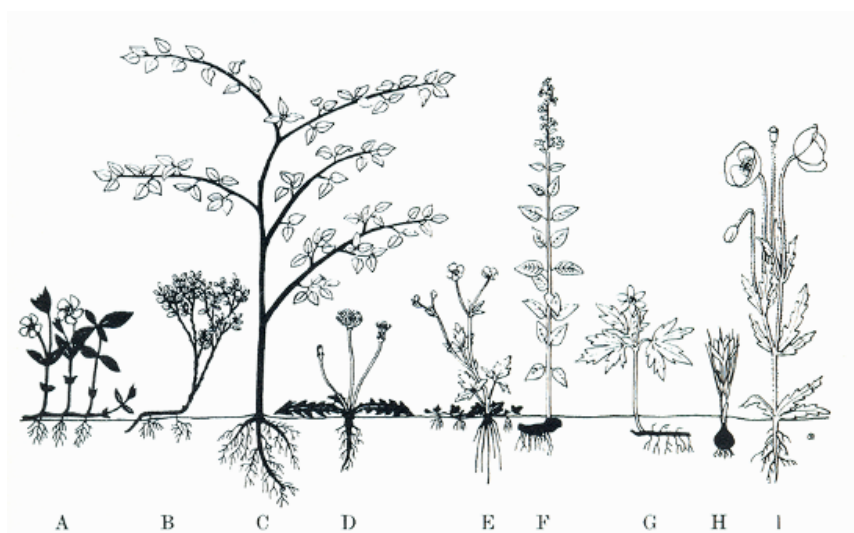


FIGURA II.2.- Las formas vitales más importantes, en representación esquemática. Las partes de las plantas dibujadas en negro perduran en invierno. A y B, caméfitos; C, fanerófito; D, E y F, hemicriptófitos; G y H, criptófitos; I, terófito. Adaptado de STRASBURGER (1986).

La mayor abundancia relativa de especies de una forma de vida sobre otras, expresa y está relacionada con las condiciones estacionales, y con la actividad humana o el tratamiento. Así, abundancia de caméfitos almohadillados expresan, bien influencia del manto de nieve, bien vientos intensos, o la abundancia de geófitos un pastoreo intenso a igualdad de condiciones estacionales.

II.3.- Asociaciones vegetales.

De la tipificación de las agrupaciones vegetales a través de su composición específica, especialmente a base de referir las especies dominantes o indicadoras, se ocupa la Fitosociología.

Ha tenido gran extensión esta metodología en Europa, con base en los trabajos de Braun-Blanquet. Se establece una taxonomía de las agrupaciones vegetales, en la que la unidad fundamental es la **asociación**. Las comunidades vegetales así definidas reciben denominación latina, derivada de una o varias especies significativas y con terminación especial según la categoría sistemática:

Categoría	Terminación
Clase	<i>-etea</i>
Orden	<i>-etalia</i>
Alianza	<i>-ion</i>
Asociación	<i>-etum</i>
Subasociación	<i>-etosum</i>
Variante	sin terminación
Facies	<i>-osum</i>

Para la caracterización florística de una agrupación o comunidad vegetal determinada, tras el inventario de especies sistematizado se identifican: especies características, que tienen el óptimo exclusivamente en la comunidad (fidelidad); especies diferenciales, con valor diagnóstico, pero extendidas también a otras comunidades; especies constantes, que aparecen con regularidad en la comunidad con alto grado de presencia, pero que existen también en otras comunidades; y especies indicadoras de unas determinadas condiciones ecológicas.

El inventario se completa con referencias cuantitativas de cada especie en relación con: abundancia, número de individuos por unidad de superficie; dominancia o expansión, que expresa su grado de cobertura del suelo según una escala fija (+ para individuos sueltos; 1 para < 5%; 2 de 5% a 25%; 3 de 25% a 50%; 4 de 50% a 75%; y 5 para > 75%); frecuencia, que es la abundancia relativa; sociabilidad, o formas de agrupación; vitalidad; estratificación; y periodicidad. Se ampliará esta cuestión al tratar el estudio de la espesura de las masas no arbóreas.

Como resumen de los dos apartados anteriores hay que significar que, en principio, la descripción de una masa arbustiva o de matorral debe contener: la información sobre su forma, por estratos si hay más de uno, con referencia a alturas y grado de cobertura; y su composición específica, lo que se puede abreviar con la referencia de la asociación a la que pertenece.

II.4.- Clases naturales de edad.

Aunque el estudio de las clases naturales de edad del arbolado podría haberse incluido en el estudio dinámico de las masas, se adelanta para mejor relacionarlo con el estudio fisionómico que se acaba de exponer.

Es claro que los árboles, desde su nacimiento hasta su madurez, cambian notablemente de forma y porte. La tipificación de una masa como bosque (arboretum, macrofanerófitos) no ofrece dudas cuando se encuentre en fases de su desarrollo avanzadas, pero resultará incompleta la definición si no se hace mención a este grado de desarrollo, con lo que masas muy diferentes en su aspecto, tipificadas con los procedimientos descritos hasta ahora, podrían ser interpretadas como similares.

Para sistematizar la terminología de los diferentes aspectos, tamaño y función que presenta un individuo o masa (si sus individuos son de edades similares) arbórea en sus etapas de desarrollo, la Selvicultura emplea el concepto de generación, ligado a una determinada función y forma, estableciendo una clasificación basada en la definición de unas **clases naturales de edad**.

La denominación y límites de las clases naturales edad son las siguientes (GONZALEZ VAZQUEZ, 1938):

- **diseminado**, que se refiere a las plántulas recién germinadas y a plantas ya lignificadas hasta que alcanzan una altura del orden de 25 cm (pueden ser 50 cm). Es la fase de instalación de la nueva masa durante la cual su esfuerzo se aplica a desarrollar el sistema radical y a superar la competencia de herbáceas y matorrales de pequeña talla. Es muy sensible a la predación por los herbívoros. Esta clase de edad se denomina en francés *semis* y *semenzale* en italiano.

- **re poblado**, que caracteriza a los pies que han superado la edad de diseminado hasta que se inicia la tangencia de copas entre ellos, es decir, la competencia dentro del estrato arbóreo se empieza a manifestar. También se fija el límite superior al repoblado cuando se alcanza la altura normal (1,30 m). En francés unos autores aplican *re crû* y otros *fou rré*, mientras que en alemán, incluyendo al diseminado se aplica *jungwuchs* a esta clase de edad. En inglés esta clase y la siguiente se denominan *young growth*. En italiano se aplica *novelleto*.

- **monte bravo**, es la clase de edad comprendida entre el inicio de la tangencia de copas (o en su caso cuando se alcanza 1,30 m de altura) y el inicio de la poda natural, o muerte espontánea de las ramas de la parte inferior del fuste a causa de la reducción de la iluminación. En esta fase la competencia entre pies arbóreos coetáneos se intensifica. En francés los primeros autores aplican *fou rré* y los segundos *gaulis*, mientras que en alemán se aplica *dickung* a esta clase de edad. En italiano *forteto*.

- **latizal**, es la clase natural que se inicia con la poda natural y termina cuando el diámetro alcanza 20 cm. En esta edad la competición entre los pies arbóreos se acentúa. Se distinguen dos etapas: **bajo latizal** o **vardascal** cuando el diámetro es inferior a 10 cm; y **alto latizal** para pies comprendidos entre 10 y 20 cm. En francés el término latizal se traduce por *perchis*, mientras que en alemán se aplica *stangenort* y *stangenholz* al bajo y alto latizal. En inglés se aplica el término *pole wood*. En italiano latizal es *perticaia*, en el que se distinguen tres etapas.

- **fustal**, última clase natural de edad que se aplica cuando el diámetro normal medio supera los 20 cm. Se divide en: **fustal bajo o joven**, para diámetros de 20 a 35 cm; **fustal medio** para diámetros de 35 a 50 cm; y **fustal alto o viejo** para diámetros superiores a 50 cm. En francés fustal se traduce por *futaie* y en alemán por *baumholz* o *hochwald*. En inglés se aplican *old growth* o *high forest*. En italiano el término fustal se traduce por *fustaia*.

Las clases naturales de edad tienen una gran ventaja en cuanto expresan muy bien el estado de desarrollo y función del arbolado, siendo el alto latizal y sobre todo el fustal las edades en las que los pies extraídos pueden ser aplicados a alguna utilidad tecnológica.

Sin embargo la descripción a través de las clases naturales de edad definidas tiene el inconveniente de que su duración no es constante. Varía, en primer lugar entre las diferentes especies, pues no todas tienen el mismo ritmo de crecimiento. Pero dentro de la misma especie, la duración de las clases de edad también varía con la calidad de la estación. Finalmente, a calidad de estación y especie constantes, también variarán las duraciones de las clases naturales edad con el número de pies presentes por unidad de superficie, o lo que resulta similar, con el tratamiento aplicado.

Para evitar este inconveniente se utilizan en Selvicultura, para referir la edad de las masas arbóreas, las **clases artificiales de edad**, que engloban a los individuos nacidos en una serie ordenada de intervalos de tiempo tales que, cuando llegan a la madurez no presentan grandes diferencias morfológicas. Este intervalo de tiempo es para la mayor parte de nuestras especies forestales y montes del orden de 20 años.

II.5.- Clasificación de las especies que constituyen las masas.

Caracterizar a las especies que constituyen las masas forestales contribuye a una mejor descripción de éstas. Los criterios para realizar una clasificación son variados:

A.- En primer lugar se pueden clasificar las especies en función del **aprovechamiento** que de ellas se hace, en relación con la función o uso preferente que se haya otorgado al rodal. Según este criterio se distinguen: especies **principales**, aquella o aquellas que están relacionadas con el aprovechamiento preferente o principal asignado al rodal; especies **secundarias**, relacionadas con aprovechamientos secundarios, normalmente menos representadas que las anteriores; y especies **acesorias**, aquellas que no están relacionadas con ninguna utilidad directa, pero que se considera conveniente o indiferente su existencia.

B.- Otro criterio de clasificación se refiere al grupo **botánico** a que pertenecen las especies, lo que está relacionado con su comportamiento fisiológico, estrategia de vida o reproducción. Se establecen dos grupos muy genéricos: **resinosas** (también coníferas o gimnospermas); y **frondosas** (también latifoliadas o angiospermas), dentro de las cuales se distinguirán las de hoja caediza, hoja marcescente y hoja persistente.

C.- En relación con la **procedencia geográfica** de las especies se pueden distinguir dentro de una masa: **autóctonas** (también indígenas o espontáneas); **alóctonas** (exóticas o introducidas); y **asilvestradas** (naturalizadas o adaptadas). La definición de una especie como autóctona o alóctona debe considerar la referencia al ámbito geográfico considerado para que adquiera cierta concreción.

D.- Otro criterio, que como más adelante se verá se aplica preferentemente a las masas, está relacionado con el **origen** de la presencia de la especie: **naturales**, que se aplica a aquellas que proceden de la diseminación de individuos preexistentes en la masa; **artificiales** (los seres vivos no son artificiales, mejor sería calificarlas como introducidas), que se aplica a aquellas que proceden de semillas de otras masas y han sido introducidas por el hombre.

En este sentido hay que advertir que cabe calificar a una especie como artificial si ha sido plantada, aunque la especie sea autóctona. Al contrario, una especie natural, puede ser alóctona y será, por tanto, asilvestrada.

E.- Se pueden calificar las especies por sus **formas de agrupación** o relación con las demás especies en: especies **sociales**, que tienden a formar masas continuas; y especies **diseminadas**, que aparecen dentro de masas de otras especies sociales en forma de individuos dispersos.

Más adelante, al tratar la dinámica de masas, se hará referencia a otro criterio de clasificación de las especies, en relación con su papel en la sucesión vegetal.

II.6.- Clasificación sociológica de los pies de una masa arbórea.

Como consecuencia de la competencia o competición que se establece entre los pies de una masa arbórea, especialmente en las coetáneas y a partir de la edad de latizal, el desarrollo de los pies es diferencial. A describir estas diferencias se dedica la clasificación sociológica de los pies dentro de la masa arbórea.

En principio, y con referencia a una masa regular o coetánea, caracterizada por que las copas tienden a situarse en un solo estrato o piso, se pueden distinguir dos grupos de árboles (GONZALEZ VAZQUEZ, 1938):

- los **dominantes**, que a su vez pueden dividirse en: **predominantes**, que son los de máxima altura y desarrollo de copa; **codominantes**; y **subdominantes**, que son aquellos con tendencia a pasar en futuro próximo al estrato dominado.
- los **dominados**, entre los que se distinguen: **comprimidos**, aquellos sin posibilidad de desarrollo lateral de la copa; **sumergidos** o hundidos (en algunas traducciones del inglés se les llama erróneamente suprimidos), que no tienen posibilidad de desarrollo vertical por estar toda su copa por debajo del estrato dominante; y **moribundos**, que desaparecerán de forma inminente.

Esta clasificación esta basada en la propuesta por KRAFT en 1884, que queda reflejada en la figura II.3, adaptada de LANIER (1986). En ella la terminología no es exactamente igual a la expresada, y se establecen cinco categorías: 0 señala a los pies predominantes; 1 a los dominantes; 2 a los codominantes; 3 a los dominados comprimidos; y 4 a los sumergidos, con dos subclases, (a) los vivos y (b) los moribundos.

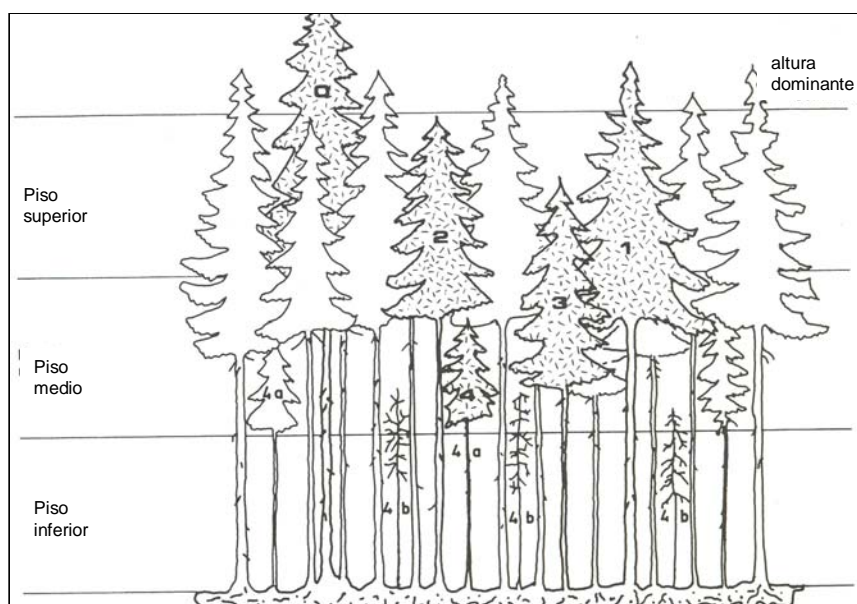


FIGURA II.3.- Clasificación sociológica en una masa regular de pino silvestre. Modelo de KRAFT (1884).

Se han propuesto otras muchas clasificaciones en este sentido. Citamos la de PHILIPS (1949) y la de la École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts de Nancy, que pueden ser consultadas en la obra de LANIER (1986). También se pueden consultar en DANIEL *et al.* (1982), las clasificaciones de DUNNING (1928), KEEN (1936), TAYLOR (1939), BAKER (1950) y WESTVELD (1954). De entre las clasificaciones citadas, se reproduce en la figura II.4 la clasificación de Baker.

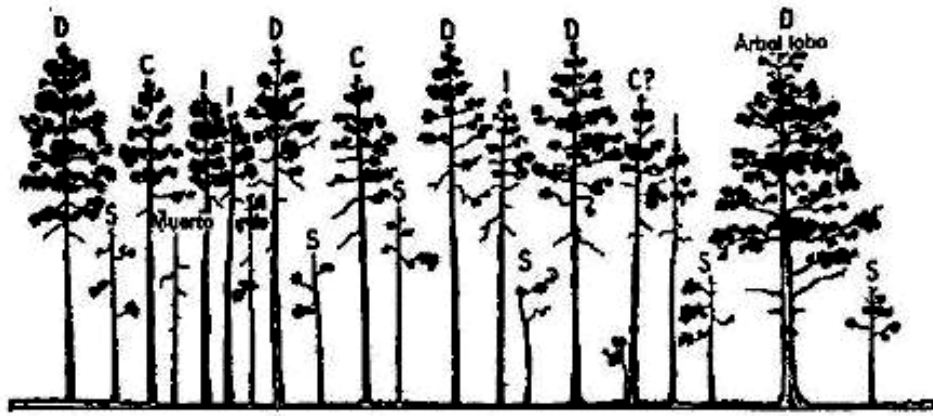


FIGURA II.4.- Clasificación sociológica de los pies de una masa regular: D, dominante; C, codominante; I, intermedio; S, sumergido. Tomado de BAKER, 1950.

Finalmente se reproduce la clasificación de SAF (1960), tomada de HAROLD (1984) en la figura II.5.

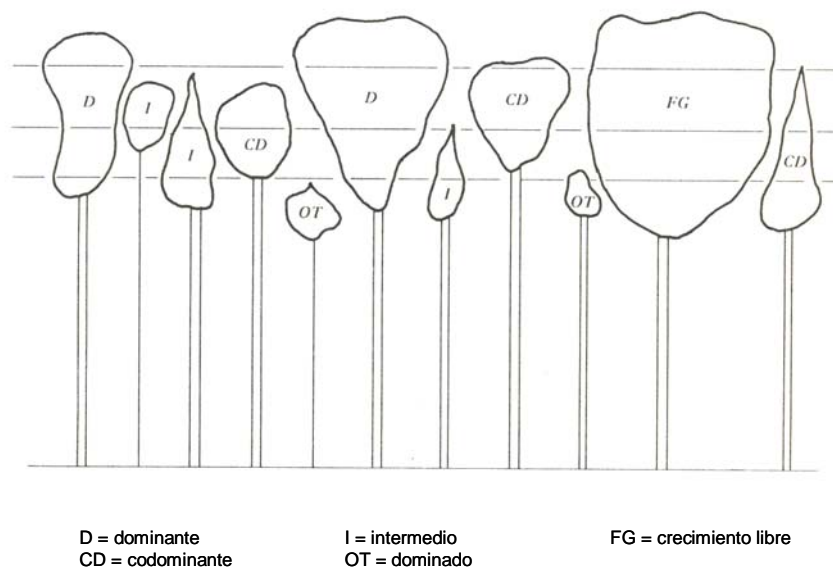


FIGURA II.5.- Clasificación sociológica de los pies de una masa regular, según SAF (1960) en HAROLD (1984).

Las clasificaciones basadas en la idea de Kraft no son aplicables a masas irregulares o formadas por pies de diferentes edades. La diferente forma de distribución de las radiaciones y las posibilidades de acceso de pies de poca talla al piso superior, son características que separan los dos tipos de masa. Por tanto, para caracterizar pies en masas mixtas o irregulares, conviene utilizar la clasificación llamada IUFRO (International Union of Forest Research Organizations), propuesta por LEIBUNDGUT en 1965, que se puede consultar en LANIER (1986) y SCHÜTZ (1990). Esta clasificación también es, lógicamente, de aplicación a las masas regulares y se resume a continuación.

La clasificación está basada en asignar a cada pie seis dígitos, que expresan los tres primeros sus características sociológicas y los tres segundos sus características económicas, según se refleja en el cuadro II.1.

CUADRO II.1.- Clasificación sociológica de los pies de una masa según modelo IUFRO.

Criterios	Clases	Valoración
criterios sociológicos (cifras 1 a 3)	altura	100 buena
		200 normal
		300 mala
	vitalidad	10
		20
		30
	comportamiento jerárquico evolutivo	1
		2
		3
criterios económicos (cifras 4 a 6)	valor selvícola	400 bueno
		500 normal
		600 malo
	calidad de fuste	40
		50
		60
	longitud de copa	4
		5
		6

Las clases de **altura** se establecen en función de la altura dominante del rodal: 100 para pies del piso superior, que comprende el tercio superior del espacio entre el suelo y la altura dominante; 200 para pies del piso medio, tercio intermedio; 300 para pies del piso inferior, tercio inferior.

Las clases según el **estado sanitario** y el **vigor** se definen según el estado de salud, el potencial de crecimiento y otros criterios de vigor (vitalidad): 10 para pies vigorosos; 20 para pies normales; 30 para pies endebles.

Las clases según la **tendencia evolutiva jerárquica** se definen según la facultad de modificar la posición social en relación a los pies de la misma clase de altura. Se apreciará especialmente el estado de la yema terminal: 1 para pies que tienden a progresar jerárquicamente; 2 para pies que permanecen jerárquicamente estacionarios; 3 para pies que tienden a perder grado jerárquico.

Las clases de **valor selvícola** se establecen en relación a sus vecinos inmediatos, por lo que corresponde a una apreciación relativa: 400 para pies de elite, que por su calidad, potencial de crecimiento y otras calidades selvícolas deben ser favorecidos; 500 para pies complementarios útiles; 600 para pies perjudiciales que compiten con pies de elite o molestan por alguna otra razón, por ejemplo exceso de madurez.

Las clases de **calidad de fuste**: 40 para pies con fuste de buena calidad, el 50% de la madera será en madurez para aplicaciones tecnológicas de calidad; 50 para pies con fuste de calidad normal, menos del 50% de la madera será para buenas aplicaciones; 60 para pies de calidad mediocre.

Las clases de **longitud de copa**: 4 para pies de copa larga, su longitud supera la mitad de la altura del árbol; 5 para pies de copa media, que comprende entre 1/4 y 1/2 de la altura total; 6 para pies de copa pequeña, de longitud inferior a 1/4 de la altura.

Por ejemplo: un árbol 123.446 describe a un pie del piso superior, de vitalidad media, sociológicamente regresivo, árbol de elite, de buena calidad, pero que posee una copa poco desarrollada. En esta clasificación ciertos criterios son interdependientes, de manera que no todas las combinaciones son posibles.

II.7.- Estudio de la espesura.

Al decir que el sujeto de la Selvicultura son las masas forestales y habiendo definido éstas como agrupaciones vegetales de relativamente gran extensión en las que los individuos viven en espesura, o que mantienen una interrelación entre ellos, a la que se aplica un tratamiento, vemos que la **espesura** es un elemento importante en el estudio de la Selvicultura. Se dedica el presente epígrafe al estudio de la definición y cuantificación de la espesura.

Se puede definir a la espesura de una masa como: *el grado de solidaridad, relación o influencia que entre sí presentan los individuos de una masa.*

Esta influencia modifica o condiciona la forma de la copa y fuste del individuo, por lo que la medición de esta morfología servirá para la medición de la espesura. Esta forma de proceder resulta más fácil si se aplica a individuos arbóreos de cierto desarrollo, por lo que habrá dificultades o imprecisiones cuando se aplique, bien a formaciones arbustivas o de matorral, bien a las primeras clases naturales de edad, por lo que se requerirán metodologías diferentes según los casos.

Otra cuestión a tener presente en el estudio de la espesura es que, si no se producen extracciones ni mortalidades importantes, con el tiempo la espesura tiende a aumentar en todo caso.

Una tercera reflexión sobre la espesura nos lleva a relacionarla con la calidad de estación o acción favorable para el desarrollo de la vegetación de los factores ecológicos abióticos. A mejor calidad de estación se puede esperar un mayor grado de espesura, y el tipo de estación condiciona el tipo de masa.

Además de por los factores ecológicos, la espesura también depende o está influenciada por la forma, fisiología y mecanismos de reproducción de las especies vegetales que forman la masa.

El estudio de la espesura se aplicará constantemente en la teoría y práctica de la Selvicultura, pues una vez cuantificada servirá para:

- definir y describir las masas
- estudiar la evolución de una masa en el tiempo
- comparar masas diferentes
- graduar la intensidad de los tratamientos en los que, como se verá, su base es alterar artificialmente la espesura
- proponer densidades de introducción en la repoblación forestal.

II.7.1.- Espesura de las masas no arbóreas.

El objetivo del estudio de las masas no arbóreas en Selvicultura puede ser variado: diagnosticar respecto de la situación evolutiva del monte en relación con la sucesión vegetal; definir las posibilidades de aprovechamiento y tratamiento sobre estas formaciones; evaluar el grado de competencia u otros riesgos que estas formaciones implican en relación, bien con la estabilidad de una masa arbórea ya existente, bien en relación con una posible repoblación forestal.

Siguiendo a RAMOS (1979), la espesura de este tipo de formaciones se expresa mediante caracteres cualitativos y cuantitativos. Los caracteres cualitativos a considerar son:

- **presencia**, que se refiere al inventario de las especies vegetales presentes o expresión de la composición específica.
- **vitalidad**, que se refiere al grado de vigor o prosperidad alcanzado por los individuos en su desarrollo vegetativo y reproducción, aplicándose en ambos casos calificativos que indiquen tres grados de la situación: desarrollo (mezquino, normal, exuberante); reproducción (escasa, normal, extraordinaria).

- **sociabilidad**, que refiere la forma de agruparse de los individuos de cada especie dentro de la masa. Se puede utilizar la clasificación de Clements para este fin:

- *associatio* (As), se aplica cuando existen dos o más especies dominantes en toda la superficie.
- *consociatio* (Co), expresa que una sola especie domina todo el espacio.
- *sociatio* (Sc), cuando la especie descrita está por toda la superficie, pero sin dominar.
- *gregatio* (Gr), la especie se acumula en unos pocos grupos relativamente extensos que ocupan parte de la superficie.
- *cumulatio* (Cm), la especie se presenta en grupos pequeños.
- *sporatio* (Sp), solamente existen individuos aislados y dispersos de esa especie.

Los caracteres cuantitativos a describir y evaluar son:

- **abundancia**, que expresa el número de pies por unidad de superficie de cada especie, también puede ser denominada densidad.

- **frecuencia**, que es la expresión de la abundancia en términos relativos, o porcentaje de pies de cada especie en el total de la densidad.

- **expansión o dominancia**, para cada especie se evalúa el grado de desarrollo de las copas de sus individuos en la superficie de muestreo. Se puede referir a la expansión horizontal a través de la estimación sus proyecciones sobre el suelo, según la escala ya mencionada: + para individuos aislados y escasos; 1 cuando ocupa menos del 5%; 2 entre 5 y 25%; 3 entre 25 y 50%; 4 entre 50 y 75%; y 5 para más de 75%. También se puede referir a la expansión volumétrica.

- **estratificación**, que es la descripción de las alturas medias alcanzadas por cada especie.

Finalmente hay que referir la **periodicidad** de cada especie, o lo que es lo mismo su fenología o referencia a la estación del año en que desarrolla su actividad vegetativa.

En cualquier caso y de una forma más sencilla, la descripción de la espesura de una masa no arbórea deberá contener: composición específica o al menos especies dominantes; expansión o fracción de cabida cubierta del conjunto y si es posible por especies; y altura media.

II.7.2.- Espesura de las masas arbóreas.

En las masas arbóreas el estudio de la espesura se realizará de forma diferente según el número de estratos o pisos que presenten. Lógicamente es más sencillo en el caso de un solo estrato y para esta situación, que es la más frecuente, es para la que se han desarrollado la mayor parte de los métodos.

En el caso de presencia de varios estratos se puede recurrir a describir cada uno de ellos por separado, según los métodos de un solo estrato, y completar la descripción con representaciones gráficas, normalmente a través de un alzado y una planta.

Se reproduce, como ejemplo, en la figura II.6 la representación de un monte alto mixto de abeto, abeto rojo y haya, utilizado en el Instituto Politécnico de Zurich, y tomado de LANIER (1986), a efectos de visualizar como se pueden describir dos estratos: desde 0 a 20 metros de altura y más de 20 metros.



FIGURA II.6.- Ejemplo de representación que expresa, a través del alzado y de la planta la espesura de una masa. Monte alto mixto irregularizado de abeto, abeto rojo y haya. Adaptado de LANIER (1986).

Conviene, antes de entrar en el estudio de las formas de cuantificación de la espesura, aclarar las diferencias entre espesura y densidad. La espesura ya se ha definido y es una característica de la masa que indica la existencia de interdependencia entre los individuos que la forman. El término densidad se aplica en español a una de las formas de medir la espesura y refiere, como veremos, el cociente entre el número de individuos, o más genéricamente la biomasa, y la superficie que ocupan. La confusión que en muchos casos se produce puede derivarse de que el término **espesura**, se traduce en francés por *densité* y en inglés por *density*.

Pasamos a enumerar y describir las formas o índices de cuantificación de la espesura en masas arbóreas de un solo estrato. En el estudio de cada índice de espesura conviene analizar: si el índice es directa o inversamente proporcional a la espesura; cómo detecta las variaciones de espesura a lo largo del tiempo en una misma masa; y su eficacia para comparar masas de diferente estructura, edad, o especie.

II.7.2.1.- Densidad.

Se refiere comúnmente al número de pies por unidad de superficie. Es necesario precisar en cada caso el diámetro mínimo inventariable para poder comparar masas diferentes. Se suele expresar en pies/ha y se emplea la notación **N** o **n** para referirse a ella.

Si la evaluación de este parámetro se efectúa por conteo de los pies existentes en una parcela (n_p), de superficie S_p expresada en m^2 , se obtiene **N** según:

$$N = (n_p \times 10.000) / S_p, \text{ en pies/ha.}$$

La densidad es un simplísimo índice de espesura, que resulta, en principio, directamente proporcional a la misma, que no expresa bien la variación de la espesura con el tiempo dentro de una misma masa y que en las comparaciones entre masas puede resultar engañoso.

II.7.2.2.- Fracción de cabida cubierta.

Tal y como se emplea en España, este índice de espesura cuantifica la parte de la superficie total del rodal que está cubierta por la proyección de las copas del arbolado. Se suele expresar indistintamente en tanto por ciento o en tanto por uno y se emplea la notación **Fcc** para referirse a ella.

La evaluación se realiza muy frecuentemente de forma visual, pero también se puede deducir, tras un inventario forestal, de la densidad y de los valores modulares de superficie de copa de cada clase diamétrica. Otra forma de evaluación puede basarse en estudio de fotografías aéreas.

Se puede expresar como:

$F_{cc} = (S_c \times 100) / S_t$, en %; donde S_c es la superficie cubierta por las copas en un rodal o parcela de superficie total S_t .

La fracción de cabida cubierta es un índice de espesura que se comporta de forma directamente proporcional a la misma, que cuando una masa parte de una baja espesura expresa muy bien la variación, hasta que se alcanza la tangencia de copas, a partir de la cual, en principio, la evaluación permanece constante. Es eficaz para comparar masas que no han alcanzado la tangencia de copas.

En Centroeuropa (SCHÜTZ, 1990 y LANIER, 1986), se distinguen dos conceptos diferentes en relación con esta forma de evaluación de la espesura:

- el grado de **recubrimiento**, (*degré de recouvrement, deckungsgrad*), que expresa la parte de superficie ocupada por la proyección de las copas, sin tener en cuenta los recubrimientos múltiples, de forma que este valor no puede ser mayor de 100 o 1,0.
- el grado de **cobertura**, (*degré de couverture, beschirmungsgrad*), que tiene en cuenta los recubrimientos múltiples y que se emplea cuando se dispone de valores modulares de superficie de proyección de la copa. Puede superar el valor de 100 o 1,0.

Para mejor ilustrar estos conceptos, se reproducen figuras tomadas de SCHÜTZ (1990) en la figura II.7.

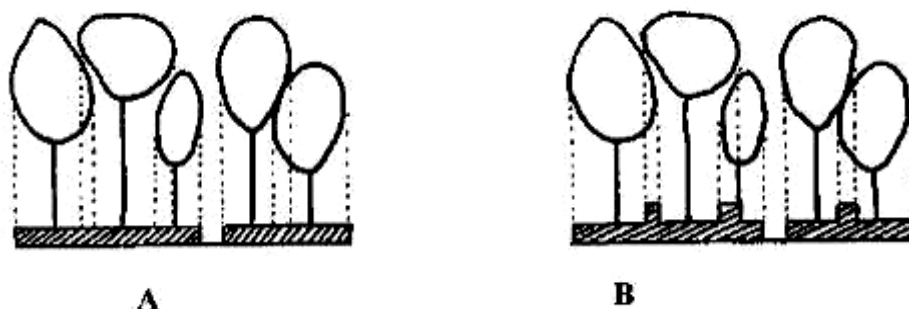


FIGURA II.7.- A: grado de recubrimiento; B: grado de cobertura. Adaptado de SCHÜTZ (1990).

Las diferencias mayores entre el grado de recubrimiento y el grado de cobertura de una misma masa se presentan en las irregulares. En España, la utilización única de la fracción de cabida cubierta se asimila al grado de cobertura explicado, y se emplea para realizar una primera calificación de la espesura con un criterio geométrico, según los siguientes tipos:

- **espesura incompleta**, cuando no existe tangencia de copas, y el valor de Fcc es menor del 85%.
- **espesura completa**, cuando se alcanza o aproxima la tangencia de copas, y el valor de Fcc está comprendido entre 85% y 100%.
- **espesura trabada**, cuando existe superposición de copas, dentro de un mismo estrato o hay más de un estrato, por lo que Fcc toma valores superiores a 100%.

El criterio geométrico de calificación de la espesura tiene interés por la simplicidad de su evaluación y en la práctica se emplea mucho, sobre todo en el tratamiento de masas en las que se carece de estudios o inventarios que aporten información sobre otros índices de espesura.

II.7.2.3.- Área basimétrica.

Es la evaluación de la superficie ocupada por la proyección ortogonal de las secciones normales de los árboles que forman la masa, en relación con la superficie del rodal, a partir de un determinado diámetro normal. Internacionalmente se emplea la notación **G** o **g** para referirse a este parámetro. En español también se emplea la notación **AB**. En francés se denomina *surface terrière*, y en inglés *basal area*, lo que en algunos textos da lugar a una traducción al español por área basal. Se expresa siempre en m²/ha.

Si se calcula, como es más habitual, a partir del inventario diamétrico de una parcela de superficie S_p en m², se emplearán las siguientes fórmulas:

$$AB_p = (\pi/4) \times (\sum n_i d_i^2), \text{ en m}^2$$

$$AB = (AB_p \times 10.000) / S_p, \text{ en m}^2/\text{ha}.$$

También se puede emplear el inventario relascópico para obtener una estimación directa del área basimétrica en campo. Vemos que este útil parámetro dasométrico, del que se puede deducir una buena estimación de la cubicación de las existencias maderables, es además un índice de espesura que se comporta directamente proporcional a la misma.

El comportamiento del área basimétrica en relación con el desarrollo continuado de una masa es tal que crece de forma continua hasta que tiende a estabilizarse, por causa de la mortalidad por exceso de competencia, en un valor máximo en el que permanecerá indefinidamente.

Como índice de espesura, es más eficaz que la fracción de cabida cubierta para valorar la evolución de la espesura en el tiempo dentro de una misma masa y para comparar masas diferentes entre sí.

II.7.2.4.- Relación de espaciamiento.

Se trata de un índice de espesura que ha sido muy utilizado en España antiguamente, aunque en la actualidad ha caído en desuso. Se explica en el presente texto para que pueda ser interpretado al analizar estudios e inventarios de masas en documentación antigua. Además tiene el inconveniente de una denominación que puede inducir a errores.

Según RAMOS FIGUERAS (1979) este índice se basa en considerar que dos indicadores básicos del desarrollo o morfología de un árbol, consecuencia de la espesura en que vive o ha vivido, son el desarrollo lateral de la copa y el diámetro normal. Si se llama d al diámetro normal y l al lado del cuadrado de superficie equivalente a la de la proyección de su copa, la relación de espaciamiento resulta del cociente l/d , que tiende a caracterizar la forma de los árboles de cada especie, y dentro de la especie a los de cada edad. Será un adimensional.

Se toma para expresar la relación de espaciamiento de una masa de i pies, la media cuadrática del cociente anterior de forma que dicho índice, con notación E , e o R_e , toma el siguiente valor:

$$E = \sqrt{(\sum n_i l_i^2 / \sum n_i d_i^2)}.$$

Como $\sum n_i l_i^2$ es igual a la superficie ocupada por la proyección de las copas, antes designada por S_c , cuyo valor es:

$$S_c = F_{cc} \times S_t$$

siempre que F_{cc} esté expresada en tanto por uno, siendo S_t la superficie del rodal, o de una hectárea para valores de área basimétrica expresados en m^2/ha .

Sabiendo que $AB = (\pi/4) \sum n_i d_i^2$; será $\sum n_i d_i^2 = 4 AB/\pi$, por lo que sustituyendo se obtiene:

$$E = \sqrt{(S_c \pi/4 AB)} = \sqrt{(F_{cc} S_t \pi/4 AB)}$$

fórmula en la que es preciso tener cuidado a la hora de sustituir datos reales según se refieran a la parcela o a la hectárea.

Al ser este índice de espesura un cociente de otros dos índices directamente proporcionales a la misma, no se puede afirmar que su valor sea directa o inversamente proporcional a la espesura, es más bien una caracterización de un estado instantáneo de la masa. Su utilidad para comparar masas de diferentes edades o especies es limitada.

Cuando se alcanza la espesura completa ($F_{cc} = 100$ o $1,0$), la expresión de la relación de espaciamiento se convierte en un valor función de la inversa de la raíz cuadrada del área basimétrica: $E = 88,6/\sqrt{AB}$.

Sin embargo, en la primera formulación de la relación de espaciamiento (OLAZÁBAL, 1915; GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1938; ECHEVARRÍA y DE PEDRO, 1944) se planteó como cociente entre el espaciamiento medio o distancia media entre pies (deducida de una distribución en marco real) y el diámetro normal medio cuadrático:

$$E = \sqrt{(10.000/N) / \sqrt{\sum n_i d_i^2 / N}} = \sqrt{(\pi 10.000 / 4 AB)} = 88,6/\sqrt{AB}$$

Se formulaba, por tanto, como un índice inversamente proporcional a la espesura pues no es más que una expresión de la inversa del área basimétrica. Cuando se consulta documentación antigua, conocida la relación de espaciamiento, se puede recalcular el área basimétrica.

II.7.2.5.- Índice de Hart-Becking.

También se denomina coeficiente de espaciamiento de Hart-Becking a la expresión propuesta primero por HART (1928) y luego por BECKING (1952), que se expresa por la notación k , S o I_H .

Expresa la espesura en función de la separación media entre los pies y la altura de los mismos, a través de la tangente del ángulo que forma el fuste de un árbol y la línea trazada desde su cima hacia la base del pie situado a distancia equivalente al **espaciamiento medio** (A o a), según se aprecia en la figura II.8, adaptada de LANIER (1986).

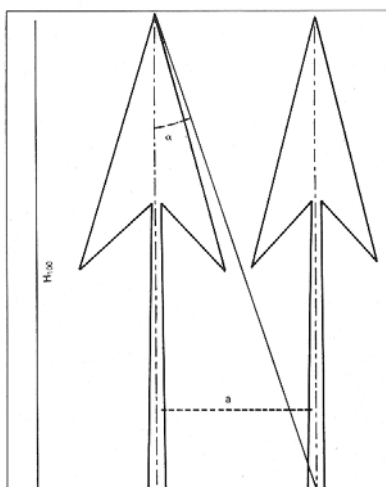


FIGURA II.8.- Representación gráfica del concepto de Índice de Hart-Becking. Adaptado de LANIER (1986).

El **espaciamento medio** (a , A) es la distancia media entre un pie y los que le resultan más próximos, se expresa en metros, y podría deducirse de mediciones reales en campo, pero lo común es deducirlo de la densidad expresada en pies/ha (N), suponiendo una distribución tipo en el espacio para los mismos.

Se emplea la distribución en **marco real** (red de cuadrados de lado a , de forma que cada pie recibe la tangencia de copa de otros 4), sobre todo para masas artificiales, en la que el valor del espaciamento medio resulta ser:

$$a = \sqrt{(10.000/N)} = 100/\sqrt{N}, \text{ en metros si } N \text{ son pies/ha.}$$

Se emplea también la distribución en **tresbolillo** (red de triángulos equiláteros de lado a , de forma que cada pie recibe la tangencia de copa de otros 6), sobre todo para masas naturales en las que se supone que el aprovechamiento del espacio es mejor, y en la que el espaciamento medio resulta ser:

$$a = \sqrt{(20.000/N \sqrt{3})}, \text{ en metros si } N \text{ son pies/ha.}$$

La densidad en función del espaciamento será:

$$N = 10.000/a^2, \text{ para el marco real y}$$

$$N = 2/\sqrt{3} (10.000/a^2) = 1,155 (10.000/a^2).$$

SCHÜTZ (1990), de cuya obra se toma la figura II.9 que a continuación ilustra la distribución de los pies en el espacio, denomina factor de espaciamento al valor 1,0 para el marco real, 1,155 para el tresbolillo. Según sus estudios a través de mediciones reales de espaciamento en las masas naturales, la tangencia de copa de cada pie se produce con 5,4 pies, a lo que corresponde un factor de espaciamento de 1,05. Esta comprobación refuerza el acierto de utilizar el modelo ideal de distribución al tresbolillo para masas naturales.

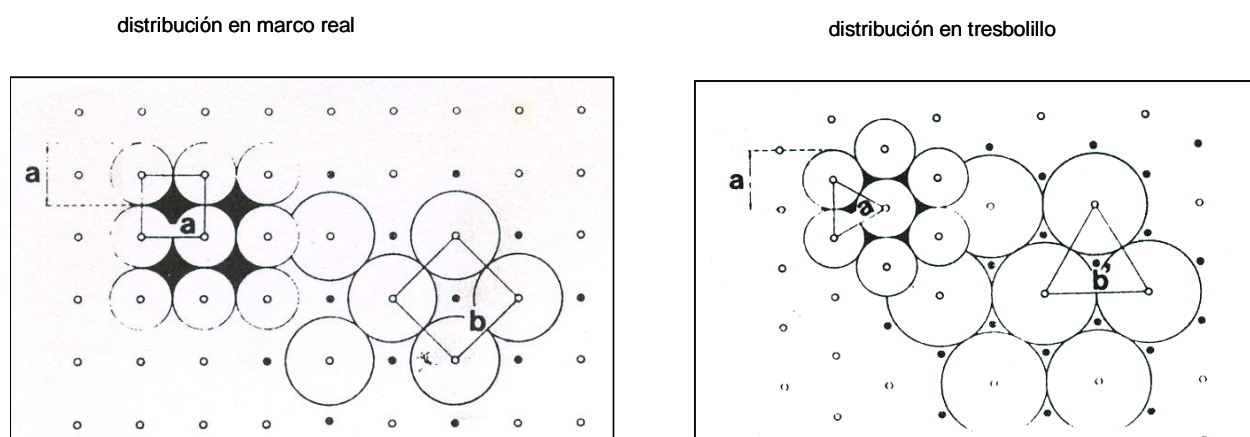


FIGURA II.9.- Modelos de distribución de los pies de una masa. **a**: espaciamento inicial; **b**: aumento del espaciamento en marco real; **b'**: aumento del espaciamento en tresbolillo. Adaptado de SCHÜTZ (1990)

Por tanto, tal como se ha definido anteriormente el índice de Hart, su cálculo se realiza mediante la fórmula:

$$S = (a/H_0) 100$$

donde H_0 es la altura dominante de la masa según el criterio de Assmann, media de las alturas de los cien pies más gruesos por hectárea, y que se presenta multiplicado por 100 al ser normalmente el ángulo inferior a 45° y por tanto el valor de la tangente inferior a 1. Cuando se calcula el índice multiplicando por cien se expresa en %, aunque también se puede expresar en tanto por uno, como es común entre ingleses y americanos.

Como índice de espesura, el índice de Hart se comporta de forma inversamente proporcional a la misma. Es muy eficaz para comparar espesuras de diferentes masas, aunque con aplicación más clara y acertada a las masas regulares.

Si en una masa la densidad permanece constante, el crecimiento en altura y por tanto el de la espesura se detecta bien con la disminución del valor de S . Cuando la masa envejece mucho y corona su crecimiento longitudinal y la densidad tiende a bajar, el índice puede tender a crecer, aunque la espesura tienda a ser constante. Sin embargo, resulta muy útil fijar un valor para este índice como más adecuado para masas relativamente jóvenes y mantenerlo mediante extracciones, tal como se verá en el capítulo dedicado al estudio de las claras.

II.7.2.6.- Otros métodos de expresión de la espesura.

1.- Uno de los índices de espesura más utilizados en América es el debido a REINEKE (1933), cuya notación es *IDR*. Se define como la densidad expresada en pies/ha (pies/acre) de un rodal cuando tiene un diámetro medio de 25 cm (10 pulgadas).

Realmente la metodología de Reineke, más que a caracterizar la espesura de un rodal en un momento dado, está dedicada a valorar la calidad de la estación y a expresar la evolución de la densidad de un rodal regular en función del diámetro normal de los pies que lo forman. Parte de la expresión:

$$N = k/D^a,$$

donde N es la densidad, D el diámetro medio de la masa regular, y k y a constantes características de la especie y estación.

Expresa que la densidad de un rodal regular disminuye al crecer el diámetro, lo que se comprende mejor si se toman logaritmos en la expresión anterior:

$$\log N = k' - a \log D,$$

lo que representado gráficamente en papel logarítmico, resulta ser una recta.

Representada en esta forma una familia de curvas, se puede, tras el inventario de un rodal en cualquier diámetro medio y conocida su densidad actual, hacer referencia a la densidad cuando el diámetro será o era 25 cm, o calcular a y k y proceder numéricamente. El valor de a para la mayor parte de las especies americanas, según Reineke, es de 1,605. Permite comparar la espesura de masas jóvenes y adultas de la misma especie, que serán iguales si sus representaciones gráficas, según lo expresado, se sitúan en la misma recta.

2.- Otro índice a citar es el *grado de imbricación de las copas* con notación *GIC* (SCHÜTZ, 1984), que es el cociente entre la anchura de las copas evaluada por valores modulares y el espaciamiento medio:

$$GIC = c/a,$$

que con tangencia de copas valdrá 1 y a medida que la separación entre pies deje huecos, su valor será inferior a la unidad.

3.- Otro índice de espesura que se puede comentar es el *coeficiente de esbeltez*, notación habitual *E*, definido como el cociente entre la altura de un árbol y su diámetro normal, en unidades iguales. Más que la espesura actual, esta forma de proceder suministra una valiosa información sobre el pasado selvícola del rodal:

$$E = h/d,$$

es un adimensional superior a la unidad. Se puede aplicar al árbol individual y si se aplica a la masa, se hará entre diámetros y alturas medias o entre diámetros y alturas dominantes.

También expresa el grado de estabilidad de la masa, pues a coeficientes de esbeltez mayores corresponden mayores daños abióticos. En Centroeuropa se consideran valores críticos los superiores a 100 y normales los cercanos a 70. Es un índice directamente proporcional a la espesura, que tarda en cambiar en una masa a lo largo del tiempo después de una clara y que es eficaz para comparar masas de la misma especie, edad y calidad de estación.

4.- El *índice de Czarnowski (IZ)* expresa el número de pies que vive en un cuadrado de lado igual a la altura media de la masa, valor que el autor propone que sea constante para las masas regulares y monoespecíficas. Su expresión es:

$$IZ = (H_m^2 N) / 10.000.$$

Se trata de un índice directamente proporcional a la espesura, que detecta bien la variación producida por una clara en una masa y sus variaciones temporales, y que también es eficaz para comparar masas diferentes.

5.- Como índice de espesura también se puede considerar el denominado *Índice de Área Foliar* o *LAI (leaf area index, en inglés)* que expresa la superficie de hojas presentes en una masa por unidad de superficie territorial, y se expresa habitualmente en m^2/m^2 . Sus valores, en masas de climas de nuestra latitud, no suelen superar la cifra de 6. Su medición se ve facilitada con sensores de radiación, cantidad y calidad, tras medición fuera de cubierta y bajo cubierta. Se puede calcular también a través de valores modulares que asignan una superficie foliar por clases diamétricas tras obtener peso seco en árboles muestra y obtener información sobre la densidad foliar.

II.7.2.7.- **Espesura normal.**

En epígrafes anteriores se ha visto la forma de cuantificar la espesura en rodales arbóreos, especialmente regulares. Esta cuantificación ha llevado a calificar la espesura con un criterio geométrico aplicando la fracción de cabida cubierta. Se dedica este epígrafe a calificar la espesura, medida con cualquier índice, según un criterio productivo.

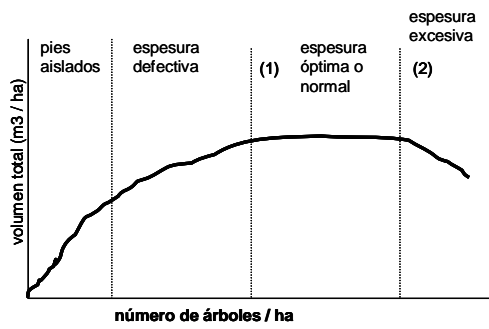
Es fácil comprender que para cada rodal, según su objetivo preferente, especie, edad y calidad de estación, corresponderá un grado de espesura tal que en ella se produzca el máximo de eficacia. A este grado de espesura se denomina en Selvicultura **espesura normal**. Las espesuras inferiores se denominarán **defectivas** y las superiores **excesivas**.

El razonamiento anterior es fácilmente explicable si se considera que el rendimiento o crecimiento del árbol individual se ve restringido por la competencia (espesura), por lo que un aumento de la misma, al bajar el rendimiento individual, puede hacer que el del conjunto de la masa también decrezca, con lo que se entraría en la espesura excesiva.

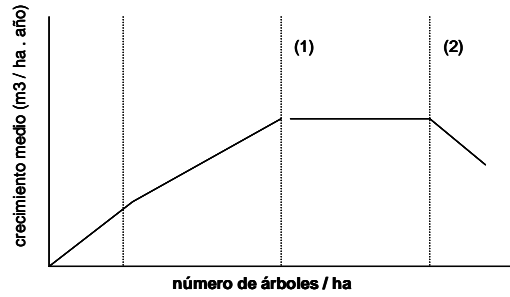
Por el contrario, muy pocos pies presentes en el rodal, aún con rendimiento muy intenso, provocan una escasa ocupación del espacio con la consecuencia de rendimiento global insuficiente, sería el caso de la espesura defectiva.

El punto, más bien intervalo, en que el conjunto de la masa alcanza el máximo rendimiento es la **espesura normal**. El rodal o monte que posee la espesura normal se llama **monte normal**. El objetivo del selvicultor es acercar las masas a esta situación, para lo cual se deberá definir previamente la cuantificación de la espesura en cada caso.

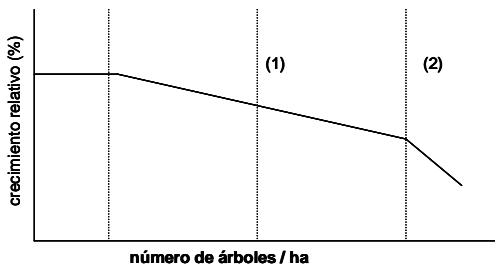
Para ilustrar estos conceptos se presenta la figura II.10, con su correspondiente explicación, tomada de MONTERO (1992).



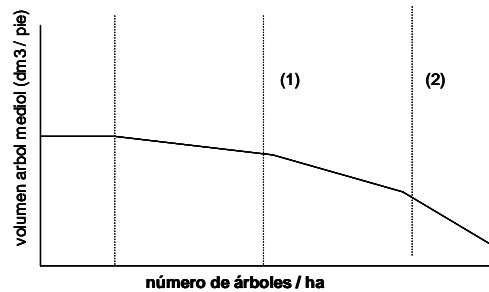
El volumen total crece con la densidad hasta alcanzar un límite (1), se mantiene casi constante hasta que decrece a partir de un punto (2) por exceso de competencia.



El crecimiento medio evoluciona de forma similar a la del volumen total. Entre 1 y 2 este crecimiento es constante a pesar del aumento de la densidad.



El crecimiento relativo (%) expresa el incremento de las existencias. es constante hasta que la espesura aumenta.



El volumen del árbol medio varía inversamente al aumento de la espesura. Con espesuras altas decrece muy rápidamente.

FIGURA II.10.- Evolución del volumen total, crecimiento anual, crecimiento relativo y volumen del árbol medio, en función de la densidad de la masa (adaptado de LANGSAETE, 1941). NOTA: Estas curvas no están evaluadas cuantitativamente, pero se considera que su evolución general es correcta. Su enfoque es exclusivamente productivo y no tienen en cuenta otros beneficios del monte (protección de la erosión) o límites estacionales (vientos, nieves) que puedan limitar la intensidad de las cortas.

En capítulos posteriores se verá la forma de proceder en cada tipo de producción y especie, pero se adelanta ahora que para la producción de madera se formulan modelos matemáticos, expresados en forma de tabla, que reciben el nombre de **tablas de producción**, que dan la referencia de la espesura normal para rodales de una especie, en una comarca determinada y en función de la calidad de estación. Se suele expresar la espesura en ellas a través de la densidad, área basimétrica e índice de Hart.

Los trabajos sobre tablas de producción elaboradas hasta la fecha en nuestro país, de los que se puede encontrar información parcial en MADRIGAL *et al.* (1999), son las siguientes:

- Tablas de producción del *Pinus insignis* en el norte de España (ECHEVARRÍA, 1941).
- El *Pinus pinaster* en Pontevedra (ECHEVARRÍA y de PEDRO, 1944).
- Producción de *Eucalyptus globulus* (ECHEVARRÍA, 1952).
- Tablas de producción de *Pinus radiata* D. Don. en el País Vasco (MADRIGAL y TOVAL, 1975).
- Tablas de producción de *Eucalyptus globulus* Labill. en el sudoeste de España (MADRIGAL *et al.*, 1977).
- Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Ibérico (G^a ABEJÓN, 1981).
- Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central (G^a ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984).
- Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Pireneo (G^a ABEJÓN y TELLA, 1986).
- Crecimiento y producción, en la Meseta Central, según calidades de estación, de plantaciones de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier. "Campeador" (GONZALEZ ANTOÑANZAS, 1986).
- Tablas de producción de densidad variable para *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Central (GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1989).
- El haya (*Fagus sylvatica* L.) en la Rioja. Selvicultura y Ordenación (IBÁÑEZ, 1989).
- Tablas de producción para *Fagus sylvatica* L. en Navarra (MADRIGAL *et al.*, 1992).
- Crecimiento y Producción de *Pinus sylvestris* L. en la Sierra de Guadarrama (ROJO, 1994).
- Tablas de producción para *Pinus nigra* Arn. en el Sistema Ibérico (G. LORANCA, 1995).
- Crecimiento y Producción de masas regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia Alternativas posibles (RODRIGUEZ SOALLEIRO, 1995)
- Curvas de calidad y tablas de producción para *Populus x euramericana* en la Cuenca del Duero (BRAVO, GRAU y GONZALEZ ANTOÑANZAS, 1996).
- Tablas de producción para masas artificiales de pino silvestre del Sistema Central (GOMEZ LORANCA, 1996).
- Modelo de simulación selvícola para *Pinus pinea* L. en la provincia de Valladolid (G^a GÜEMES, 1999).
- *Pinus pinea* L. en el Sistema Central (Valles del Tiétar y del Alberche): desarrollo de un modelo de crecimiento y producción de piña (CAÑADAS, 2000)
- Tablas de producción para *Pinus halepensis* Mill. en España (MONTERO *et al.*, 2001)
- Crecimiento y Producción de masas de *Quercus robur* en Galicia (BARRIO ANTA, 2003).
- Modelos de producción para las masas de *Pinus pinea* L. en Catalunya: orientaciones para la gestión y aprovechamiento sostenible de madera y piña (PIQUÉ, 2003).
- Estructura, Dinámica y Selvicultura de los bosques de roble albar (*Quercus petraea* Matts. Liebl.) en la Cordillera Cantábrica Meridional (REQUE, 2004).

II.8.- Clasificación de las masas forestales.

Ya se ha hecho referencia anteriormente a la diferencia entre masa **natural o primaria**, aquella que se desarrolla sin intervención humana y en la que su evolución y regeneración se produce según la sucesión vegetal y en la que no se producen demandas de utilidades y masa **forestal o secundaria** que es la que está o ha estado sometida a intervención humana para su ordenado aprovechamiento y regeneración, tiene relativamente gran extensión y vive en espesura.

Dedicamos este último epígrafe del Capítulo II a resumir los criterios de clasificación de las masas forestales, enumerando todos aquellos que son necesarios para una correcta descripción, de forma que algunos de ellos son reiteración de cuestiones ya expuestas, mientras que otros son avance de conceptos que se desarrollarán con detalle más adelante.

El primer criterio para clasificar las masas se refiere a su **composición específica**, dando lugar a dos tipos: masas **puras** o monoespecíficas u homogéneas, cuando está formada por una sola especie, o bien cuando una sola especie representa más del 90% (MADRIGAL, 1994), aunque otros autores fijan valores diferentes, de la densidad (a veces se emplea el área basimétrica); y masas **mixtas** o pluriespecíficas o heterogéneas cuando está formada por dos o más especies y no se da el caso anterior.

El segundo criterio se refiere a lo estudiado anteriormente, la **espesura**. En función de ella las masas pueden ser: **incompletas**; **completas**; y **trabadas**, según criterio geométrico. Según criterio productivo: **defectivas**; **normales**; y **excesivas**.

El tercer criterio se refiere al **origen de la masa**. Se trata de clasificar según que la masa proceda de regeneración natural, a partir de semillas de árboles del mismo rodal, o de regeneración artificial o reforestación o repoblación forestal, con semillas de pies de otros rodales. Según lo anterior calificaremos a las masas forestales como: **naturales** o **artificiales**. Vemos que el adjetivo natural tiene en esta ocasión significado diferente al que se le ha dado antes, pero hay que entender que en este caso se aplica a masas forestales y no a masas en general.

El cuarto criterio se refiere a la **procedencia geográfica de las especies**, para lo cual se emplean los tipos ya estudiados anteriormente, esta vez con aplicación a la masa: **autóctonas**; **alóctonas**; y **asilvestradas**.

El quinto criterio se basa en considerar la **edad de los pies que forman el rodal**. Cuando se aborde el estudio dinámico de masas se ampliará la cuestión, refiriendo ahora únicamente la enumeración: masas **regulares**, cuando la mayor parte de los pies pertenecen a la misma clase de edad; masas **irregulares**, cuando en el rodal hay pies de todas las edades; y masas **semirregulares**, cuando hay pies de más de una edad pero no de todas.

El sexto y último criterio se refiere al **origen de los pies que forman el rodal**. Cuando se aborden las cuestiones relacionadas con la reproducción se ampliará. La simple enumeración es: masas o rodales de **monte alto**, cuando más del 80% de los pies proceden de semilla; masas o rodales de **monte bajo**, cuando más del 80% de los pies proceden de brote de cepa o de raíz; y masas o rodales de **monte medio**, para los casos intermedios.

II.9.- Bibliografía.

BARRIO ANTA, M.- 2003. *Crecimiento y Producción de masas de **Quercus robur** en Galicia*. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.

CAÑADAS, M.N. – 2000. ***Pinus pinea** L. en el Sistema Central (Valles del Tiétar y del Alberche): desarrollo de un modelo de crecimiento y producción de piña*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

DANIEL, P.W.; HELMS, U.E.; BAKER, F.S. - 1982. *Principios de Silvicultura*. McGraw-Hill Book Co. México.

EHEVARRÍA, I y DE PEDRO, S. – 1944. *El **Pinus pinaster** en Pontevedra*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.

GARCÍA GÜEMES, C. – 1999. *Modelo de simulación selvícola para **Pinus pinea** L. en la provincia de Valladolid*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1938. *Silvicultura, Libro Primero. Fundamentos naturales de la Silvicultura. Los bosques ibéricos*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Valencia.

HAROLD, W.; HOCKER, Jr. - 1984. *Introducción a la Biología Forestal*. AGT Editor. México.

LANIER, L. - 1986. *Précis de Sylviculture*. École National du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de montes arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

MADRIGAL COLLAZO, A.; ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G.; RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R. y ROJO ALBORECA, A.- 1999. *Tablas de Producción para los montes españoles*. Fundación Conde Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

MONTERO, G. - 1992. Aspectos ecológicos y productivos de la Silvicultura. Revista *ECOLOGÍA*. nº 6, pp. 111-121. ICONA. Madrid

MONTERO, G.; CAÑELLAS, I; RUIZ-PEINADO, R. – 2001. Growth and yield models for *Pinus halepensis* Mill. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Vol. 10, Nº 1 , junio 2001. INIA. Madrid.

OLAZÁBAL, S de. – 1915. Relaciones de espaciamiento y áreas basimétricas. *España Forestal*, Año I, nº 5: 112 – 117; nº 7: 164 – 168. Madrid.

OLDEMAN, R.A.A. - 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer-Verlag. Berlín.

PIQUÉ, M. – 2003. *Modelos de producción para las masas de **Pinus pinea** L. en Catalunya: orientaciones para la gestión y aprovechamiento sostenible de madera y piña*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lleida.

RAMOS, J.L. - 1979. *Selvicultura*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

REQUE, J. - 2004. *Estructura, Dinámica y Selvicultura de los bosques de roble albar (*Quercus petraea* Matts. Liebl.) en la Cordillera Cantábrica Meridional*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid.

RODRIGUEZ SOALLEIRO, R. - 1995. *Crecimiento y producción de masas forestales regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Alternativas posibles*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

SCHÜTZ, J.Ph. - 1990. *Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.

STRASBURGER, E. et al. - 1986. *Tratado de Botánica*. 7ª edición española, 32ª edición alemana. Editorial Marín. Barcelona.

CAPÍTULO III.- ESTUDIO DINÁMICO DE LAS MASAS.

III.1.- SUCESIÓN VEGETAL

III.2.- APLICACIONES DE LA SUCESIÓN VEGETAL A LA SELVICULTURA

III.3.- EVOLUCIÓN DE LA DENSIDAD DE LAS MASAS

III.4.- CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES Y DE LAS MASAS

CAPÍTULO III.- ESTUDIO DINÁMICO DE LAS MASAS.

III.1.- Sucesión vegetal.

Se dedica este epígrafe a recordar y resumir lo relacionado con la evolución natural de la vegetación o sucesión vegetal, con gran brevedad ya que estos conceptos han sido estudiados en la asignatura del curso anterior Ecología.

Se trata, pues, de recordar algunas cuestiones que tienen trascendencia de cara a su aplicación en Selvicultura.

En el proceso teórico de formación de una cubierta vegetal partiendo de una roca madre, paralelo al de la evolución edáfica, producido sin limitación de tiempo y sin modificación trascendente de las condiciones climáticas, van apareciendo una serie ordenada de comunidades vegetales que se denomina **sucesión primaria** o phylum (GANDULLO, 1985).

La sucesión fue descrita por Clements en 1916 en la siguiente manera:

- roca más o menos consistente
- líquenes y musgos
- herbáceas anuales
- herbáceas vivaces
- matorral heliófilo
- arbustos
- formación arbórea con especies heliófilas
- formación arbórea climática sustentada por un suelo maduro.

Este modelo, según las condiciones ecológicas, se puede simplificar de manera que: se inicie en etapas incluso correspondientes a las especies arbóreas; falten algunas de las etapas descritas; se detenga en alguna etapa anterior al bosque de especies no heliófilas.

La causa de la evolución vegetal es la modificación de los factores ecológicos en un lugar determinado a lo largo del tiempo, especialmente los edáficos y los climáticos al nivel del suelo (microclima).

Más concretamente, las modificaciones se pueden resumir en: distribución diferencial de la calidad y cantidad de las radiaciones en sentido vertical, respecto de la composición e intensidad de la radiación solar; variación de las condiciones térmicas y de humedad; distribución del perfil del viento en sentido vertical; aumento paulatino en el suelo de la capacidad de retención de agua y de la fertilidad; aumento de la competencia intra e interespecífica.

Se trata de un proceso autoinducido por la modificación de las características del biotopo, aunque según SPURR (1982), rara vez se manifiesta completo en la realidad, pues las condiciones de espacio y tiempo ilimitado pocas veces se alcanzan. Ahora bien, como modelo conceptual, por su simplicidad, tiene en principio cierta utilidad didáctica.

La última etapa de la sucesión en la mayor parte de los ecosistemas terrestres será un bosque, que sometido a un teórico equilibrio dinámico en el que las variaciones de forma de vegetación, composición específica y cantidad de vegetación, no se traducen en variaciones de su aspecto global. Se trata de la agrupación climática o climax.

El concepto de climax, en el equilibrio dinámico descrito, es asimilable al concepto de asíntota, y requiere que el factor ecológico predominante en la sucesión sea un clima constante en el tiempo. La caracterización o identificación del estado de climax puede ser realizada a través de las siguientes consideraciones (FRONTIER, 1991):

- se alcanza el máximo de diversificación de los nichos ecológicos, y consecuentemente, de la diversidad específica, aunque este hecho tiende a cumplirse con más frecuencia cuando el factor limitante del crecimiento de la biomasa vegetal es la temperatura.
- el sistema adquiere estabilidad y resiliencia, se complican los ciclos internos y los niveles de autorregulación.
- aumenta el número de especies de estrategia "K" y disminuyen las especies de estrategia "r".
- se alcanza el máximo de biomasa que puede sustentar el sistema.
- la productividad neta tiende a anularse.

La demostración de este proceso y la predominancia del factor clima en la sucesión se han basado en la observación del fenómeno de la sucesión convergente, por el cual bajo clima común, dos estaciones de condiciones edáficas muy diferentes, una con gran disponibilidad de agua en el suelo y otra sobre suelo original muy pedregoso (sucesiones hidrárquicas y xerárquicas), concluyen en una similar agrupación vegetal sobre unas condiciones mesárquicas, como lo ilustra la figura III.1 adaptada de HAROLD (1984).

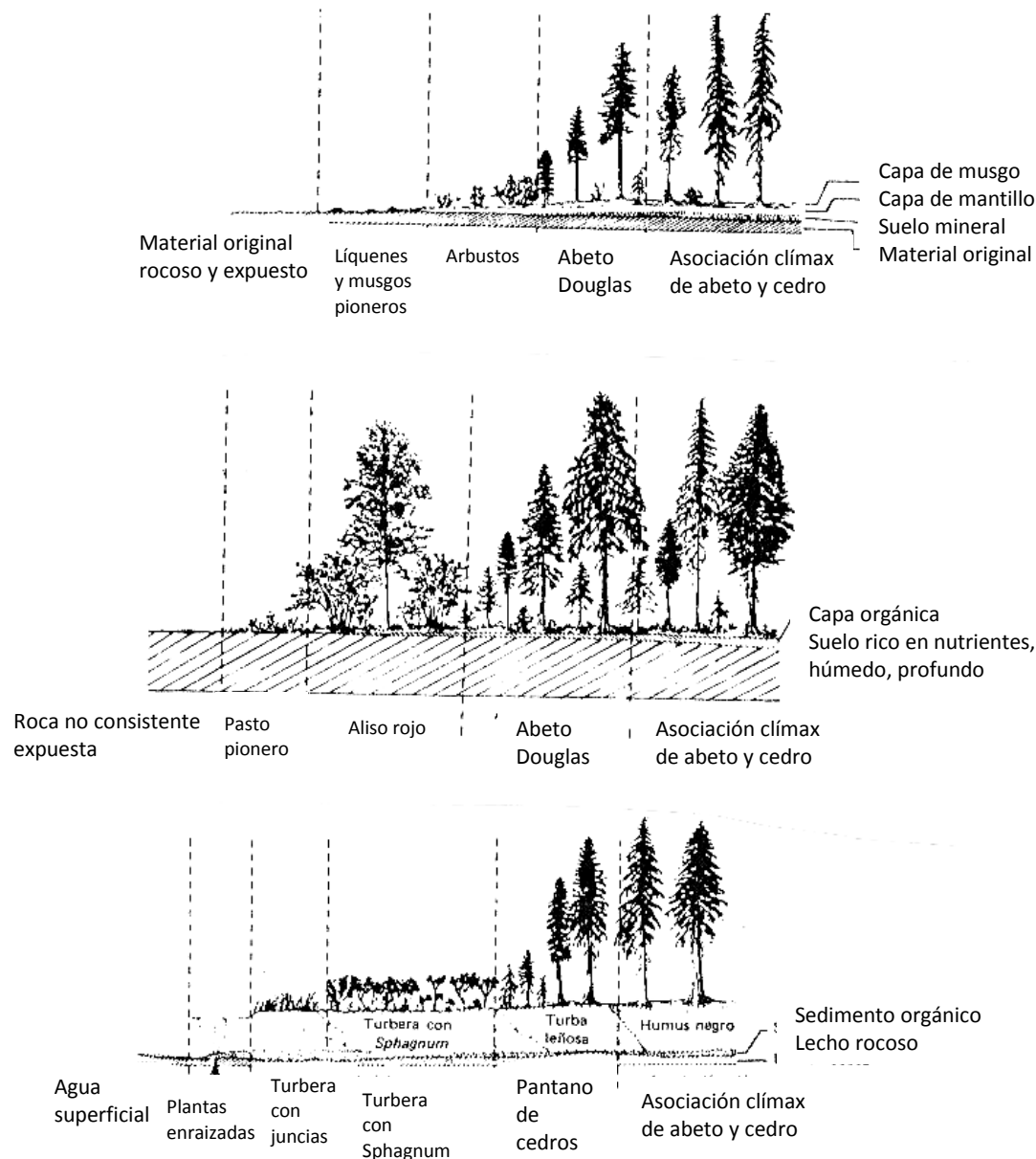


FIGURA III.1.- Representación esquemática de la sucesión sobre tres tipos de sustrato original, en la Columbia Británica. El término abeto se refiere a *Pseudotsuga menziesii* y el término cedro a alguna especie del género *Chamaecyparis*.

Ahora bien, la propuesta de Clements resulta incompleta para explicar muchas situaciones reales, por lo que debe ser ampliada en relación con tres cuestiones: estabilidad de la clímax; recurrencia de trastornos o catástrofes; predominancia en la sucesión de un factor ecológico diferente al clima.

En relación con la primera cuestión, la **estabilidad de la agrupación climácica** no es tal, pues se produce un ciclo de evolución en la que se pueden distinguir las siguientes fases, según ZUKRIGL et al. (1963) en BOUDRU (1989):

- fase óptima (A), con una masa cerrada, de altura uniforme y aspecto regular, muy vigorosa, sin árboles debilitados y escasos jóvenes.

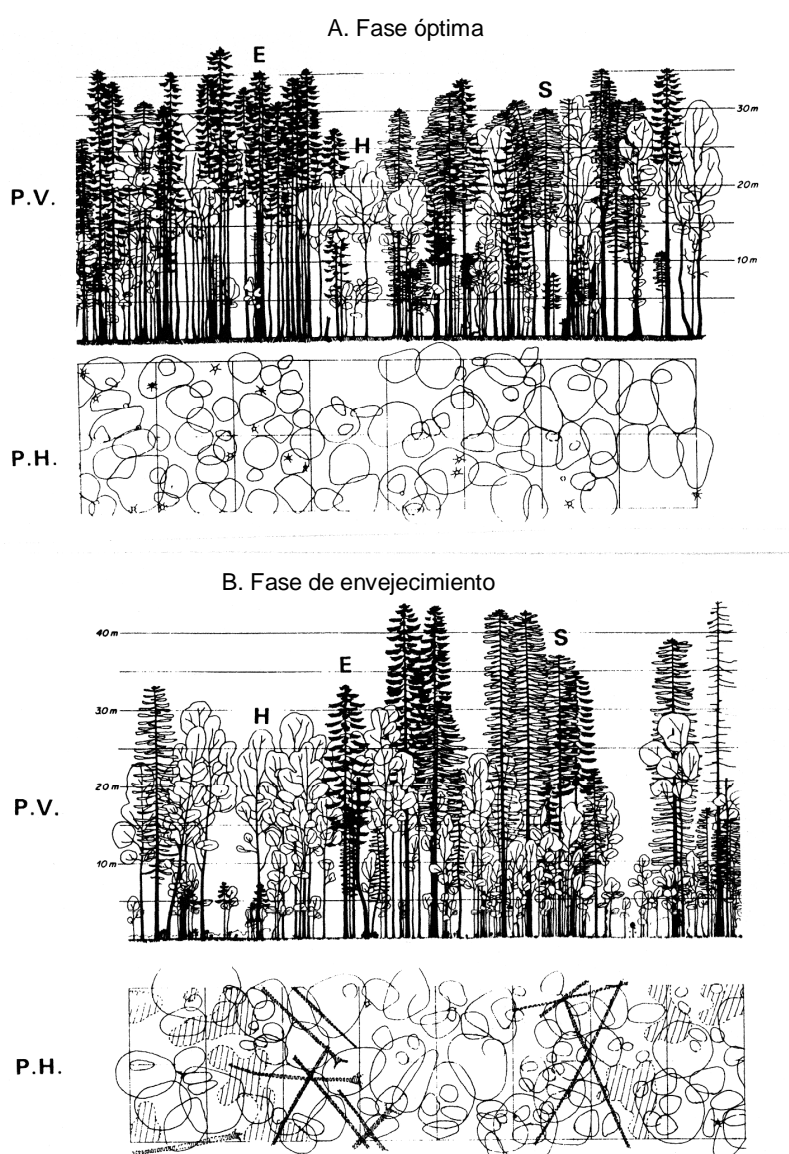
- fase de envejecimiento (B), pies seniles y debilitados más abundantes, tímida regeneración de especies de sombra y desaparición de especies de luz.

- fase de destrucción temporal (C), con abundancia de individuos muertos y débiles, así como de claros que son ocupados por el repoblado.

- fase de regeneración (D), en estado irregular una nueva generación joven convive con antiguos pies.

- fase de masa irregular en equilibrio (E), compuesta por individuos de especies dominantes de todas las dimensiones. Conviven especies secundarias. La regularización progresiva, a través de la igualación de las alturas de los pies, conduce hasta la fase óptima y recomienza el ciclo.

En la figura III.2, adaptada de BOUDRU (1989), se ilustran estas etapas.



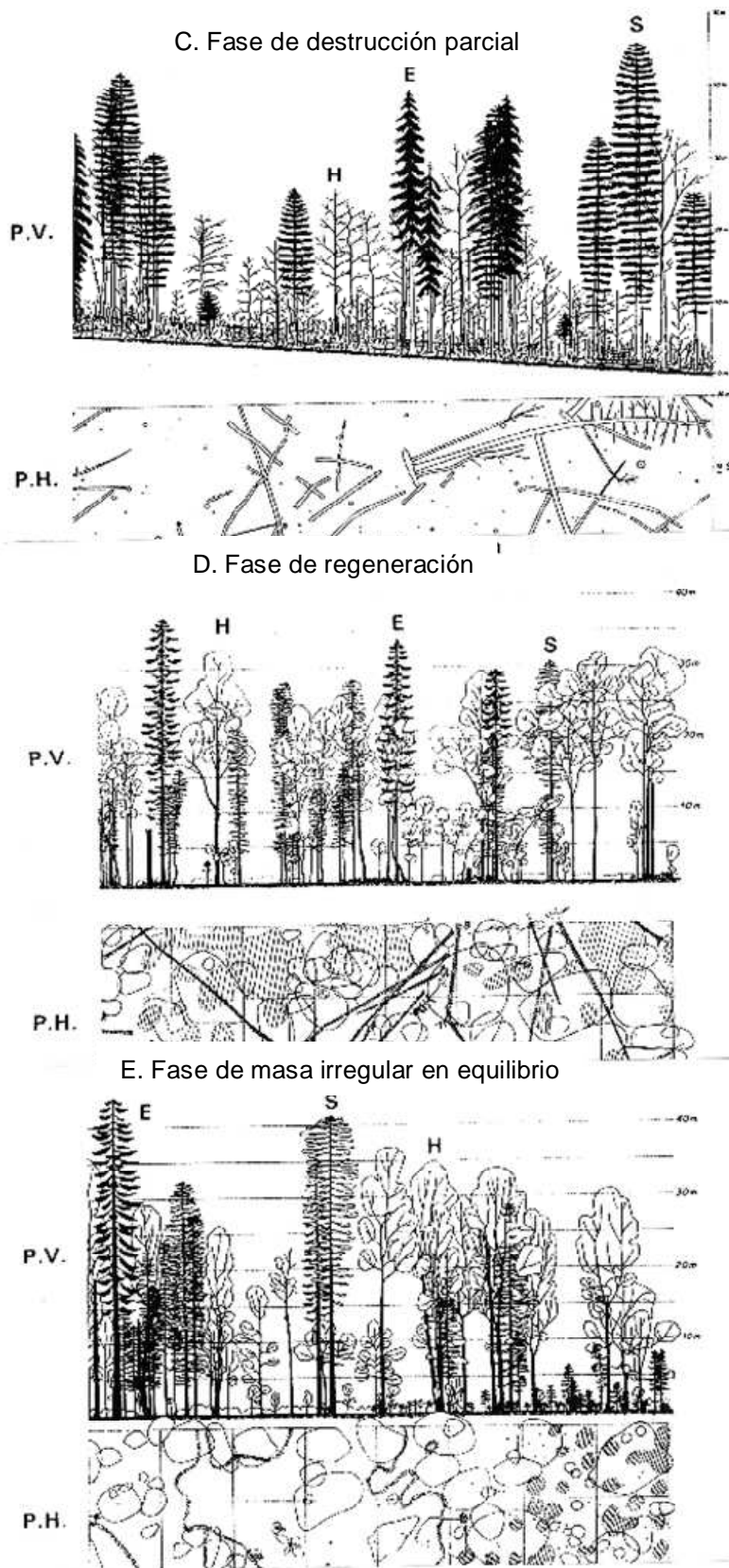


FIGURA III.2.- Estadios sucesivos de un bosque climácico natural (ZUKRIGL et al., 1963).
P.V.: alzado; P.H.: planta; H.: haya; S.: abeto; E.: abeto rojo.

La **recurrencia de trastornos**, perturbaciones o catástrofes sobre la vegetación, conduce a que en la realidad y en muchas regiones, las climax no sean estables sino que se presentan ciclos o climax cíclicas, en los que lo que se perpetúa es un determinado ciclo de agrupaciones vegetales y no una única agrupación. Una enumeración de las perturbaciones se puede encontrar en OLIVER (1990): incendios; vendavales; avenidas; erosiones o deslizamientos en ladera; depósitos fluviales; aludes; glaciares; actividades volcánicas; tormentas de granizo; predación por mamíferos; plagas de insectos; y enfermedades.

En relación con la **preponderancia en la sucesión de algún factor ecológico diferente al clima**, se resume la cuestión transcribiendo el cuadro III.1, tomado de GANDULLO (1985), en que se describen los cuatro tipos de agrupaciones vegetales que pueden hallarse en equilibrio dentro de un ecosistema terrestre estable.

CUADRO III.1.- Factores ecológicos preponderantes en la sucesión vegetal en relación con el suelo y la vegetación.

Factor ecológico preponderante	Tipo de asociación vegetal estable	Tipo de suelos
Clima	Asociaciones climácicas o climax	Suelos zonales
Relieve	Asociaciones pioneras	Suelos azonales o inmaduros
Litosfera	Asociaciones especializadas	Suelos intrazonales
Acción humana	Asociaciones secundarias y degradadas	Suelos degradados

Por intervención externa sobre una determinada agrupación de la sucesión primaria aparece otro conjunto de agrupaciones que se puede denominar **sucesión secundaria**.

Seguendo a GANDULLO (1985), se pueden producir tres circunstancias diferentes:

- alteración ecológica débil u ocasional, sin cambios apreciables en el medio abiótico. Una nueva sucesión repite la sucesión primaria y se puede desembocar en la misma agrupación climácica. Ejemplos de estas acciones pueden ser aprovechamientos poco intensos, y agentes climáticos.
- alteración importante que modifica de manera semipermanente algún factor ecológico. La sucesión secundaria queda estabilizada en un escalón anterior a la climax, denominada subclimax. A esta situación se pueden asimilar muchas masas naturales de pinos en la media montaña de la Península Ibérica, sostenidas por un tratamiento constante.
- alteración ecológica fundamental, el medio abiótico cambia por completo y la sucesión secundaria llega a una comunidad pseudoestable ajena a la sucesión primaria. A esta comunidad se la conoce por el nombre de disclimax en la literatura americana y plagioclimax en Europa. Un ejemplo de este caso se encuentra en el ámbito mediterráneo, donde formaciones vegetales denominadas garrigas son plagioclimax respecto de formaciones climácicas en las que predominaba la encina, que transformadas por incendios y roturaciones para cultivo agrícola,

con la consiguiente erosión, han hecho aflorar un horizonte rico en arcilla con escasa permeabilidad, por lo que la nueva sucesión estabiliza comunidades formadas por especies más xerófilas.

Como sucesiones especiales se pueden enumerar las siguientes:

- haloserias, condicionadas por la alta salinidad edáfica.
- subclimax estables por imposibilidad de ecesis, como puede ser el caso de la pampa argentina y uruguaya.
- subclimax mantenidos por el hombre, favoreciendo el rendimiento económico o tecnológico superior de estadios anteriores a la climax.
- los plagioclimax mantenidos por cultivos agrícolas intensos, que son denominados por algunos autores como peniclimax.
- los paraclimax o situaciones que expresan el hecho de la introducción de alguna especie alóctona, que se integra, asilvestrándose, en una agrupación estable.

El rápido repaso a estas cuestiones permite abordar otro criterio de clasificación de las especies que componen las masas, ya enunciado anteriormente, y que se refiere al papel de las especies en la sucesión. Se distinguen los siguientes tipos:

- especies **edificadoras**, clasificadas en la estrategia r y caracterizadas por ser: frugales; de poca longevidad; de diseminación abundante; gran facilidad de germinación. Uno de los grupos más característicos son las gramíneas anuales. Inician el aporte de materia orgánica al suelo.
- especies **conservadoras**, clasificadas por alguno de sus atributos en la estrategia r y caracterizadas por: ser también frugales; tener mayor longevidad que las anteriores; poseer potentes sistemas radicales, por lo que son vivaces y casi siempre leñosas; tienden a vivir en masas monoespecíficas y a ocupar todo el espacio; mantienen una gran facilidad de regeneración por semilla (cantidad, calidad y dispersión); sus plántulas resisten la insolación directa. Unos grupos muy característico son el de los pinos y el de los matorrales heliófilos.
- especies **consolidadoras**, clasificadas en la estrategia K y cuyas características son: ser menos frugales que las anteriores; consecuentemente mejoran la condición edáfica; son leñosas de sistema radical de formas variadas; tienen la máxima longevidad; sus plántulas no resisten la insolación directa. Son las especies asociadas a las agrupaciones climácicas.
- especies **neutras**, son especies que no influyen ni positiva ni negativamente en el proceso, debido a que su presencia siempre es escasa pues sus individuos tienden a vivir en forma dispersa o diseminada. Son las especies que hemos denominado anteriormente no sociables o diseminadas.
- especies **destructoras**, que son las que en alguna forma son capaces con su presencia de excluir o retardar la incorporación de otras especies. Incluye a las que provocan fenómenos de alelopatía o a algunas pirófitas. Algunas especies del género *Cistus* reúnen esta doble condición.

III.2.- Aplicaciones de la sucesión vegetal a la Selvicultura.

Dentro del estudio y práctica de la Selvicultura y de las Repoblaciones Forestales, los conceptos resumidos anteriormente tienen gran trascendencia.

En el caso de la Selvicultura es importante conocer las etapas por las que ha pasado y la etapa en que se encuentra el rodal objeto de tratamiento, en relación con la sucesión vegetal, así como la tendencia evolutiva natural previsible para el futuro, todo ello para poder realizar un diagnóstico acertado de la situación y proponer un tratamiento acorde con la evolución natural.

En la interpretación del estado de progresión o degradación de una situación dada, el diagnóstico suele estar dificultado por la común presencia simultánea de especies que pertenecen a diferentes etapas de la sucesión. Se hace, por tanto, necesario complementar el estudio con un diagnóstico del estado del suelo. La mayor o menor cercanía a la climax de una masa concreta está más caracterizada por la cantidad de biomasa y por su estructura que por su composición específica.

El tratamiento en el caso de montes degradados (suelo y vegetación), por desgracia muy abundantes en España, tratará de acelerar la sucesión buscando alcanzar etapas de mayor madurez. En el caso de montes bien conservados y productivos en los que sea posible y razonable plantear una selvicultura que tienda a intensiva, la estrategia puede ser detener la evolución en un subclimax estable.

La aplicación de los conceptos estudiados a la estrategia selvícola debe incluir la complejidad de las alternativas, entendiendo como una red y no como una vía única, los posibles caminos de evolución. Por otra parte, la calificación exacta del grado de madurez, puede ser poco precisa en muchos casos y la variación entre rodales próximos muy grande.

Es preciso considerar en todo momento que en las situaciones climáticas la productividad tiende a cero, por lo que un sistema selvícola, para obtener materias primas y para fijar CO₂ con eficacia, debe tratar de mantener etapas subclimáticas. En caso de que el uso preferente sea de servicios, con lo que no es inconveniente alcanzar la máxima cantidad de biomasa y mínima productividad, hay que entender que la estructura artificializada de masas forestales, incluso subclimaces, requiere un tratamiento que asegure su estabilidad y evite la fase de destrucción temporal de las masas naturales, o la probabilidad de ocurrencia de perturbaciones o catástrofes.

La situación evolutiva de las masas a las que los selvicultores han tratado, ha marcado las tendencias y las doctrinas, lo que se aprecia consultando textos, bien europeos, bien americanos:

- en Europa la Selvicultura nace como consecuencia de la necesidad y del alto grado de degradación de las masas. El problema del selvicultor ha sido tradicionalmente partir de una agrupación degradada y tratar de acercarla a una agrupación subclimax más productiva que las etapas que ha encontrado. El enfoque, digamos conservacionista, de la Selvicultura europea es apreciable en la lectura de los textos.

- en América del Norte se ha partido de masas naturales, complejas, evolucionadas y muy marcadas por las leyes de la sucesión. Aquí el problema del selvicultor es reducir la espesura (biomasa) para aumentar el crecimiento (productividad) y también lograr subclimax estables y

más productivas que el estado anterior. El enfoque de los textos, por tanto, puede parecer más, digamos, productivista que el de los europeos.

En relación con la Repoblación Forestal, que como se verá, se plantea casi siempre en terrenos desnudos o rasos, es fundamental conocer la sucesión primaria para ayudar a elegir las especies adecuadas a introducir y para diagnosticar, a priori, la influencia que dicha elección tendrá sobre la vegetación presente y futura.

Así, los phyllum españoles definidos por CEBALLOS, que pueden ser consultados en la obra *Tratado del Medio Natural* (VARIOS AUTORES, 1981), han sido un valioso auxiliar en la elección de especies para la repoblación en España entre 1930 y 1970. Las Series de Vegetación de España han sido recientemente ampliadas, con la misma intención, por RIVAS (1987). Otra importante referencia de la utilidad de los conceptos expuestos, de cara a la repoblación forestal, es la metodología de MONTERO DE BURGOS (1989), que basa el diagnóstico sobre el impacto ambiental de las repoblaciones en la consideración de los niveles de madurez actuales y futuros.

En la descripción del estado de una masa forestal desde el punto de vista evolutivo, útil tanto en repoblación forestal como en selvicultura, RUIZ DE LA TORRE (1990) se refiere a "niveles de madurez", diferenciando 10 tipos numerados desde 0 (desierto) a 9 (máxima madurez), que han quedado representados en el reciente Mapa Forestal de España en escala 1:200.000.

Una serie de consecuencias selvícolas a extraer del estudio de la sucesión vegetal, tanto en relación con la Selvicultura como con las repoblaciones, son enumeradas por GANDULLO (1985):

A - en los tratamientos que pretendan conservar las especies asociadas a climax y subclimax, hay que cuidar no introducir modificaciones apreciables en los factores ecológicos, con especial atención a:

- * las modificaciones del factor luz, sobre todo con especies no heliófilas.
- * el deterioro de las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- * la disminución de la fertilidad del suelo por extracción de nutrientes.

B - en las repoblaciones en que se vaya a emplear alguna especie asociada a la clímax o subclímax, se tratará de acelerar la evolución normal de la sucesión primaria, por lo que interesará:

- * disminuir la competencia de las especies ya instaladas.
- * favorecer la agresividad de la especie a introducir con buena calidad de semilla y planta.
- * realizar acciones de mejora sobre el suelo, que al ser normalmente físicas, pueden no ser suficientes para introducir inicialmente especies exigentes o poco frugales.

Para finalizar el presente epígrafe se transcriben unos párrafos tomados de HAWLEY (1982), que resultan clarificadores a la hora de interpretar la aplicación de la sucesión vegetal a la práctica selvícola:

"La ecología es la base natural de la silvicultura, y el forestal practica de hecho la ecología aplicada. Por consiguiente, debe estar tan familiarizado con el campo de la ecología aplicada como el médico con la fisiología humana. Importa no olvidar que la ecología está, ella misma, íntimamente relacionada con la fisiología vegetal, las ciencias del suelo, la meteorología, la geología y otras ciencias naturales, hasta el punto de no poder distinguirse de ellas en ciertos casos. La ecología vegetal se interesa, por derecho propio, en el estudio de las comunidades vegetales y de su dinámica; esto puede ocultarnos a veces que se trata al mismo tiempo de la influencia del ambiente sobre los grupos de plantas y las plantas individuales. El interés especial de algunos ecólogos por las sucesiones naturales les ha llevado a la errónea creencia de que la "buena administración de montes" consiste únicamente en presidir pasivamente el majestuoso proceso de la sucesión natural. De acuerdo con esta filosofía, el objeto primero de la silvicultura sería coadyuvar en el desarrollo de tipos climáticos, estables, de vegetación que serían, por su carácter natural, superiores a las anteriores fases de la sucesión.

El conocimiento de la sucesión natural en un lugar determinado es indispensable para la práctica silvícola, pero constituye sólo una parte de la información ecológica necesaria. El forestal debe conocer también todo cuanto sea posible sobre el complejo de factores ambientales que controlan el desarrollo de los árboles y de la masa como un todo. La importancia de un conocimiento completo de la sucesión natural en un tipo de hábitat reside en el hecho de prever de qué modo, y con qué ritmo, está siendo, o puede ser, alterada la composición de los rodales por causa de los procesos naturales. Con estos datos, el forestal puede determinar si, y de qué manera, es posible acelerar, interrumpir, invertir o desviar la sucesión natural. No está necesariamente obligado a obedecer servilmente a la naturaleza; el hecho de conocer el curso de la sucesión natural no le obliga a acatarlo.

Son factores económicos los que finalmente deciden sobre la política silvícola que debe ser seguida en un área determinada; se trata de operar de forma que el valor de los beneficios obtenidos de un monte exceda, por el margen más amplio posible, al esfuerzo invertido. Sin embargo, las decisiones que se tomen deberán basarse sobre los efectos económicos y de factores puramente biológicos tanto como de factores tales como el coste de las talas y el valor de la madera para la construcción. Si los montes hubieran sido creados ex profeso para beneficio del hombre, y los procesos naturales reaccionaran a sus cambiantes demandas, lo más aconsejable y sencillo sería obedecer puntualmente a la naturaleza. En estas ideales condiciones, la sociedad podría prescindir de los forestales. Por otra parte, no entra dentro de las posibilidades del forestal el efectuar un control completo de los procesos naturales. Tiene menos ocasiones, y menos necesidad, que el agricultor de provocar amplias y numerosas desviaciones respecto de las especies espontáneas y las condiciones naturales. En la práctica, la silvicultura debe hallar un compromiso entre la adaptación estricta a la naturaleza y la obediencia rígida a consideraciones económicas a corto plazo.

La experiencia local sobre el terreno es la que debe enseñarnos hasta qué punto es posible apartarse sin peligro de los procesos naturales. La mejor evidencia de los conocimientos y las posibilidades de la silvicultura la obtendremos en los éxitos que se logren en mantener un monte sano y vigoroso, al tiempo que se desarrollan masa arbóreas aprovechables. Por regla general, los montes secundarios alterados por el hombre son muy distintos de la asociación clímax, y, si están tratados científicamente, son más productivos, más vigorosos, y están más protegidos. En casos excepcionales, será aconsejable una aproximación mayor a la naturaleza cuando el acondicionamiento realizado sobre una base económica demasiado rígida amenace con destruir el bosque o con reducir seriamente su productividad.

La mejor aproximación al problema consiste en determinar qué fase de desarrollo de la sucesión es más deseable en una situación dada."

III.3.- Evolución de la densidad de las masas.

El estudio del crecimiento de los pies aislados y de las masas, así como el de la evolución de la densidad de las mismas, podría haberse pospuesto hasta el momento de tratar el crecimiento como carácter cultural de las especies en un próximo capítulo, pero se ha preferido abordarlo ahora para completar el estudio dinámico de las masas, iniciado en epígrafes anteriores en relación con la evolución de las formaciones y asociaciones que se presentan en la sucesión.

El plazo de estudio de evolución que se aborda ahora es mucho más reducido, limitado en principio a un tiempo similar al de la longevidad de las especies forestales, y la evolución que se considera puede incluir acciones de extracción de pies por parte del hombre.

La forma más general de describir la distribución instantánea de los diámetros de los pies que forman una masa forestal es aplicar una ecuación de distribución WEIBULL:

$$N_i = (c/b)[(D_i-a)/b]^{c-1} \cdot e^{-[(D_i-a)/b]^c}, \text{ donde:}$$

- N_i , es el número de pies presentes con diámetro D_i
- e , es la base de los logaritmos neperianos
- a , es el parámetro que expresa el diámetro mínimo y debe ser $a \geq 0$
- b , es el parámetro de escala en abscisas, que expresa la mayor o menor dispersión de los diámetros presentes.
- c , es el parámetro de forma de la curva. Si $c \leq 1$, las curvas adoptan forma de J invertida y son distribuciones que representan a las masas irregulares. Las masas regulares se representan por curvas donde $c > 1$.
- valores de $1 < c < 3,6$, dan curvas con asimetría hacia la izquierda,
- valores de $c = 3,6$, convierten a la distribución en simétrica, siendo una distribución normal o de Gauss,
- valores de $c > 3,6$, dan curvas con asimetría a la derecha.

Se comienza por el estudio de la evolución de la densidad de las masas para lo que es preciso distinguir entre masas regulares y masas irregulares.

III.3.1.- Evolución de la densidad en las masas regulares.

Una masa regular se definió como aquella formada en su mayor parte por pies de la misma edad. Aunque se comprenderá mejor al estudiar el crecimiento diametral de los árboles, se anticipa que existe una relación casi lineal entre la clase de edad de un pie y la clase diamétrica a la que pertenece, por lo que las referencias al diámetro y a la edad pueden resultar equivalentes.

La estructura instantánea de una masa regular, representando en ordenadas la densidad y en abscisas las clases diamétricas, se expresa por una curva de distribución tipo Weibull donde $c > 1$, que cuando es simétrica ($c = 3,6$) resulta ser una campana de Gauss o distribución normal. Sobre ella, debido a las extracciones o a la mortalidad natural, se producen desviaciones de la simetría, como se aprecia en la figura III.3, tomada de PARDÉ (1988), en la que la dimensión de los pies se expresa en longitud de circunferencia normal.

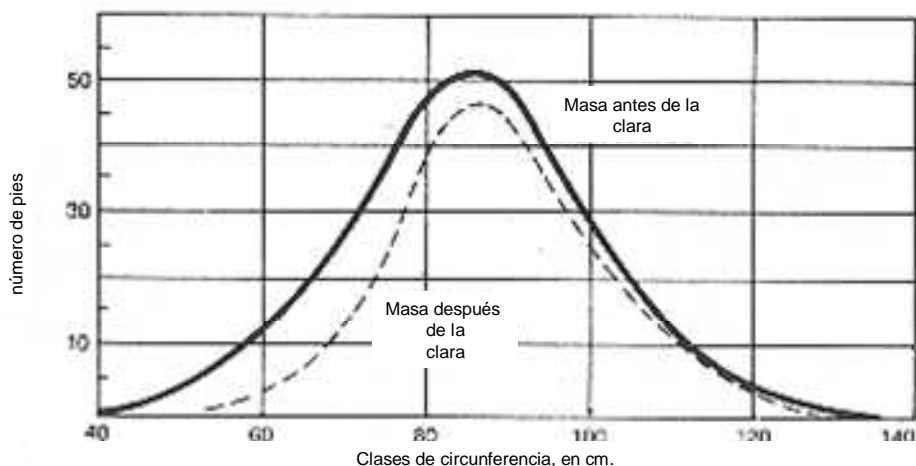


FIGURA III.3.- Alerce europeo. Parcelas de experiencias de Montegenèvre.

Ahora bien, la densidad de una masa regular no puede mantenerse igual a si misma al pasar el tiempo. Los pies crecen en diámetro y altura, aumenta la espesura y con ella, si no hay intervención humana, se produce una mortalidad natural que la hace disminuir. La densidad será por tanto decreciente, pero a menor velocidad cuanto menor sea la densidad y por tanto el diámetro medio o la edad sean mayores.

Las curvas de decrecimiento de la densidad en función del tiempo o el aumento de diámetro se pueden expresar mediante ecuaciones del tipo:

$$N = k D^{-a} ;$$

donde N es la densidad, D el diámetro medio, k y a constantes que definen la forma de la curva en función de la especie y calidad de estación. Este tipo de formulación ya fue comentado en relación con el índice de densidad de REINEKE en el Capítulo II.

La figura III.4, tomada de LANIER (1986), representa la evolución de la densidad con el tiempo para diferentes especies.

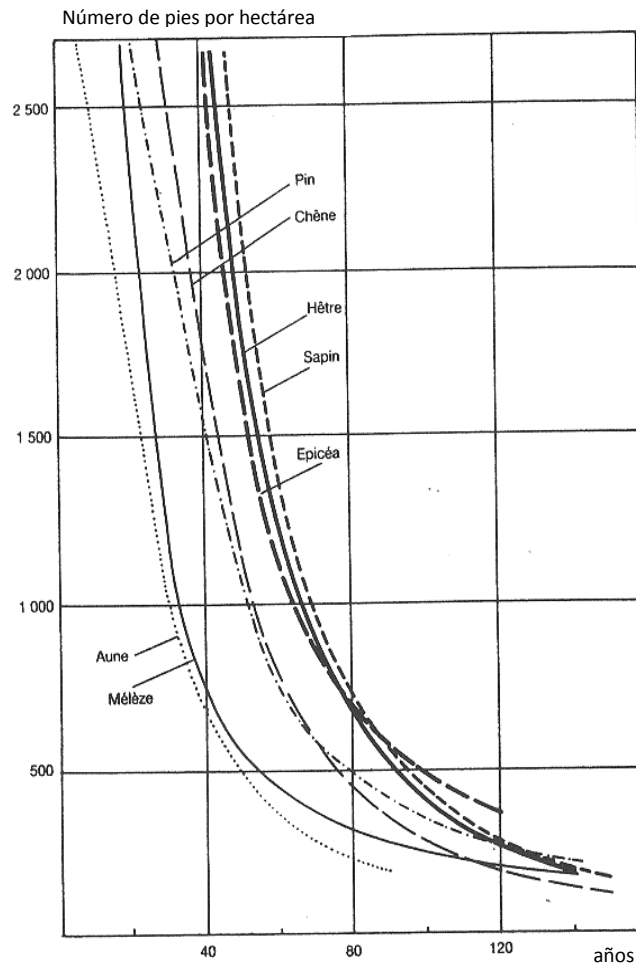


FIGURA III.4.- Evolución natural de la densidad en función de la edad de masas puras y regulares, de diferentes especies, en buena estación.

La evolución con el tiempo (clases naturales de edad) de la estructura de un rodal regular, queda representada en la figura III.5, tomada de LANIER (1986).

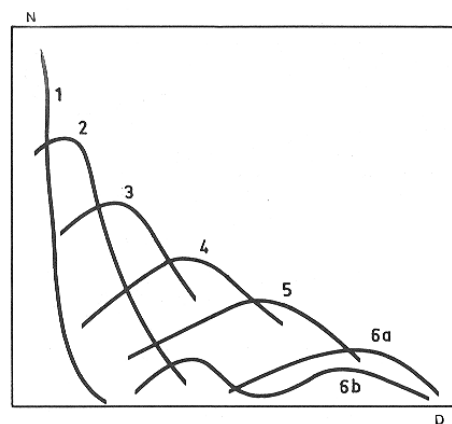


FIGURA III.5.- Evolución de la densidad con el diámetro en una masa regular normalmente tratada. 1 - replantado; 2 - monte bravo; 3 - latizal; 4 - fustal joven; 5 - fustal medio; 6a - fustal alto de un solo estrato; 6b - fustal alto de dos estratos. Se resalta el mayor achatamiento y asimetría al avanzar la edad.

III.3.2.- Evolución de la densidad en las masas irregulares.

Una masa irregular se definió como aquella que esta formada por pies de todas las edades o clases diamétricas. Cuando es objeto de tratamiento y para asegurar el reemplazo de unas clases diamétricas por las anteriores, es lógico pensar que la densidad de las clases de edad pequeñas será mayor que la de las grandes, todo ello de forma ordenada. Se denomina masa irregular en equilibrio (*futaie jardinée*, en francés) a aquella cuya estructura responde a este decrecimiento con la edad. La estructura instantánea de una masa irregular, representando en ordenadas las densidades y en abscisas las edades o diámetros de los pies que la componen, se expresan por curvas en forma de J al revés, que son exponenciales negativas, cuya forma más habitual y simple de expresión es:

$$N = k e^{-aD}$$

donde N es la densidad de los pies de la clase D; e, es la base de los logaritmos neperianos; k y a son constantes que toman valor en función de la especie, la calidad de la estación y la espesura global que la masa deba presentar para que sea posible la incorporación de nuevos pies. Un ejemplo de representación gráfica de masas irregulares en forma de curva se refleja en la figura III.6, tomada de PARDE (1988).

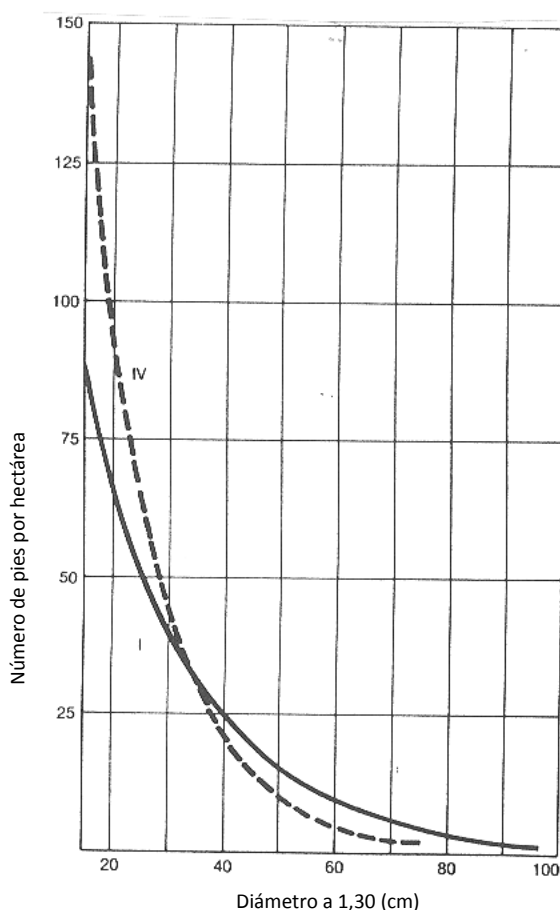


FIGURA III.6.- Tipos de curvas de equilibrio para masas irregulares.

Otro ejemplo de estructura de masa irregular, en forma de histograma, se representa en la figura III.7, tomada de LANIER (1986).

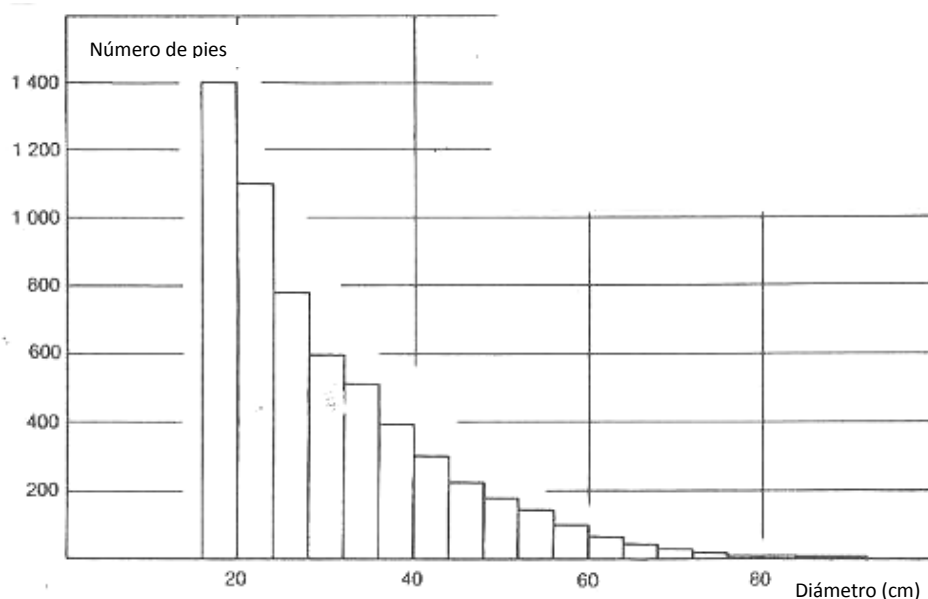


FIGURA III.7.- Reparto del número de pies por clases diamétricas (de 4 en 4 cm). Estructura irregular equilibrada típica (según MEIER, 1933, en TREPP, 1974).

A lo largo del tiempo, en el rodal irregular la estructura y por tanto la densidad total permanece constante por causa de la mortalidad natural, las incorporaciones de nuevos pies y las cortas, cuyo estudio se ampliará en el capítulo correspondiente al tratamiento de masas irregulares.

III.4.- Crecimiento de los árboles y de las masas.

Se separa el estudio del crecimiento individual, o del árbol aislado, del de la masa. A su vez, y en cada caso, se separa el estudio del crecimiento en altura o longitudinal, del diamétrico y del volumétrico.

III.4.1.- Crecimiento individual en altura.

El crecimiento en altura de un árbol se produce según un modelo logístico o curva sigmoide, en la que es posible distinguir tres fases: inicial, que se puede corresponder con las edades de diseminado y repoblado, en la que el incremento de altura anual es inferior al de la etapa posterior; juvenil, que se corresponde con las edades de monte bravo y latizal, con crecimiento anual máximo, en esta etapa se sitúa el punto de inflexión de la sigmoide; y senectud, durante la edad de fustal, en la que el crecimiento anual decrece paulatinamente hasta que tiende a anularse, con lo que se ha alcanzado la máxima altura o altura de coronación.

En la figura III.8, tomada de LANIER (1986), se representa la altura y crecimiento anual de diversas especies.

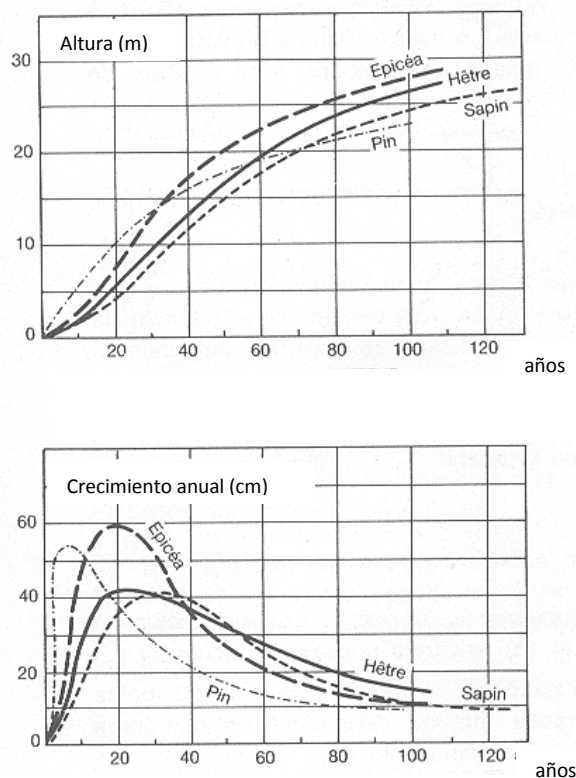


FIGURA III.8.- Evolución de la altura: altura alcanzada y crecimiento anual en función del tiempo, para varias especies en la misma estación (según GUTTENBERG, 1895).

En el análisis del crecimiento longitudinal es importante destacar: lo ya referido respecto del punto de inflexión o momento de máxima velocidad de crecimiento, y la edad en que esto se produce, más precoz cuanto más de luz sea la especie; la altura total o de coronación, que es función de la especie y de la calidad de estación, y por tanto independiente del tratamiento o espesura en que ha vivido la masa, sobre todo respecto de pies dominantes; el momento en que se alcanza la coronación, que será más precoz en las especies de luz, en las menos longevas, y a igualdad de especie en las peores estaciones.

La manifestación anual del crecimiento en altura de las especies forestales de nuestras latitudes se concentra en cortos períodos de tiempo, normalmente no superiores a tres meses, constituyendo lo que se conoce con el nombre de metida. La mayor parte de las especies presenta una metida anual y se denominan mononodales. Algunas especies son plurinodales, normalmente con dos metidas anuales, como es el caso de *Pinus radiata*, *P. canariensis* y en algunos años *P. halepensis* o *P. pinaster*. Se complementa esta cuestión con la figura III.9, tomada de LANIER (1986), en la que se representa el crecimiento en altura en diferentes períodos del año para diversas especies.

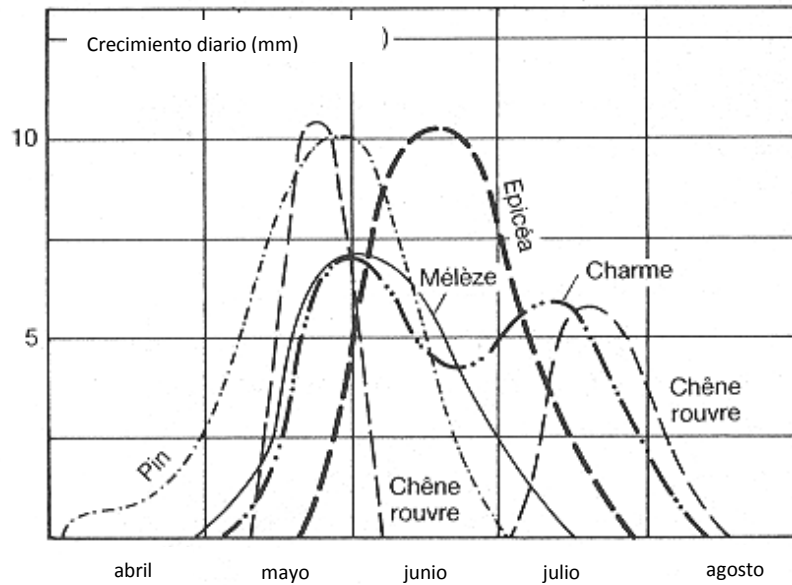


FIGURA III.9.- Crecimiento en altura en diferentes épocas del año, expresado en crecimiento diario en mm, para diferentes especies, según BÜRGER, 1926.

III.4.2.- Crecimiento individual en diámetro.

El crecimiento diametral individual, al contrario que el longitudinal, está muy influenciado por el tratamiento o espesura de la masa en que vive el árbol. Presenta en su evolución una curva sigmoide, que comparada con la del crecimiento longitudinal, tiene el punto de inflexión más retrasado en el tiempo y variaciones de pendiente menos acusadas. A continuación se reproduce la figura III.10, tomada de OLDEMAN (1990), que sobre las curvas de crecimientos anuales, longitudinal y diametral, ilustra este desfase.

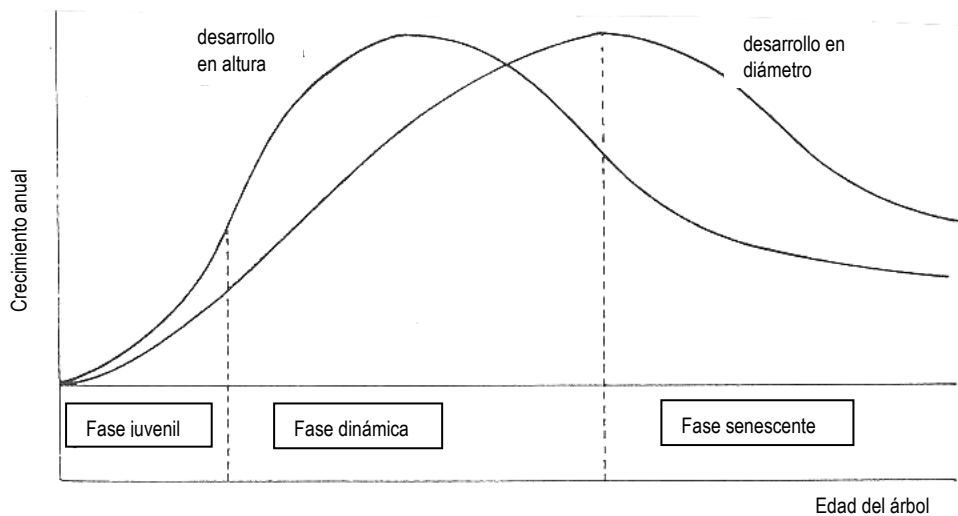


FIGURA III.10.- Fases de desarrollo en la vida del árbol. Comparación de los crecimientos diametral y longitudinal.

El comportamiento del crecimiento diametral de las edades intermedias del árbol, entre latizal alto y fustal medio, puede ser expresado mediante una relación lineal entre diámetro alcanzado y edad. Por tanto, no es erróneo equiparar las clases artificiales de edad a las clases diamétricas, dentro de este intervalo y para cada monte.

El crecimiento diametral de un árbol, además de por el tratamiento de la masa en que vive, está condicionado por la especie y dentro de cada especie por la calidad de estación y las características genéticas del individuo.

El crecimiento diametral de cada año se comporta de forma diferente según la altura de la sección transversal del fuste que se considere, de ahí que su estimación debe realizarse a una altura constante (altura normal, 1,30 m). El máximo crecimiento diametral, en relación al conjunto de la longitud del fuste, se produce en la zona inmediatamente inferior a la primera rama verde.

Se produce este crecimiento en una concreta época del año para las especies forestales de nuestras latitudes (primavera y verano), durante un período superior al del crecimiento longitudinal. Este crecimiento anual se manifiesta mediante anillos en las secciones del fuste, aunque algunas especies binodales pueden presentar dos anillos por año. No se marcan anillos cuando el crecimiento es continuo a causa del clima.

III.4.3.- Crecimiento individual en volumen.

Puesto que el volumen del fuste de un árbol es consecuencia de su diámetro y altura, este crecimiento se comporta también según un modelo logístico, con una sigmoide intermedia entre las dos descritas anteriormente.

Depende de los mismos factores que los enunciados antes: especie, características genéticas del individuo, calidad de estación y tratamiento. Por tanto no se considera necesario ampliar más este punto. Únicamente recordar la necesidad de que en la información a suministrar sobre el volumen se deberá hacer referencia al tipo de cubicación realizada: volumen comercial o total; con o sin corteza; tipo de cálculo empleado (tabla o tarifa).

III.4.4.- Crecimiento longitudinal de una masa.

Para referirse a la altura de las masas y a su evolución se puede emplear la altura media, según se describe en Dasometría. Sin embargo, desde el punto de vista selvícola, resulta más útil emplear la altura dominante, que evoluciona más independientemente del tratamiento que aquella.

Para la definición de la altura dominante, con aplicación más clara a masas regulares, se emplea habitualmente el ya conocido criterio de Assmann: media de las alturas de los cien árboles más gruesos por hectárea, siempre que la densidad sea superior a 200 o 300 pies/ha, con notación de H_0 o H_{100} .

Las curvas de evolución de la altura dominante de una masa son sigmoides similares a las del pie aislado y se utilizan, como se verá más adelante, para clasificar las calidades de estación.

III.4.5.- Crecimiento diametral de las masas.

El diámetro de una masa se expresa a través del diámetro medio de los pies que la componen, aplicándose la media aritmética o la media cuadrática. Su variación se comporta como el crecimiento diametral individual y depende de los mismos factores, en gran medida del tratamiento.

Más eficaz, para caracterizar la evolución del diámetro de la masa, resulta el estudio del área basimétrica. Este valor evoluciona en una masa regular según una sigmoide que en edades cercanas a la madurez puede tender a ser ligeramente decreciente.

III.4.6.- Crecimiento en volumen de las masas regulares.

El volumen de una masa resulta de la integración de los volúmenes individuales, por lo que es preciso referir el tipo de cubicación que se ha realizado, como se comentó antes.

La evolución del volumen de una masa regular corresponde a una sigmoide si se representa el volumen acumulado o existencias (normalmente expresadas en m^3/ha) en ordenadas y el tiempo en abscisas.

El volumen acumulado puede sufrir reducciones por extracción mediante cortas intermedias o claras, cuestión que será ampliamente tratada en el capítulo correspondiente, por lo que su evolución puede desviarse de esta curva sigmoide descrita y presentar una forma de dientes de sierra, con pendiente media creciente, como se observa en la figura III.11, tomada de LANIER (1986).

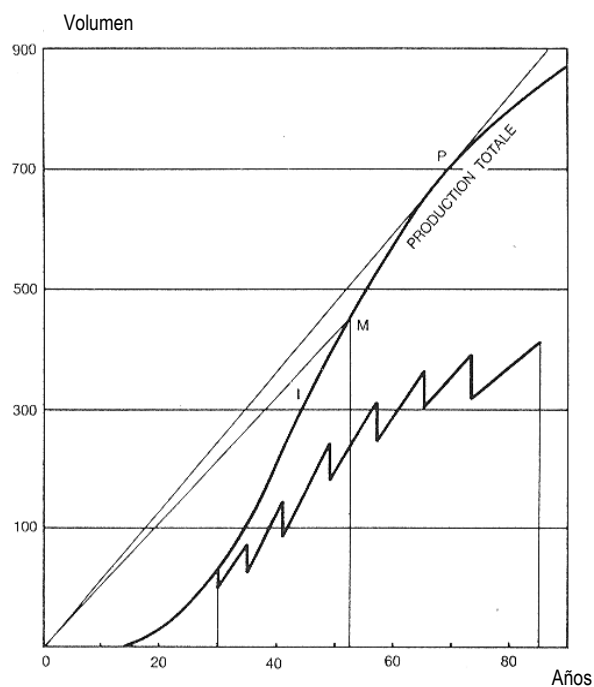


FIGURA III.11.- Producción total y volumen en pie (madera gruesa) de una masa regular de abeto rojo.

Se ha comprobado que, siempre que las cortas intermedias efectuadas estén dentro de un determinado rango, la producción acumulada al final del turno, tiende a ser constante, conociéndose este hecho como ley de EICHHORN o de ASSMANN.

El crecimiento anual de una masa regular es la consecuencia de una actividad vegetativa de síntesis de hidratos de carbono por todos los ejemplares que la forman mediante la fotosíntesis.

La producción bruta del sistema tiende, según ha quedado visto al decir que el volumen acumulado es una sigmoide, a decrecer con la edad a partir del punto de inflexión de la sigmoide que representa el volumen acumulado.

Esta producción bruta anual se descompone en varias partes, según queda expresado en la figura III.12, tomada de OLDEMAN (1990).

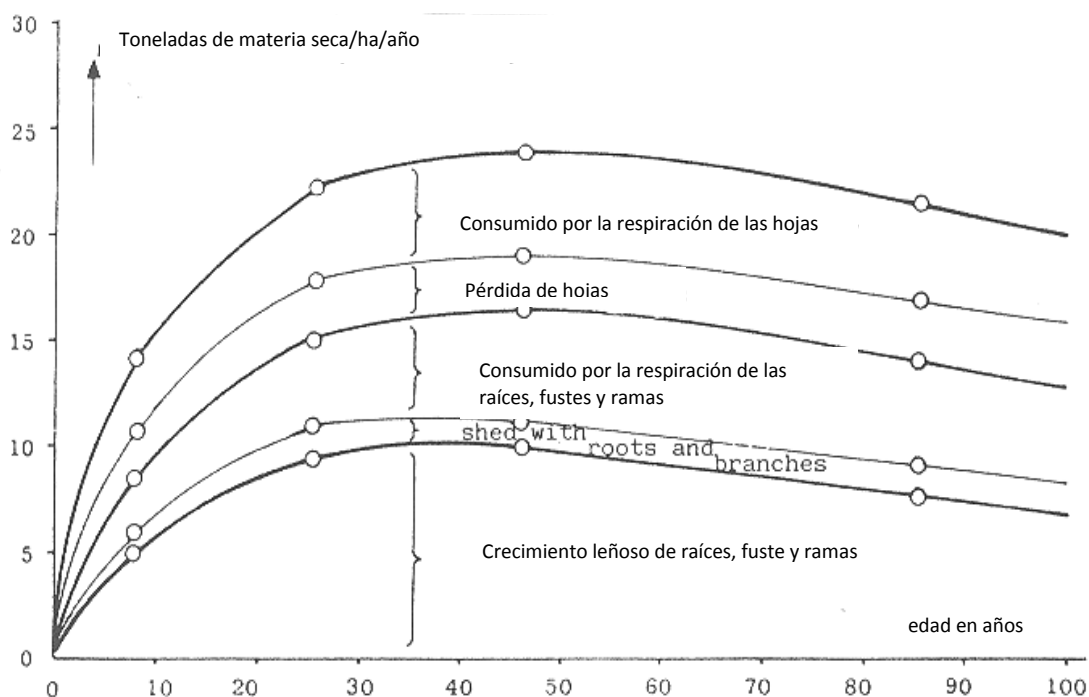


FIGURA III.12.- Producción de materia seca por hectárea y año, y su distribución en los diferentes órganos, de una masa regular de haya en Dinamarca.

En dicha figura III.12, procedente de MÓLLER et al. (1954), que representa un bosque de hayas en Dinamarca, las ordenadas son toneladas de materia seca por hectárea y año, y las abscisas la edad de la masa en años.

El desglose de la producción bruta, línea superior de trazo grueso, que se hace figurar como decreciente en el tiempo aunque se podría considerar constante en su ordenada a partir de que se alcanza la máxima superficie foliar posible, se realiza en las siguientes partes, según el orden de la figura:

- consumido por la respiración de las hojas, porción que es constante para superficie foliar constante.
- pérdidas de hojas, también constante.
- consumido por la respiración de raíces, tallos y ramas, consumo cada vez mayor a medida que el árbol individual o la masa regular va envejeciendo y aumentando su tamaño.
- pérdidas o mortalidad de raíces y ramas.
- la línea inferior de trazo grueso resulta ser la producción leñosa neta, que se acumula en raíces, ramas y tallos, es decir, el crecimiento medio del árbol o de la masa regular.

La producción leñosa o incremento de volumen total de la masa representa en los bosques la mayor parte de la producción anual neta.

Al ser la madera el producto directo más importante de los bosques, es normal que el estudio del crecimiento de las masas se refiera a este valor.

El crecimiento volumétrico de la masa, expresado normalmente en $m^3/ha/año$, se puede calcular o expresar de dos formas diferentes:

- crecimiento **medio**, como cociente de las existencias de la masa, aclarando si es total o principal, por su edad en ese momento.
- crecimiento **corriente**, o variación real del volumen de forma instantánea, normalmente calculado por el crecimiento anual, quinquenal o incluso decenal, pero referido o expresado normalmente a un año.

En la representación gráfica y simultánea de ambos crecimientos del volumen de un rodal regular, también se puede comprobar y demostrar mediante cálculo, que el máximo crecimiento corriente coincide en el tiempo con el punto de inflexión de la sigmoide que representa al volumen acumulado (máxima pendiente de ésta, derivada primera igual a cero), y que el máximo crecimiento medio coincide con el punto en que, sobre la sigmoide, se traza la tangente desde el origen. Lógicamente en este punto, crecimiento medio máximo, los dos crecimientos se igualan. La representación gráfica de lo expuesto se puede encontrar en la figura III.13, tomada de PARDÉ (1988).

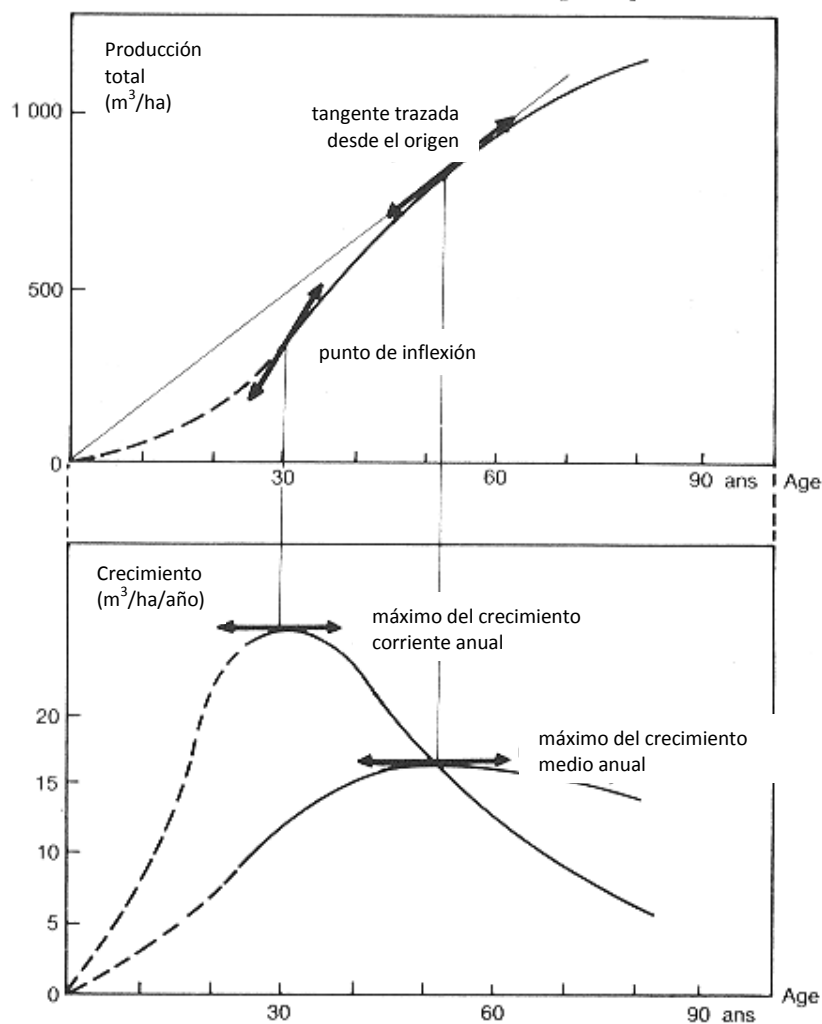


FIGURA III.13.- Curvas de producción y de crecimiento en volumen del rodal regular.

La edad en la que se cumple que el crecimiento medio es máximo, se iguala al crecimiento corriente, y que se puede determinar trazando a la sigmoide la tangente desde el origen, es la edad del rodal en la que si se procede a su corta e inmediata regeneración, se obtendrá el máximo rendimiento en volumen acumulando los sucesivos e indefinidos turnos de ese rodal. Es el procedimiento a aplicar para determinar el turno de máxima renta en especie para el rodal regular.

Las diferentes formas de manejar y conducir el volumen acumulado de un rodal regular caracterizarán los tratamientos de estas masas, como se estudiará más adelante, aunque se puede avanzar una representación gráfica de éstos en la figura III.14, tomada de SCHÜTZ (1990).

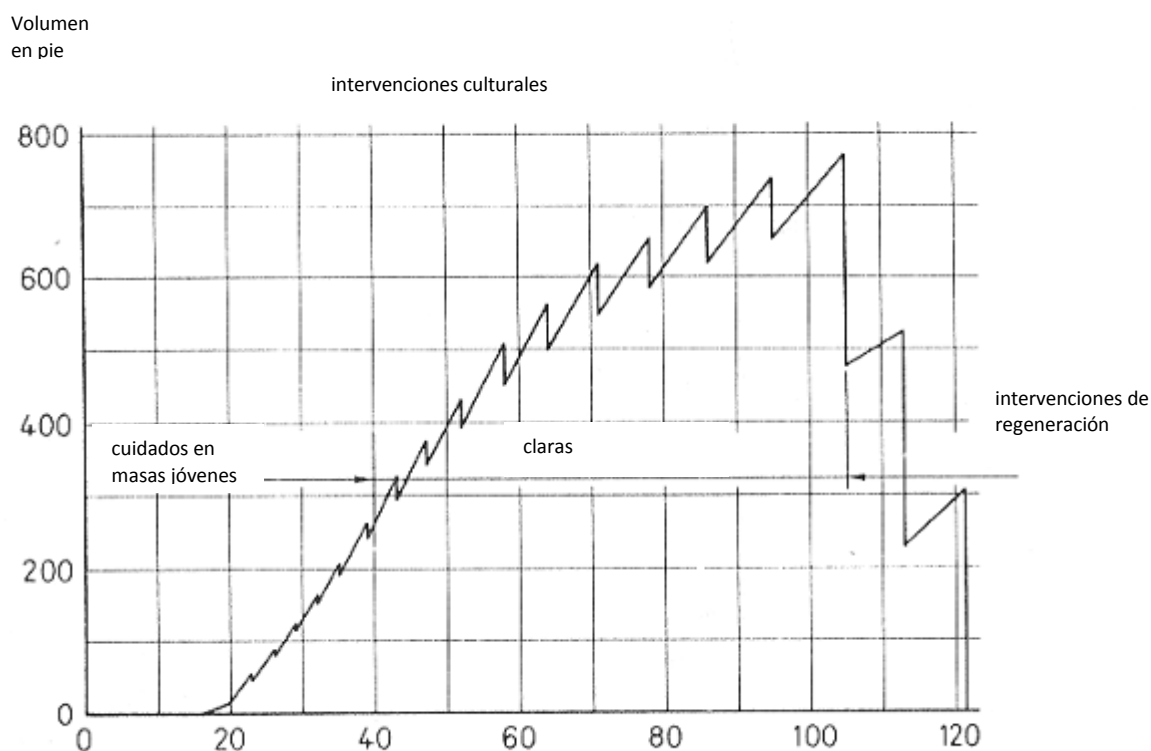


FIGURA III.14.- Los principales modos de intervención selvícola a lo largo de la vida de una masa regular, tratada por aclareo sucesivo uniforme, representados por la evolución del volumen en pie, caso del abeto rojo en estaciones medias.

Las consecuencias selvícolas del estudio del crecimiento de una masa regular son importantes: todo el proceso de claras dependerá de él; se pueden mejorar la cantidad y calidad de los productos maderables; ayuda a programar los turnos más adecuados; permite conocer si la intensidad de las extracciones no sobrepasa el crecimiento;...

III.4.7.- Crecimiento en volumen de las masas irregulares.

Al estudiar la evolución de la densidad o composición de una masa irregular se explicó que permanecían constantes en el tiempo, mediante extracciones frecuentes de los pies necesarios.

Por tanto, el volumen de una masa irregular deberá también permanecer constante en el tiempo. Sin embargo, como las intervenciones no son estrictamente anuales, se produce una oscilación del volumen, que en forma gráfica puede ser representada por una poligonal en diente de sierra, de forma que el valor medio resulte una paralela al eje de abscisas.

La figura III.15, tomada de CAPELLI (1991), ilustra esta evolución al presentar la variación de las existencias de una masa irregular en la que se corta cada 8 años.

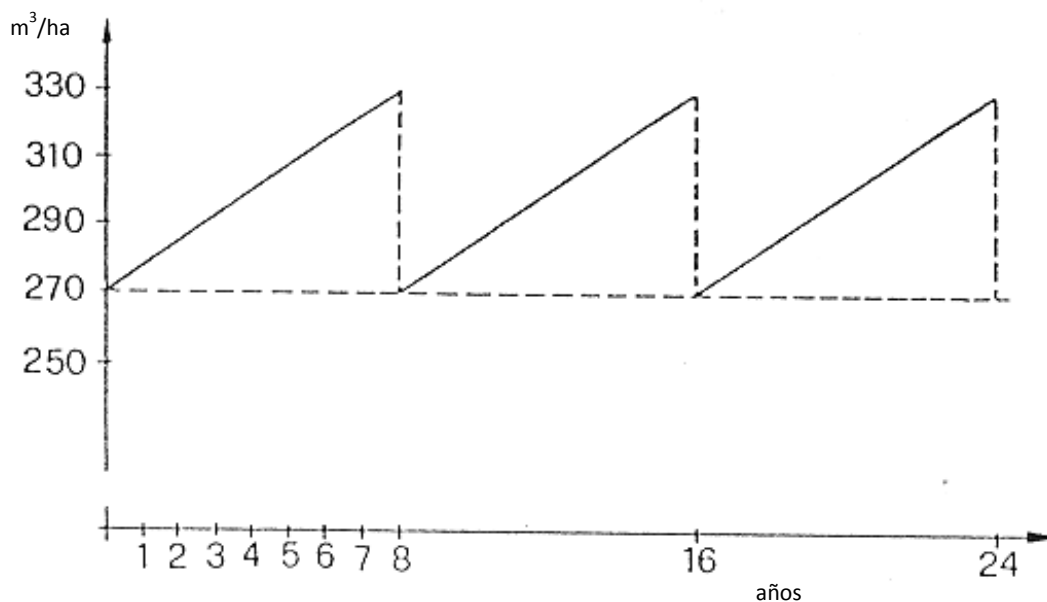


FIGURA III.15.- Variación del volumen en una masa irregular (según Hellrigl, 1973, inédito).

III.5.- Bibliografía.

BOUDRU, M. - 1989. *Forêt et Sylviculture: Traitement des forêts*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L. Gembloux.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale. Governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

FRONTIER, S.; PICHOD-VIALE, D. - 1991. *Écosystèmes: structure, fonctionnement, évolution*. Masson. París.

GANDULLO, J.M. - 1985. *Ecología Vegetal*. Fundación Conde Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

HAROLD, W.; HOCKER, J. - 1979. *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor. México.

HAWLEY, R.C.; SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura práctica*. Ediciones Omega. Barcelona.

LANIER, L. - 1986. *Précis de Sylviculture*. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy.

MONTERO DE BURGOS, J.L. - 1989. Bases para la estimación del impacto ambiental de las repoblaciones. *Circular n° 1/89 sobre estimación de posibles impactos ambientales de las restauraciones de la cubierta vegetal*. ICONA. Madrid.

OLDEMAN, R.A.A.- 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer-Verlag. Berlín

OLIVIER, Ch.D.; LARSON, B.C. - 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill, Inc. New York.

PARDÉ, J.; BOUCHON, J. - 1988. *Dendrométrie*. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy.

RIVAS, S. - 1987. *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA. Madrid

RUIZ DE LA TORRE, J. - 1990. *Memoria General del Mapa Forestal de España*. Escala 1:200.000. ICONA. Madrid.

SCHÜTZ, J-Ph. - 1990. *Sylviculture 1: Principes d'éducation des forêts*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.

SPURR, S.H.; BARNES, B.W. - 1983. *Ecología Forestal*. AGT Editor. México.

VARIOS AUTORES. - 1981. *Tratado del Medio Natural*. Universidad Politécnica de Madrid. CEOTMA. INIA. ICONA. Madrid.

CAPÍTULO IV.- INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECOLÓGICOS EN LA VEGETACIÓN.

IV.1.- INTRODUCCIÓN

IV.2.- INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA VEGETACIÓN

IV.3.- INFLUENCIA DE LOS FACTORES EDÁFICOS EN LA VEGETACIÓN

IV.4.- INFLUENCIA DE LA FISIOGRAFÍA EN LA VEGETACIÓN

IV.5.- INFLUENCIA DE LOS FACTORES BIÓTICOS EN LA VEGETACIÓN

IV.6.- INCENDIOS

CAPÍTULO IV.- INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECOLÓGICOS EN LA VEGETACIÓN.

IV.1.- Introducción.

Se dedica el presente capítulo al estudio de la influencia de los factores ecológicos en la vegetación. Pero no se trata de abordar toda la materia que puede ser estudiada en Ecología Forestal. Únicamente se pretende realizar un refuerzo de algunas cuestiones, a través de un resumen de los efectos de los factores ecológicos sobre la vegetación, que en mayor medida condicionarán los tratamientos selvícolas, a la vez que sirve de recordatorio.

El orden de exposición consistirá en comenzar por los factores abióticos: clima, suelo y fisiografía; para terminar con los factores bióticos.

En cada uno de los grupos se resaltarán los efectos limitantes para el desarrollo de la vegetación, formas de evaluación y aplicaciones selvícolas más importantes, tratando por separado cada grupo o factor concreto. Por ello, es importante advertir desde ahora que la respuesta de la vegetación a unas determinadas condiciones ecológicas, definidas por un gran cúmulo de variables, no se explica simplemente por la simple suma de las acciones individuales de las variables ecológicas. Las interacciones y refuerzos de unos factores respecto de la acción de otros dan una única resultante cuya evaluación resulta siempre difícil, cuando no imposible.

Por tanto, aunque por razón de simplificación en la exposición, se explicarán los factores por separado, no debe interpretarse que su acción es independiente.

Antes de entrar en el análisis de las influencias de los factores ecológicos en la vegetación de forma individual y conjunta, recordemos el concepto de valencia ecológica de las especies o agrupaciones en relación con la intensidad de un factor ecológico o un conjunto de ellos, concepto estudiado en Ecología.

La valencia ecológica de una especie respecto de la variación de la intensidad de un factor ecológico, derivada de la ley de tolerancia, expresa el comportamiento de dicha especie - presencia, crecimiento, reproducción, ... - en relación con la intensidad del factor. Los valores de la intensidad del factor, por exceso o por defecto se pueden convertir en limitantes para la especie y definen el intervalo de tolerancia. Valores cercanos a éstos, se corresponden con intervalos de rarificación o escaso desarrollo para la especie vegetal, y enmarcan a un intervalo central en que las condiciones de desarrollo y regeneración son óptimas.

Una esquemática representación de este concepto queda ilustrada en la figura IV.1, tomada de HAROLD y HOCKER (1984).

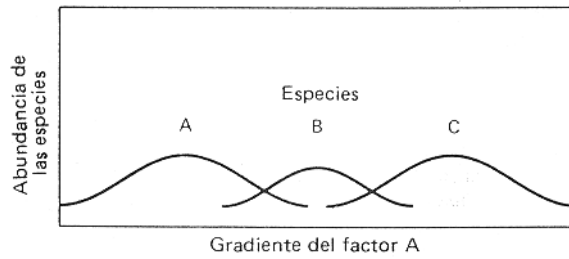


FIGURA IV.1.- Abundancia de tres especies diferentes, en relación con el valor alcanzado por un factor ecológico.

El efecto combinado de la variación de más de un factor ecológico tiene mayor dificultad de representación. Con dos factores, la representación se puede mantener en el plano, si se refiere a la presencia de una especie. Con tres se requiere una representación espacial, como se observa en la figura IV.2, y para más de tres factores la expresión de las relaciones se convierte en un hiperespacio.

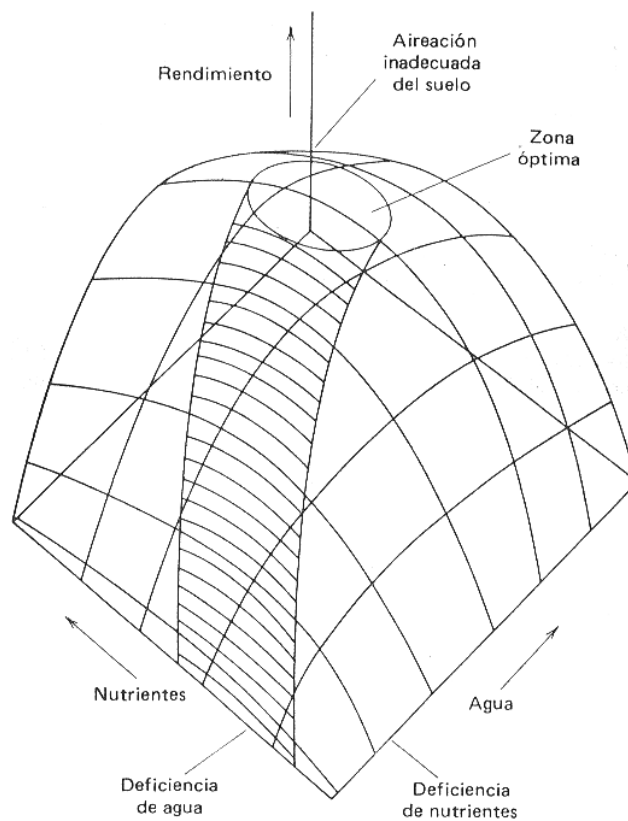


FIGURA IV.2.- Efecto de las interacciones entre varios factores, tomado de HAROLD (1984).

Una especie con amplia valencia ecológica respecto de un factor, podrá soportar enormes variaciones de la intensidad de ese factor, y se denomina **eurioica**, (GANDULLO, 1985). Al contrario, una especie de escasa valencia ecológica se denomina **estenoica** respecto de un factor determinado cuando no puede resistir más que variaciones pequeñas del mismo. La intensidad de algunos factores ecológicos, en relación con algunas especies, no resultan limitantes.

IV.2.- Influencia del clima en la vegetación.

Comenzamos el análisis por el estudio de los factores climáticos pues su acción sobre la vegetación es directa e indirecta, a través de la formación del suelo.

Los factores que se van a considerar para un estudio independiente son: las precipitaciones, como principal fuente de agua en el suelo; las radiaciones, distinguiendo entre las de onda larga, responsables de la temperatura del aire y las de onda corta, responsables de la iluminación; y el viento.

IV.2.1.- Precipitación.

La disponibilidad de agua en el suelo es imprescindible para la existencia de vegetales en los ecosistemas terrestres. Dichos vegetales están constituidos por este compuesto en proporción que puede llegar al 80%. Además, el agua es el vehículo de los nutrientes en su circulación por la planta y para su absorción por las raíces, y es indispensable en la fotosíntesis (fotólisis del agua). Esa disponibilidad depende de multitud de factores, que podemos resumir en tres importantes:

- la cantidad y distribución anual de las aportaciones, que se concretan en las precipitaciones, si se prescinde de las aportaciones por freatismo o por riego.
- la capacidad de retención de agua en el suelo, factor edáfico que se comentará más adelante.
- la intensidad de las pérdidas, que al ser provocadas por la evaporación y la transpiración, dependen del régimen térmico del lugar, lo que será comentado, también, más adelante. Ambas formas de pérdida pueden atenuarse con la abundancia de humedad atmosférica, quien en algunos casos especiales es a su vez, por condensación directa sobre la tierra o la vegetación, fuente de agua para el suelo.

Por tanto, procede ahora analizar las precipitaciones como expresión de la disponibilidad de agua para los vegetales. Su estudio debe comprender: la cantidad total; su distribución en relación con las estaciones del año y el periodo vegetativo de las plantas; y la intensidad de la evapotranspiración. Este estudio explica la distribución en el espacio de las masas forestales.

También la presencia de vegetación influye en la disponibilidad hídrica en el suelo. Podemos simplificar considerando la expresión del ciclo hidrológico, que explica que la precipitación caída en un lugar se descompone en los siguientes sumandos:

- *escorrentía*, o agua no infiltrada que resta disponibilidades hídricas en el suelo y que tiende a ser anulada con la presencia de la masa forestal.

- *intercepción*, o parte de la precipitación que es evaporada directamente desde las ramas y hojas. Supone una pérdida de disponibilidad hídrica y es causada directamente por la presencia de la masa forestal. La intercepción se evalúa en % de la precipitación caída y depende en cada masa de su espesura y grado de estratificación, pero sobre todo, depende de la intensidad del aguacero, como se observa en la figura IV.3, tomada de HAROLD (1984). Este mismo autor refiere como valores medios de intercepción en bosque cifras del orden del 15%.

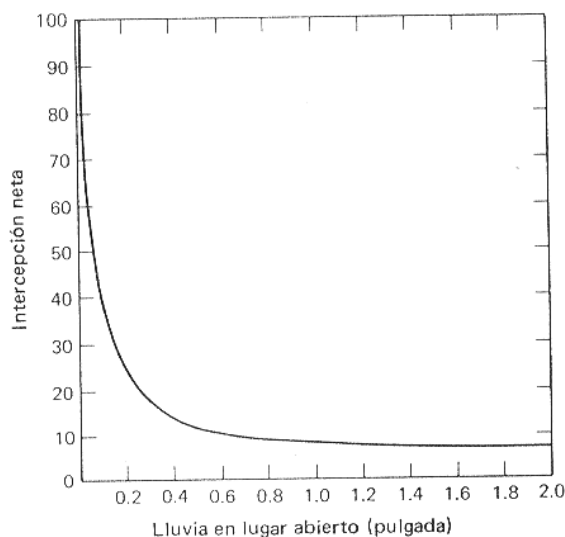


FIGURA IV.3.- Variación de la intercepción con la intensidad del aguacero. En ordenadas, intercepción neta (intercepción bruta menos goteo o traslocación y menos flujo por los troncos), expresada en % sobre precipitación.

- *infiltración*, es la parte de la precipitación que realmente contribuye a la disponibilidad hídrica en el suelo. La vegetación forestal la facilita mejorando la permeabilidad, reduciendo por esta causa la escorrentía.

- *evaporación*, pérdida directa del agua desde el suelo, proporcional a la temperatura, tiende a disminuir con la presencia de la masa forestal de cierta espesura.

- *transpiración*, es un consumo que la planta hace del agua contenida en el suelo. Resulta inducida por las altas temperaturas y el viento, reducida por la humedad atmosférica y es necesaria para la actividad fisiológica de la vegetación. Varía con la espesura y la especie.

Cada formación vegetal tiene unas necesidades de agua mínimas para su existencia y desarrollo, que varían con la cantidad de biomasa característica y con su propia fisiología.

En relación con la cantidad de biomasa, es fácil comprender que las formaciones arbóreas son las que mayores necesidades tienen y por tanto presentan un límite de precipitación anual superior al resto de las formaciones, que enumeradas en orden de necesidad hídrica decreciente son: arbustos, matorrales y herbáceas anuales.

En este sentido y entendiendo que la precipitación total anual de una comarca es sólo una indicación aproximada del régimen hídrico (GANDULLO, 1985), la disponibilidad hídrica mínima para la existencia del bosque se estima en 250 mm de precipitación al año, de los cuales 100 mm (1000 m³/ha/año) deben estar disponibles en el periodo vegetativo. Según SPURR, (1982), para que se pueda mantener la espesura completa en un bosque la precipitación anual debe alcanzar los 400 mm.

En relación con el segundo factor, la fisiología de las especies, no todas tienen las mismas necesidades hídricas para completar su ciclo anual de desarrollo. Así, se pueden comparar dos especies homologables en cuanto a condiciones estacionales generales como son el haya y el pino silvestre. Un fustal de haya necesita transpirar durante el periodo vegetativo un mínimo de 3300 m³/ha/año, equivalentes a 330 mm de precipitación, mientras que un fustal de pino silvestre requiere del orden de 96 mm. Este diferente comportamiento de las especies frente a las necesidades hídricas nos permite clasificarlas en: **xerófilas**, **mesófilas** e **higrófilas** (también hidrófilas, aunque esta denominación es más propia de especies que viven dentro del agua); y a las agrupaciones vegetales en: **xerofíticas**, **mesofíticas** e **higrofíticas**. Se hace notar que este tipo de clasificaciones deben ser interpretadas en términos relativos, comparando unas especies con otras.

Rara vez el exceso resulta limitante para una especie o agrupación, aunque si hay gran disponibilidad hídrica las especies higrófilas compiten con ventaja frente a las xerófilas.

Las precipitaciones en forma de *nieve* respecto de la vegetación forestal, además de aportar agua al suelo con la posible ventaja de acercarla, mediante la fusión diferida, al periodo vegetativo, se caracterizan por:

- posibilidad de producir daños mecánicos, rotura de ramas y fustes o descalces de la cepa, por acumulación excesiva en las copas de las arbóreas. Estos daños son especialmente intensos en masas regulares en estado de latizal y fustal bajo.
- impedir el desarrollo de determinadas especies (**quionóforas**) al acortar la presencia de la nieve el periodo vegetativo.
- favorecer el desarrollo de algunas especies (**quionófilas**) o algunas clases de edad de poca talla, pues el manto de nieve aísla a la parte aérea de las bajas temperaturas del aire en invierno, impidiendo daños por congelación de los tejidos o del suelo.

Por otra parte, las diferentes formaciones vegetales provocan distintas formas de almacenamiento y estructura del manto de nieve. Las formaciones arbóreas provocan una intercepción mayor y un espesor irregular en el manto de nieve, acentuado por la diferencial de época de fusión, que se adelanta bajo las copas. Por tanto, bajo el bosque, el manto de nieve es más irregular y permanece menos tiempo que en caso de presencia de matorrales, frecuentemente pulviniformes en estas situaciones.

La precipitación en forma de *granizo* puede producir daños mecánicos, defoliaciones y descortezamientos, en la vegetación forestal.

IV.2.2. - Radiaciones.

Las radiaciones procedentes del sol son las que aportan a los sistemas terrestres la luz y el calor necesarios para el desarrollo de la vegetación. La radiación incidente se distribuye en una amplia gama de longitudes de onda como se observa en la figura IV.4, tomada de HAROLD (1984).

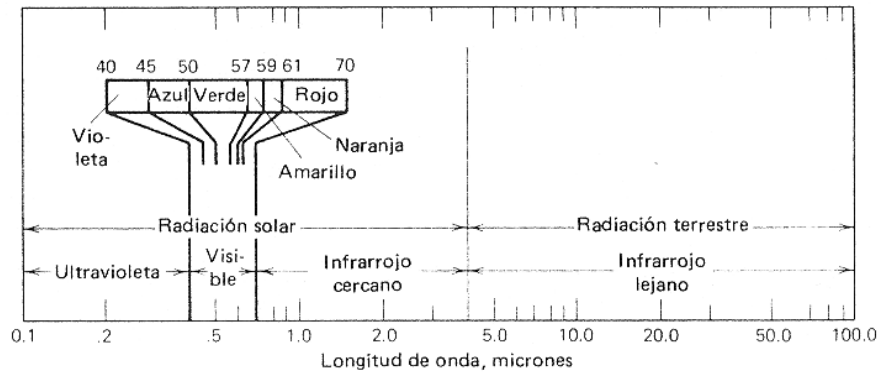


FIGURA IV.4.- Longitud de onda de la radiación solar y terrestre y bandas del espectro. (Según Reifsnnyder y Lull, 1965).

Dentro del conjunto de longitudes de onda, las que tienen influencia sobre los vegetales van desde 290 a 5.300 nm. Sus denominaciones, proporción relativa sobre el conjunto de la energía radiante y efectos en los vegetales se resumen en el cuadro IV.1.

CUADRO IV.1.- Denominación, distribución y efectos sobre los vegetales de las radiaciones.

Longitud de onda (nm)	Denominación	Porcentaje	Efectos
290 - 440	Ultravioletas	1%	Modificaciones en la forma. Mutaciones.
440 - 750	Espectro visible	39%	Fotosíntesis.
750 - 5300	Infrarrojos	60%	Energía, temperatura del aire.

Ampliando el efecto de cada grupo de radiaciones sobre los vegetales, resumimos:

- Ultravioletas.- Las radiaciones ultravioletas provocan la inhibición de las auxinas, por lo que si aumenta la proporción relativa de este tipo de radiación se produce un efecto de enanismo vegetal o achaparramiento. Por este efecto se explican los fenómenos de falta de esbeltez o enanismo vegetal en alta montaña. Por otra parte, las radiaciones ultravioletas provocan mutaciones sobre la dotación genética de los vegetales.

- Espectro visible.- Dentro de este espectro se presentan dos máximos de actividad fotosintética que son: de 650 a 670 nm, correspondiendo con las coloraciones rojas; y alrededor de 440, de coloraciones azules. Es, por tanto, la radiación responsable de la fotosíntesis.

También este tipo de radiación inhibe la formación de auxinas, por lo que las plantas tienen menos esbeltez en ambientes más iluminados. Los vegetales presentan fotosensibilidad positiva en el tallo y negativa en la raíz. La ausencia o extremada reducción de la radiación luminosa provoca la muerte de las plantas o de las ramas (poda natural), por paralización de la fotosíntesis. La influencia de la iluminación sobre la germinación de las semillas es variable: algunas especies la necesitan, otras la rechazan y otras son indiferentes. También la influencia de la intensidad de la iluminación sobre el desarrollo de las plántulas es variable y muy importante desde el punto de vista selvícola, como se verá más adelante.

- Infrarrojos.- Este tipo de radiaciones estimula la producción de auxinas en los tallos, por lo que la predominancia diferencial de radiación infrarroja respecto de las anteriores conduce a la formación de tallos largos y esbeltos, provocándose esta situación en masas de alta espesura. En masas de poca espesura pero con escasez de radiaciones de onda corta, como pueden ser altas latitudes o zonas de gran nubosidad, también se producen portes esbeltos por esta causa.

IV.2.2.1.- **Temperatura.**

Las radiaciones infrarrojas son las que aportan el calor o la energía al sistema y se evalúan a través de la temperatura del aire. Cada especie vegetal precisa de una determinada cantidad de energía para desarrollar su ciclo vegetativo, así como la acumulación de cierta cantidad de energía para iniciar su actividad tras un periodo de reposo. Estas necesidades son mayores en las formaciones arbóreas y menores en las herbáceas.

Seguendo a GANDULLO (1985), se pueden definir en las relaciones entre crecimiento de los vegetales y temperatura los siguientes valores o intervalos:

- temperatura letal inferior
- temperatura letal superior
- temperatura umbral inferior
- temperatura umbral superior
- temperatura óptima de crecimiento.

Considerando todas las especies vegetales existentes, el intervalo entre temperatura letal inferior y superior se puede situar entre los -50 °C y los 50 °C.

La causa de que las bajas temperaturas (*heladas*) provoquen daños en los órganos de los vegetales, y se conviertan el letal inferior, se encuentra en los siguientes hechos:

- deshidratación de las células por congelación del agua, lo que provoca un efecto parecido a la marchitez por escasez de agua.
- daños físicos en las membranas celulares por desgarramiento provocado por los cristales de hielo.

- modificaciones irreversibles de las proteínas.

- descalce y rotura de raíces en plantas jóvenes, como consecuencia de la dilatación del volumen del suelo al helarse. Este fenómeno puramente físico, y no fisiológico, queda ilustrado en la figura IV.5.

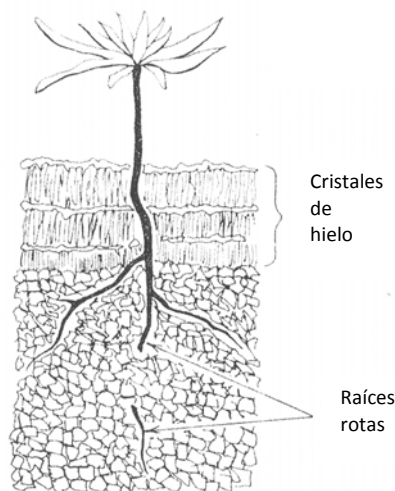


FIGURA IV.5.- Descalce de plántulas por congelación del suelo. Tomado de HAROLD (1984), basado en Baker (1950).

El efecto de la helada sobre un vegetal concreto dependerá de varios factores:

- intensidad del frío.
- duración de la helada a igualdad de intensidad.
- plazo que tarda en alcanzarse la referida intensidad de frío.
- condiciones fisiológicas del vegetal, que influye en la concentración de los jugos celulares, lo que aumenta el daño de las heladas tardías.
- edad de la planta o de sus órganos.

Las diferentes especies vegetales presentan distinta resistencia a las heladas.

La causa de que las temperaturas letales superiores provoquen la muerte de las plantas o de alguno de sus órganos se encuentra en los siguientes hechos:

- deshidratación por transpiración, que no puede ser suplida por el aporte de agua a través de la savia aunque en el suelo exista suficiente, dando lugar a la marchitez.
- la desnaturalización de las proteínas, que para la mayor parte de los vegetales superiores se produce entre 40 y 50 °C.

Las especies vegetales se defienden de las altas temperaturas mediante la transpiración, que gracias al calor de cambio de estado del agua, puede establecer diferencias de temperatura de 10 °C entre el aire y las hojas. También se reduce la temperatura de la hoja mediante la evaporación de monoterpenos. Independientemente de estos mecanismos, comunes a todas las especies, se producen adaptaciones específicas con gruesas cutículas o ritidomas, coloraciones claras en las hojas, disposición colgante de éstas, etc...

La temperatura umbral inferior es aquella a partir de la cual se establece la actividad vegetativa, superado el umbral de energía necesario para que se active la fotosíntesis. Esta temperatura es variable con las especies, pero la mayor parte de los autores están de acuerdo en que, para las leñosas, se cifra entre 6 °C y 7,5 °C.

Como consecuencia del valor de la temperatura umbral inferior, la presencia de bosques en el mundo estará condicionada por el régimen térmico. Así, MILLER indica que no existen bosques en estaciones en que la temperatura media mensual del mes más cálido sea inferior a 10 °C. MAYR, quien define tetraterma como temperatura media de los cuatro meses centrales de la actividad vegetativa, indica que el límite del bosque está en 7 °C de tetraterma para climas marítimos y en 13 °C para climas continentales. Estas estaciones se sitúan en torno a los 60° de latitud norte y a los 50° de latitud sur.

La temperatura umbral superior, última a analizar para poder entender la existencia de un intervalo de temperatura óptima para el crecimiento de cada especie vegetal, hay que explicarla conociendo el metabolismo de las plantas.

La respiración de las plantas se inicia de forma sensible a partir de la temperatura umbral inferior y aumenta de forma exponencial con la temperatura. La fotosíntesis se inicia en igual punto y aumenta, también, con la temperatura hasta que empieza a decrecer alrededor de los 30 o 35 °C, descenso relacionado con la dificultad de disolución del CO₂ en los líquidos a estas temperaturas y con el cierre de estomas. La fotosíntesis tiene que tender a cero al entrar la temperatura en el entorno de los 50 °C, temperatura letal superior. Por tanto, la fotosíntesis neta se anula para un cierto valor de la temperatura que podemos llamar temperatura crítica o temperatura umbral superior, a partir de la cual la planta puede vivir mientras contenga sustancias de reserva que le permitan respirar. Situarse por encima de este límite de forma transitoria puede no ser inconveniente, pero si el régimen térmico habitual de la estación está cerca de este punto, no será posible, bien su crecimiento, bien su existencia. Consecuentemente, existe un intervalo térmico o un punto en que la fotosíntesis neta es máxima y por tanto el crecimiento del vegetal, con lo que queda definida la temperatura óptima de crecimiento, que será diferente para cada especie.

La anterior explicación que ilustrada en la figura IV.6, tomada de HAROLD, (1984).

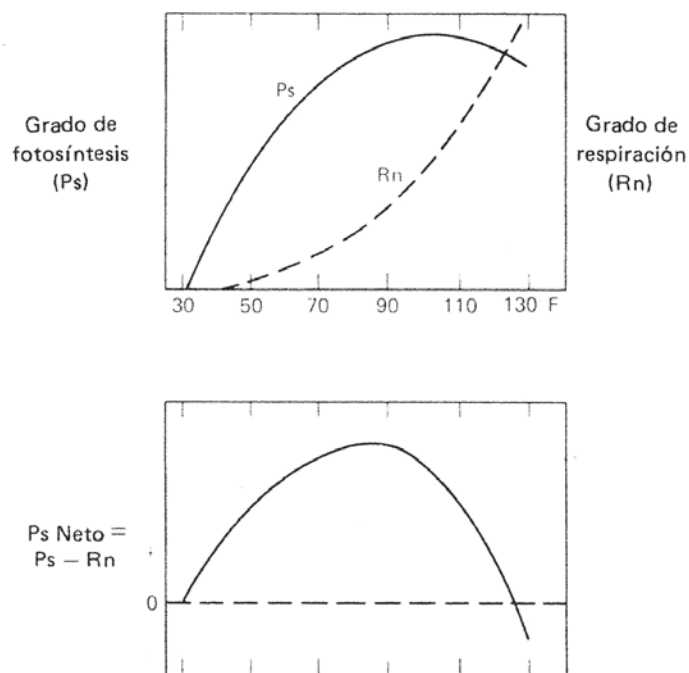


FIGURA IV.6.- Respuesta de la fotosíntesis y de la respiración al aumento de la temperatura. La fotosíntesis neta se observa en el gráfico inferior, elaborado como diferencia entre las curvas del gráfico superior.

El régimen térmico de las estaciones depende fundamentalmente de su altitud y de su latitud, por lo tanto estos dos parámetros definen la distribución de las especies y de las agrupaciones forestales en el mundo. Es muy didáctica en este sentido la clasificación climática de Mayr, basada en definir regiones limitadas por latitud y altitud, que puede ser consultada en RAMOS (1979).

En relación con el régimen térmico que les resulta más adecuado, las especies y agrupaciones vegetales se clasifican en: **termófilas**, aquellas que resisten mal las heladas y desarrollan mejor su actividad en régimen comparativamente alto de temperaturas; **mesotermas**; y **microtermófilas** (también microtermas o psicrotermófilas).

En relación con la amplitud del rango térmico de las estaciones en que habitan, las especies se clasifican como: **euritermas** y **estenotermas**.

IV.2.2.2.- Luz.

La radiación luminosa no falta en ningún ecosistema terrestre. Puede variar la cantidad. En aquellas estaciones en que esta cantidad es reducida, se obtienen formas de tallo esbeltas y en las que es abundante formas achaparradas. Las causas de la variación de cantidad pueden estar relacionadas con la latitud, la exposición o la nubosidad, pero donde siempre se produce una reducción es bajo la cubierta del dosel de copas de formaciones arbóreas. La reducción de la iluminación se expresa como porcentaje existente de la radiación incidente sobre el dosel de copas y está relacionada con la espesura. La figura IV.7, tomada de SPURR (1982), expresa esta reducción.

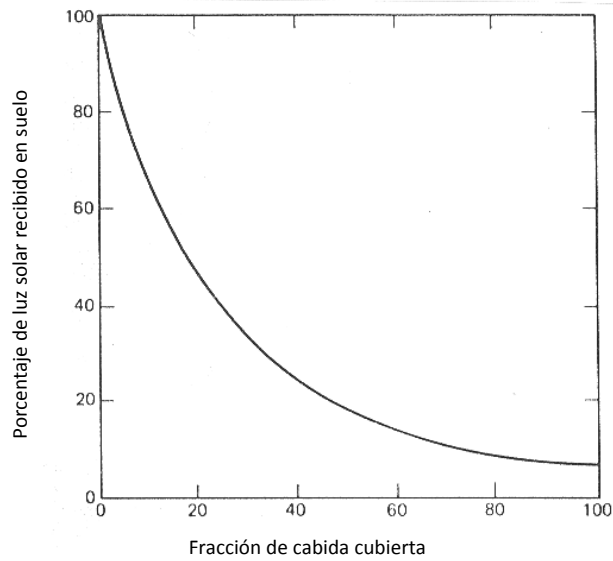


FIGURA IV.7.- Efecto de la fracción de cabida cubierta sobre la penetración de la luz, en masas de coníferas de la Sierra Nevada de California durante la primavera.

La intercepción de la radiación luminosa por el dosel arbóreo, aparte de la reducción de la cantidad total, implica una modificación cualitativa de las longitudes onda de la radiación que llega al suelo. Dicha modificación queda ilustrada en la figura IV.8, tomada de KIMMINS (1987).

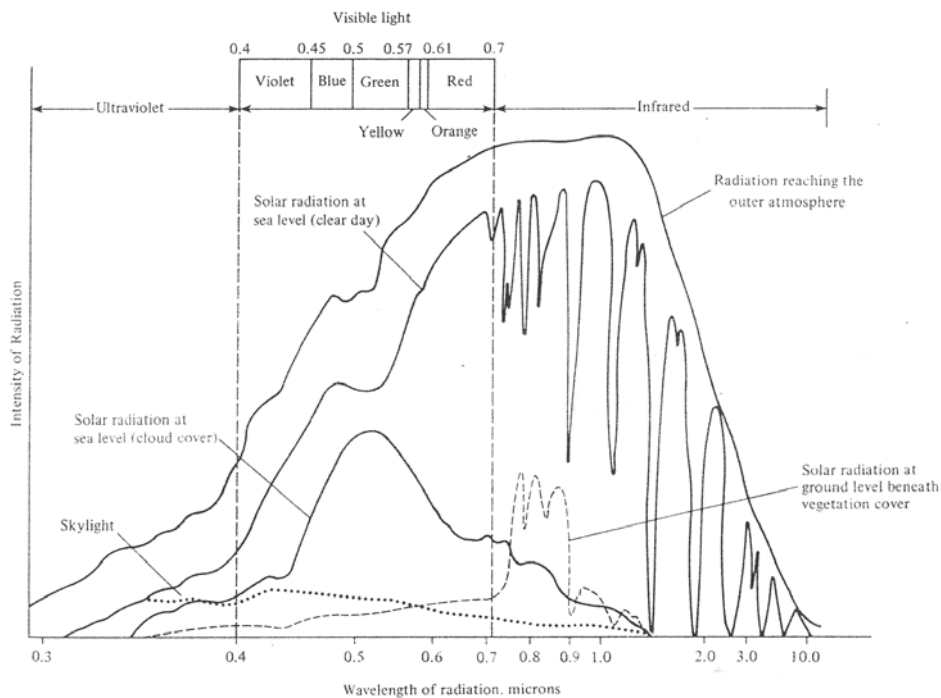


FIGURA IV.8.- Distribución espectral de la energía solar que llega a la superficie de la Tierra y que atraviesa un dosel de copas. La mayor parte de la energía se encuentra en la banda del infrarrojo, según Gates, 1965.

Las especies vegetales resisten de forma diferente esta posibilidad de reducción cuantitativa de la iluminación. Según HAROLD (1984), pocas especies pueden sobrevivir cuando la intensidad de luz es menor de 1% de la luz solar total. En edades jóvenes, ejemplares de algunas especies forestales encuentran su máximo desarrollo con reducciones del orden del 20%, mientras que otras especies requieren para este máximo reducciones no inferiores al 60%. Este diferente comportamiento de las especies forestales, que nos permite clasificarlas ahora como: **heliófilas** y **esciadófilas** (también se nombran como *esciófilas*), es la base conceptual para la definición de un importante carácter cultural, que se estudiará más adelante, el temperamento.

Vista la influencia sobre los vegetales de la variación de la cantidad de radiación luminosa recibida, interesa repasar la influencia de las variaciones del ritmo de la radiación o duración de los periodos luminosos, especialmente en relación con la reproducción.

La duración de los periodos luminosos en un punto concreto depende de su latitud, y a igualdad de latitud, de la estación del año que se considere. Así, en el ecuador, con periodo vegetativo extendido a todo el año, la duración del día es constante e igual a 12 horas, y al subir en latitud, los periodos vegetativos tienden a acortarse y la duración de la luz en ellos a alargarse.

Las diferencias de duración de los periodos luminosos provocan adaptaciones de las especies vegetales, que exponemos siguiendo la teoría de los estadios de LYSSENKO (1935), resumida en GANDULLO (1985):

- los estadios más importantes en el desarrollo diferencial del vegetal son: formación de la yemas florales; diferenciación de las gónadas o formación definitiva de las flores; maduración de los gametos y fecundación.

- las radiaciones recibidas condicionan la posibilidad de que se cumplan los estadios anteriores: para que se formen las yemas florales es indispensable que las radiaciones infrarrojas proporcionen energía acumulada suficiente (termostadio); la formación de las flores requiere una determinada duración de la luz del día que proporcione, durante esas horas y sólo en ellas, radiaciones visibles de onda corta (fotoperiodostadio); para que tenga lugar la maduración de los gametos se precisa una determinada intensidad de radiaciones de onda corta (ergostadio).

- si en un lugar no se cumplen nunca estos estadios radiantes, la especie vegetal jamás podrá completar su ciclo reproductivo, aún cuando pueda vivir perfectamente en el sentido de desarrollo vegetativo.

Los procesos descritos pueden ayudar a comprender algunas cuestiones relacionadas con la distribución de las especies vegetales, la existencia de plantas bisanuales, el largo ciclo de fructificación de los pinos, y, por otra parte, la conveniencia de ciertos tratamientos selvícolas, como las podas o las cortas de regeneración, orientados a aumentar la producción de fruto o semilla en una determinada masa.

IV.2.3.- Viento.

El efecto del viento sobre la vegetación es variable con su velocidad y características (humedad, sustancias en suspensión, ...). Se resumen los efectos del viento, unos positivos y otros negativos, sobre la vegetación forestal, siguiendo a SPURR (1982) y a GANDULLO (1985), en los siguientes puntos:

- 1.- Renovación de las masas de aire en la proximidad de la parte aérea de los vegetales, homogeneizando la composición de la atmósfera con aporte de CO₂, estimulando la transpiración y reduciendo la temperatura. Este es un efecto positivo general, que estimula la función fotosintética.
- 2.- Provocar desecaciones, si el aire es seco, la velocidad alta y la dirección y sentido constantes. Estas desecaciones se traducen en: portes en bandera de los árboles; ausencia de formaciones arbóreas en algunos lugares como los collados; favorecer la presencia de formaciones de matorral de porte almohadillado o rastrero.
- 3.- Con fuertes velocidades del viento se producen daños mecánicos en la parte aérea del arbolado, con rotura de ramas y fustes e incluso derribos por arranque de la cepa. Esta posibilidad de daños mecánicos por viento condicionará en gran medida la aplicación de determinados tratamientos selvícolas.
- 4.- El papel del viento como vector de propágulos y polen es trascendental y favorable en las especies anemócoras y anemógamas.
- 5.- En las costas, las formaciones vegetales se pueden ver afectadas, además de por el efecto mecánico del viento, por el aporte de gotitas de agua salada, con efectos negativos en el desarrollo de ramas y hojas.

La velocidad del viento crece con la distancia al suelo, de forma que afecta en mucha mayor medida a las formaciones arbóreas que a las de menor talla y, recíprocamente, las formaciones arbóreas reducen con mayor eficacia la velocidad del viento, induciendo un efecto cortavientos efectivo en su propio interior y en zonas próximas, como se observa en la figura IV.9, tomada de SPURR (1982).

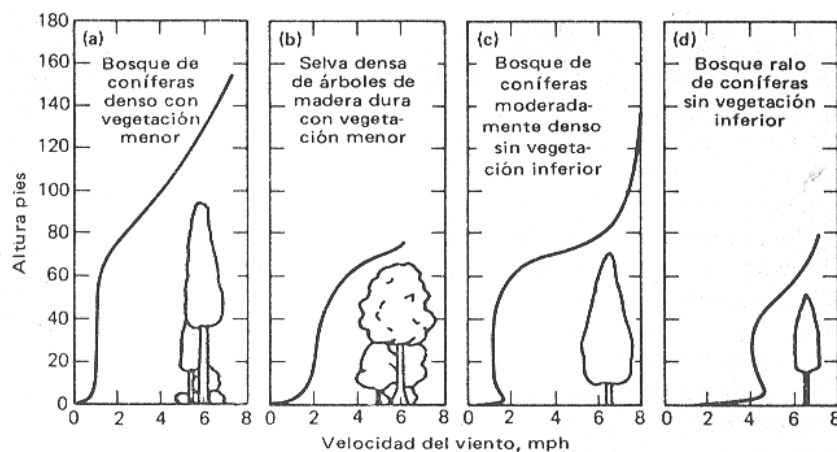


FIGURA IV.9.- Perfiles comparativos de los vientos para cuatro masas forestales (según Reifsnnyder, 1955).

Se podría incluir dentro del análisis de los factores climáticos la acción del rayo, cuyo mayor efecto, aparte de la afección individual al árbol, es la generación de incendios. Sin embargo, el hecho de que la mayor parte de los incendios en España tiene un origen antrópico y la trascendencia de los mismos en la silvicultura mediterránea, aconsejan darle al estudio de los incendios un tratamiento independiente al final de este capítulo.

IV.2.4.- Acción conjunta de los factores climáticos en la vegetación.

A efectos didácticos se han explicado por separado los efectos de los factores climáticos sobre la vegetación. Sin embargo, la realidad es que los efectos individuales descritos de la precipitación, la temperatura, la luz y el viento se interfieren en función de su intensidad relativa, produciendo una respuesta única de la vegetación al conjunto del clima de cada estación.

Las consecuencias de esta acción conjunta del clima sobre la vegetación son la sucesión vegetal concordante con el clima, ya estudiada anteriormente, y la distribución de la vegetación en la Tierra, que se estudia en Geobotánica.

Numerosos autores han elaborado clasificaciones, con variables objetivos, de los climas del mundo. Los trabajos de Mayr, Koppen, Miller, Rubner, Holdridge, Walter, Gaussen, Emberger y otros se aplican a describir el clima en grandes regiones, con correlación con grandes tipos de vegetación.

Para la descripción concreta del clima en una estación determinada y de su influencia sobre la vegetación, buscando una aplicación más directa relacionada con la silvicultura o las repoblaciones forestales, también hay trabajos de numerosos autores: González Vázquez; Lang, Martonne, Dantin, Revenga, Meyer, Emberger, Giacobe, Gaussen, Walter, Thornthwaite, Turc, Blaney-Criddle, Paterson, Allué, Montero de Burgos, Rivas Martínez y otros.

Dentro de los enumerados, los métodos más interesantes para su aplicación en silvicultura y repoblación forestal son: la elaboración de climodiagramas (Walter-Gaussen) para aplicar la clasificación fitoclimática de España de Allué; los relacionados con el cálculo de la evapotranspiración; los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos; y los que permiten el cálculo de la productividad potencial forestal, como el de Paterson.

La clasificación ecológico-fisiognómica de Brockmann-Jerosch y Rübél de la vegetación mundial se basa y corresponde con los climas de la Tierra. Se presenta un breve resumen de dicha clasificación, tomada de RIVAS GODAY (1960):

* *Lignosa* (todas las formaciones son climax): *Pluviilignosa* (bosques siempre verdes tropicales bajo clima húmedo y cálido); *Laurilignosa* (bosques laurifolios subtropicales bajo clima húmedo y algo menos cálido); *Ericilignosa* (formación arbustiva de hojas ericoides bajo clima oceánico, húmedo y frío); *Hiemilignosa* (sabanas subtropicales bajo clima cálido con sequía acentuada); *Durilignosa* (formación arbórea típica de climas mediterráneos); *Aestilignosa* (bosques de frondosas caducifolias bajo clima húmedo y frío); *Aciculilignosa* (bosques de coníferas bajo clima continental, húmedo y frío).

* *Herbosa* (ninguna formación se considera climax): *Duriherbosa*; *Sempervirentiherbosa*; *Altiherbosa*; *Emerisiherbosa*; *Submerisiherbosa*; *Sphagniherbosa*.

* *Deserta*: (formaciones climax): *Siccideserta*; *Frigorideserta*.
(formaciones no climax): *Litorideserta*; *Mobilideserta*; *Rupideserta*; *Saxideserta*.

La distribución de estas formaciones ecológico-fisiognómicas en un continente ideal queda reflejada en la figura IV.10, tomada de RIVAS GODAY (1960).

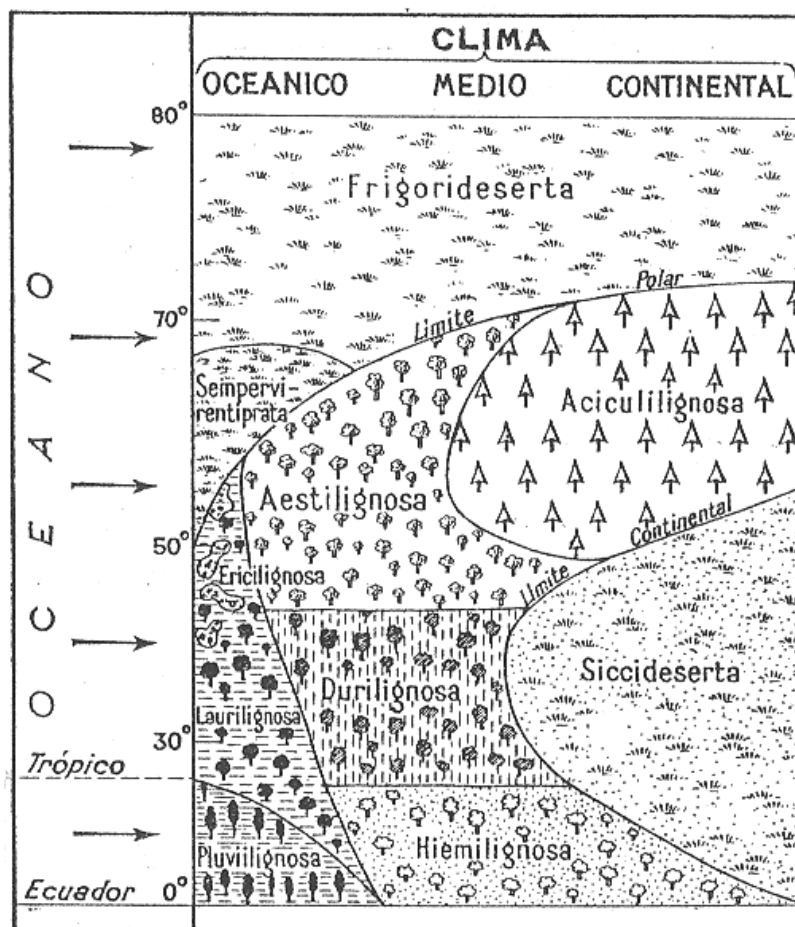


FIGURA IV.10.- Esquema del continente ideal, sin montañas ni acciones climáticas secundarias, original de Brockmann-Jerosch. Las grandes formaciones climax de la Tierra están distribuidas según el carácter del clima, dependiendo de la latitud y de la continentalidad, según distancia de océano marginal. Se establecen dos límites de bosque: el polar, por falta de calor necesario mínimo, y el continental, por humedad. La escala latitudinal está modificada hacia el Polo Norte.

IV.3.- Influencia de los factores edáficos en la vegetación.

IV.3.1.- Concepto de suelo.

La Edafología estudia las propiedades, características, formación, evolución y clasificación de los suelos y se ha cursado anteriormente, por lo que en el presente tema no nos extenderemos en estas cuestiones, tratando únicamente de profundizar en el conocimiento de las propiedades edáficas que más influyen en la vegetación y en la interpretación de la analítica edáfica, con el fin de conocer las limitaciones que el suelo del monte puede imponer a las tareas selvícolas y de repoblación forestal.

Recordamos, no obstante, el concepto de suelo: el suelo es la capa o estrato superior de la corteza terrestre, formado por rocas, modificado por agentes meteorológicos y seres vivos (especialmente vegetales), que constituye el lugar de vida de las plantas terrestres, siendo un medio complejo, estratificado y dinámico.

Es un medio complejo porque consta de: atmósfera propia, economía del agua particular, partículas minerales, compuestos químicos orgánicos y flora y fauna específicas.

Es un medio estratificado porque, como consecuencia de su dinamismo, presenta capas, denominadas horizontes, cuyas propiedades son diferentes de unas a otras.

Es un medio dinámico porque los componentes enumerados cambian cuantitativa y cualitativamente con el tiempo, en una evolución cuyos procesos más importantes son: alteración física de la roca; descomposición de despojos orgánicos; humificación; asociaciones orgánico-minerales; alteración química de la roca; migraciones de sustancias. El proceso evolutivo puede ser progresivo, paralelo al de la sucesión primaria de la vegetación, conduciendo a un suelo maduro, bajo la acción de los factores ecológicos. El proceso también puede ser regresivo, alejando el perfil de la madurez, por acción humana.

IV.3.2.- Propiedades edáficas que más influyen en la vegetación y su evaluación.

Trataremos en este apartado de exponer cuáles son las propiedades edáficas que más influyen en la vegetación a fin de tener criterios suficientes para poder interpretar la analítica edáfica y conocer las limitaciones que el suelo impone a la práctica selvícola.

Toda planta asentada en un terreno debe encontrar en el mismo:

- 1.- Un volumen mínimo de suelo donde encuentre posibilidad de desarrollo el sistema radical.
- 2.- Aire para que puedan respirar las raíces.
- 3.- Agua capaz de ser absorbida por las raíces.
- 4.- Elementos minerales necesarios para su nutrición.
- 5.- Ausencia de disfunciones por la presencia de una sustancia tóxica o de otras, que, no siéndolo, puedan actuar como inhibidoras de la nutrición o de la absorción de agua.

Las propiedades edáficas que se corresponden con estas necesidades son: profundidad; permeabilidad; capacidad de retención de agua; fertilidad; y en relación con la ausencia de disfunciones, las propiedades más importantes son salinidad, presencia de caliza activa y reacción. A comentar la acción y evaluación de estas siete propiedades se dedican los siguientes párrafos.

La **profundidad del perfil** define el volumen para el desarrollo del sistema radical. Su evaluación es muy sencilla. Se mide con cinta métrica, sobre la calicata abierta, la distancia entre la superficie y el nivel de la roca madre consistente o, en su caso, el nivel en que la proporción de tierra fina es inferior al 25%. Si no se dan estas circunstancias, se medirá hasta el alcance de la mayor parte de las raíces, en analítica ordinaria hasta 1,25 m.

La calificación de la profundidad medida, en relación con la posibilidad de existencia y capacidad de desarrollo de masas arbóreas, puede ser la siguiente:

PROFUNDIDAD	CALIFICACIÓN
> 90 cm.	muy alta
60 a 90 cm.	alta
30 a 60 cm.	mediana
< 30 cm.	escasa

La evaluación de la existencia de aire para que las raíces de las plantas puedan respirar se realiza a través del conocimiento de la **permeabilidad** del suelo. Esta permeabilidad depende a su vez de:

- la textura del suelo, esto es, de los porcentajes de arena, limo y arcilla. La abundancia de limo favorece la presencia de microporos a través de los cuales el agua no drena al quedar retenida por fuerzas de capilaridad. La riqueza en arcilla, sobre todo si el suelo es pobre en materia orgánica, favorece la compactación debido al carácter aglomerante de los materiales arcillosos, y tanto más si el suelo tiene una alta pedregosidad.

- la estructura, esto es, agrupación de las partículas en grumos estables entre los cuales pueda circular el agua y el aire. Esta grumosidad depende de dos causas biológicas: la presencia de materia orgánica humificada que contribuye a flocular las partículas coloidales formando agregados no hidrolábiles, y de la presencia de raíces que, con su mallado, mantienen estabilizados estos agregados.

Consecuentemente, para valorar la permeabilidad de un suelo hay que conocer: textura, que dará peor permeabilidad cuanto más limosa o arcillosa sea; materia orgánica, cuya abundancia mejora la permeabilidad; pedregosidad, que junto con la arcilla actúa de forma negativa; y la presencia de raíces, que siempre mejora la permeabilidad.

Para la calificación de la permeabilidad global del perfil y de cada uno de sus horizontes, se recomienda la metodología propuesta por GANDULLO (1985), que la cuantifica en una escala de 1 a 5, empleando datos referidos a la textura, a la pedregosidad y a la humificación (coeficientes CCC y CIL).

La **capacidad de retención de agua** por parte de un perfil es, en cierto modo inversa o recíproca de la permeabilidad en la medida en que las texturas arenosas, bien aireadas, tienen baja capacidad de retención de agua, pero con algunas matizaciones:

- la pedregosidad influye negativamente en dicha capacidad de retención. El volumen ocupado por grandes fragmentos de roca, o simplemente, gravas y gravillas supone una restricción al volumen útil de suelo para almacenamiento de agua.

- la pendiente del terreno contribuye también a disminuir la capacidad de retención de agua, y no sólo por su influencia en la escorrentía, sino por favorecer los escurrimientos oblicuos subsuperficiales, sobre todo si los horizontes inferiores del suelo son menos permeables que los superiores.

Por tanto, la capacidad de retención de agua en el suelo depende de: la textura, mejor en las más arcillosas y limosas; la materia orgánica, que la favorece; la pedregosidad; la pendiente; y de la presencia de capas inferiores impermeables.

Conocidas estas características, puede cuantificarse la capacidad de retención de agua de un horizonte, expresada en mm/m, o del conjunto del perfil, en mm si se conocen los espesores de los horizontes, con la metodología propuesta por GANDULLO (1985), que tiene en cuenta las características apuntadas.

La evaluación de la **fertilidad** del suelo indica la mayor o menor existencia de los elementos minerales que precisa el vegetal para su nutrición. En el protoplasma de los vegetales se encuentran más de 40 elementos. De ellos, 10 son los llamados macroelementos o macronutrientes (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S y Fe) y el resto se conoce como oligoelementos o micronutrientes, de entre los que se destacan: Cu, Zn, B, Mo, Mn, y Cl.

De entre los primeros y para el estudio que se realiza, se puede prescindir de C, H, y O, que el vegetal toma del aire y del agua en la función fotosintética.

Un segundo grupo es el de los macronutrientes que generalmente se encuentran en el suelo por debajo del óptimo preciso para el mayor rendimiento de la vegetación: N, P y K.

Un tercer grupo de macronutrientes se encuentra en abundancia en algunos suelos y pueden ser escasos en otros: Ca y Mg.

El último grupo es el de aquellos que, normalmente, se encuentran en cantidad suficiente para responder a las necesidades de las plantas: S y Fe.

El contenido de nutrientes en el suelo se expresa por su concentración, pero la calificación de la fertilidad del mismo no puede basarse en la simple consideración de estas concentraciones. La calificación de la fertilidad debe ser relativa al uso del suelo que se pretenda, de modo una determinada concentración puede ser suficiente para un tipo de cultivo y escasa para otro. Por otra parte, mejor expresión de la fertilidad que la concentración de un elemento es la valoración de su dinámica o caudal o velocidad de reciclaje, aunque esta valoración es mucho más compleja que la estimación puntual de las concentraciones.

Atendiendo a estas consideraciones, puede afirmarse que en ningún suelo que contenga una masa arbórea tratada mediante selvicultura extensiva, incluso con producción preferente de madera, ni la persistencia, ni el crecimiento, encuentran inconvenientes serios por falta de fertilidad. El bosque funciona esencialmente, en lo relativo a nutrientes, como un sistema cerrado. Las extracciones de nutrientes por el aprovechamiento de madera - en la que los elementos mayoritarios son C, H y O- son compensadas por la incorporación de nutrientes a través de la alteración de la roca, de la lluvia y de los microorganismos fijadores del N atmosférico, todo ello favorecido por los largos turnos de extracción, (JACQUIOT, 1970; SIMMONS, 1982).

En masas tratadas con selvicultura intensiva pueden presentarse algunas veces deficiencias nutritivas, fundamentalmente en Ca, y menos en Mg y K, sobre todo si los suelos están edificados sobre rocas muy pobres y bajo clima lluvioso. Para estos casos, pueden considerarse como suelos deficientes en calcio, magnesio y potasio aquellos cuya riqueza, en ppm de elemento asimilable, sea inferior respectivamente a 100, 50 y 50. También pueden darse carencias en nitrógeno, sobre todo si el tratamiento extrae cortezas y hojarasca.

La presencia de **disfunciones** que perjudiquen notablemente a la vegetación, dejando aparte los casos puntuales de sustancias directamente tóxicas para las plantas, puede venir en el ámbito forestal, principalmente, por una de estas tres características edáficas: salinidad; abundancia de calcio activo; y reacción.

La **salinidad**, por la importancia que puede tener el potencial osmótico en los procesos de absorción de agua, y, en su caso, el papel del sodio como inhibidor de la absorción de otros nutrientes, especialmente el potasio.

La salinidad se evalúa normalmente por la conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada. Para las especies y suelos forestales se puede calificar según el siguiente cuadro:

CONDUCTIVIDAD (mmhos/cm)	CALIFICACIÓN
< 1,0	suelo libre
1,0 a 2,0	suelo ligeramente afectado
2,0 a 4,0	suelo afectado moderadamente
> 4,0	suelo muy afectado

La abundancia de **calcio activo** porque existe antagonismo iónico entre el calcio y el potasio, y también, entre el calcio y el hierro. El primero es muy exacerbado para ciertas especies vegetales, que más adelante calificaremos como calcífugas, que no pueden vivir sobre suelos calizos no descarbonatados mientras que, para otras especies, este antagonismo es casi nulo (especies no calcífugas). El segundo puede para algunas especies como los chopos y cedros, impedir la absorción de hierro aunque éste se encuentre presente en el suelo, dando lugar a la aparición de las clorosis férricas.

La abundancia de calcio activo se evalúa a través de la riqueza en caliza activa, esto es, la concentración de carbonato cálcico finamente dividido, en partículas de diámetros correspondientes a limos y arcillas, capaz de disolverse con facilidad en agua carbónica.

Calculada la caliza activa en cada horizonte y aplicando el criterio de Russell-Moore, se pueden calificar los suelos según esta propiedad (GANDULLO, 1985):

% de CaCO ₃ activa	CALIFICACIÓN
< 2,5	totalmente descarbonatado
2,5 a 10	bastante descarbonatado
10 a 20	algo descarbonatado
20 a 40	poco descarbonatado
> 40	no descarbonatado

La **reacción** del suelo, por su influencia en los procesos de demolición de los residuos orgánicos y su influencia en la asimilabilidad de determinados nutrientes. Así, en un suelo muy ácido la descomposición de los restos orgánicos se hará muy lentamente y podrán bloquearse algunas de las cadenas tróficas fundamentales. Además en estas condiciones, la nutrición fosforada sufre serios inconvenientes por formación de fosfatos insolubles de hierro y aluminio. En condiciones de basicidad, la nutrición fosforada también se compromete, al producirse la retrogradación apatítica del fósforo o formación de fosfato tricálcico insoluble.

La reacción del suelo es evaluada a través del pH, de acuerdo con la escala de Wilde, tomada de GANDULLO (1985):

pH	CALIFICACIÓN
< 4,0	extremadamente ácido
de 4,0 a < 4,7	muy fuertemente ácido
de 4,7 a < 5,5	fuertemente ácido
de 5,5 a < 6,5	moderadamente ácido
de 6,5 a < 7,3	neutro
de 7,3 a < 8,0	moderadamente básico
de 8,0 a < 8,5	fuertemente básico
igual o > 8,5	extremadamente básico

IV.3.3.- Clasificación de las especies vegetales en relación con las propiedades del suelo.

Conocidas las propiedades del suelo, su influencia sobre la vegetación y la forma de evaluarlas y calificarlas, se comprenderá mejor la clasificación de las especies vegetales en relación con las mismas. Todas estas clasificaciones hay que entenderlas en términos relativos.

No hay una clasificación precisa en cuanto a la profundidad del suelo. Todas las especies arbóreas prefieren suelos profundos, aunque las formas de sus sistemas radicales, que se describen en el siguiente capítulo, permiten valorar su respuesta a esta propiedad edáfica.

Tampoco hay una clasificación precisa en relación con la permeabilidad, pero es conocida de muchas especies su capacidad o no de soportar suelos escasamente aireados.

En relación con la capacidad de retención de agua en el suelo, puede utilizarse la clasificación de las especies en **xerófilas**, **mesófilas** e **higrófilas**, ya apuntada al hablar del régimen hídrico. Como caso especial dentro de las higrófilas, en relación con una característica del suelo, se tipifican las especies **freatófilas** o ripícolas.

En relación con la fertilidad una clasificación simple divide a las especies en: **exigentes** y **frugales**, que puede diversificarse en los siguientes grados: **muy exigentes**, **exigentes**, **semifrugales**, **frugales** y **muy frugales**.

En relación con la reacción del suelo se aplican las denominaciones de: **acidófilas** y **basófilas**.

En relación con la presencia de caliza activa se emplea la denominación ya expresada anteriormente de: **calcífugas**, también denominadas *silicícolas*, y **no calcífugas**, también denominadas *calcícolas*. Las segundas denominaciones son menos precisas para expresar la influencia de esta propiedad edáfica. Existe una cierta relación entre especies acidófilas y calcífugas, y entre especies basófilas y no calcífugas.

En relación con la salinidad, las plantas que pueden vivir en suelos afectados y muy afectados reciben el nombre de **halófitas**.

Otra denominación de las especies vegetales relacionada con las propiedades edáficas es la de **ruderales** o **nitrófilas**. Son especies capaces de vivir en suelos con alta concentración de ión amonio, por aportes de actividades humanas o pastorales. La alta concentración de amonio inhibe la absorción de varios nutrientes, por lo que se produce una especialización de la flora.

IV.3.4.- Acción conjunta de los factores edáficos en la vegetación.

Se han ensayado índices más o menos complejos de valoración global de la calidad edáfica, aunque su aplicación resulta poco precisa. No evitan que, en cada caso, con una analítica completa del perfil, sea necesario interpretar y valorar cada una de las propiedades para hacer el diagnóstico preciso de la situación.

En el referido diagnóstico hay que tener en cuenta que se producen en la realidad compensaciones de efectos negativos de algunas propiedades por efectos muy positivos de otras, y al contrario, reforzamientos de efectos negativos por valores no demasiado favorables en otras propiedades.

Estos comentarios ponen de manifiesto la necesidad de un suficiente conocimiento de la Edafología para actuar con corrección en Selvicultura, para identificar restricciones al desarrollo de las masas forestales existentes, y en Repoblaciones Forestales, para identificar especies compatibles con las estaciones a repoblar y para decidir procedimientos de preparación del suelo.

IV.3.5.- Condicionamientos selvícolas determinados por el suelo.

Como final del estudio de la influencia de los factores edáficos en la vegetación, se exponen algunos ejemplos en los que las propiedades edáficas y su evolución condicionan la aplicación de determinados tratamientos selvícolas. En capítulos posteriores se describen los tratamientos generales que permiten el aprovechamiento y regeneración de las masas forestales, que son básicamente tres tipos: cortas a hecho; cortas por aclareo sucesivo; y cortas por entresaca.

La elección del tratamiento más adecuado en cada caso se basa en la consideración de factores y condicionantes de diferente tipo: específicos, estacionales, económicos, legales, etc... Dentro de los factores estacionales se debe considerar la posibilidad de evolución de las propiedades edáficas. En relación con este condicionante y con las cortas a hecho, se proponen tres ejemplos que ponen de manifiesto la estrecha relación entre edafología y selvicultura.

1.- Sobre suelos de permeabilidad mediana por ser de textura franco-arcillosa y en los que, en sus horizontes inferiores, la escasez de materia orgánica y la abundante pedregosidad son causa de que sólo la abundancia de raíces, con su mallado, mantenga un mínimo de estructura y por tanto esa mediocre permeabilidad.

En esta situación las cortas a hecho deben ser evitadas, pues al desaparecer las raíces, el horizonte inferior sufriría una fuerte cementación y quedaría totalmente impermeable. Aunque el regenerado posterior se instalara en densidad suficiente, su desarrollo radical estaría limitado a la zona superficial del perfil, con pérdida notable de la calidad de la estación.

2.- Suelos con los horizontes inferiores pedregosos y nada o poco descarbonatados.

En este caso las cortas a hecho no son recomendables por eliminar los sistemas radicales. En efecto, esta supresión acarrearía una disminución de CO₂ en los horizontes inferiores, con lo que la caliza disuelta en los superiores tendería a precipitar formando un horizonte petrocálcico por cementación de gravas, de difícil o nula posibilidad de penetración por los sistemas radicales de las futuras plantas.

3.- Suelos extremadamente o muy fuertemente ácidos en los que los residuos orgánicos de la masa en tratamiento tienen graves dificultades de descomposición.

En esta situación la regeneración es difícil porque la capa de residuos dificulta la germinación y el enraizamiento del regenerado. En estas condiciones, y por motivos edáficos, las cortas a hecho pueden ser recomendables, a fin de que al poner el suelo en luz, los residuos reciban mayor radiación y puedan humificarse y mineralizarse a mayor velocidad, mejorando no sólo la regeneración, sino también los ciclos de los nutrientes.

IV.4.- Influencia de la fisiografía en la vegetación.

IV.4.1.- Introducción.

La fisiografía de un lugar, de una zona o de una comarca es la descripción del relieve terrestre. La descripción en un rodal concreto de los factores climáticos y edáficos estudiados anteriormente es suficiente para caracterizar los factores ecológicos abióticos o, dicho de otra forma, describir la estación. Sin embargo, los factores fisiográficos, que influyen sobre los climáticos y edáficos de una forma local, pueden y deben ser descritos de una manera particular e independiente para explicar algunas anomalías o para precisar con más detalle el estudio estacional. Este estudio fisiográfico ayuda a la definición de rodales por variación estacional imputable a variaciones de alguno de sus factores, pero en ningún caso puede, por si mismo, ser motivo de exclusión de una especie forestal en un lugar ni marcar preferencias en su distribución.

Los factores fisiográficos que se van a considerar por separado son: orografía, altitud, pendiente y exposición.

IV.4.2.- Orografía.

Este factor fisiográfico individual expresa la configuración general del relieve terrestre. Hace referencia a la forma, densidad y orientación de los valles y de los macizos y alineaciones montañosos.

Esta disposición introduce modificaciones en la circulación general de la atmósfera en estaciones particulares, originando variaciones climáticas locales a igualdad de altitud y de latitud.

Una primera influencia de la disposición de valles y laderas se relaciona con la proximidad al mar, o a igualdad de proximidad la orientación puede facilitar el acceso de masas de aire con gran contenido en humedad. En estas circunstancias, a igualdad de latitud y altitud de dos lugares, el que recibe vientos marinos puede sustentar una vegetación menos xerófila.

Otra importante influencia de la orografía sobre la vegetación es el conocido como efecto föhn en la literatura europea y como efecto chinook en la norteamericana. Si una cadena montañosa está dispuesta perpendicularmente a la dirección de los vientos húmedos dominantes, en las laderas de barlovento se manifiesta un clima con más precipitación y humedad atmosférica y con menor temperatura e insolación, debido a la mayor nubosidad, y en correspondencia, se tendrán suelos más evolucionados y vegetación más higrofítica. Por el contrario, en las laderas a sotavento se manifiestan vientos secos y cálidos, que reciben el nombre de föhn o chinook, y se encuentran, en latitud y altitud similares, estaciones con menos precipitación y humedad atmosférica, más temperatura e insolación, y en correspondencia con este clima suelos menos evolucionados y vegetación más xerofítica.

La anterior explicación queda ilustrada en la figura IV.11, tomada de HAROLD (1984).

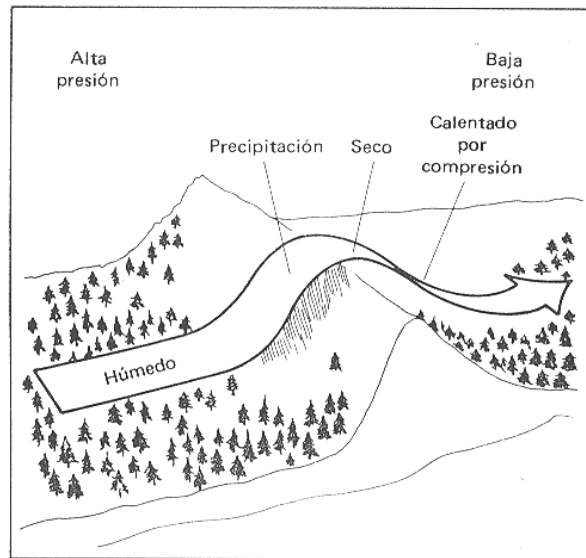


FIGURA IV.11.- Efecto de los vientos chinook, según de Perla y Martinelli, 1976.

Finalmente se cita otro ejemplo de la influencia de la orografía en la distribución de la vegetación. Se trata del caso de la inversión térmica en el fondo de los valles. Cuando la orientación de los valles es normal a la dirección de los vientos dominantes y el tiempo es anticiclónico con clima tendente a la continentalidad, se produce una acumulación de aire frío en el fondo de los valles, que modifica el esquema general de que a mayor altitud, menor temperatura. La frecuencia de la inversión térmica se traduce en heladas más intensas a menor altitud y hace que se invierta la disposición lógica de la vegetación, presentándose las especies más termófilas en las cumbres y las más microtermas en el fondo del valle.

La inversión térmica se ilustra en la figura IV.12, tomada de HAROLD (1984).

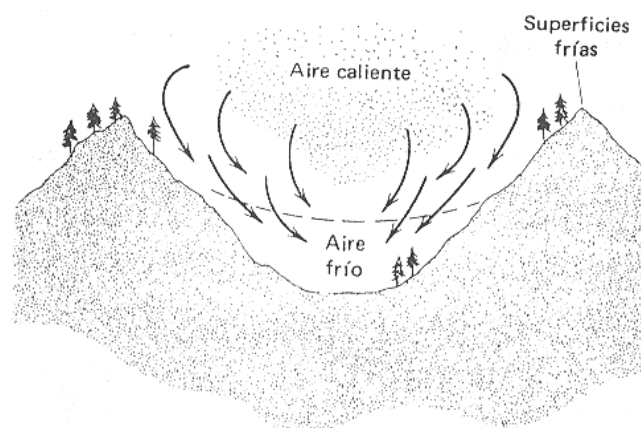


FIGURA IV.12.- Inversión de la temperatura en un cañón montañoso.

Todo lo explicado anteriormente hace necesario que en los estudios del estado natural de los montes objeto de tratamientos selvícolas o de repoblación forestal, se describa el relieve u orografía de la zona, con referencia a la situación relativa del monte respecto de la situación de los valles y los sistemas montañosos y de los efectos que esta situación pueda tener en el clima de la estación. De la bondad de este estudio depende la correcta elección de observatorio meteorológico.

IV.4.3.- **Altitud.**

Es conocido, al estudiar los factores climáticos, que al crecer la altitud, a latitud constante, el clima de las sucesivas estaciones cambia según las siguientes reglas generales:

- disminuyen: presión atmosférica, temperatura (según el conocido gradiente térmico de altura de 0,65 °C/100 m), y déficit hídrico.

- aumentan: las radiaciones del espectro visible y ultravioleta, y la precipitación.

Consecuencia de estas variaciones sobre la distribución de la vegetación son las cliseries, también denominadas pisos de vegetación, que se pueden definir como conjunto ordenado de agrupaciones vegetales presentes en una latitud constante al variar la altitud.

Lógicamente, las agrupaciones de cotas inferiores tienden a ser más termófilas y más xerofíticas que las de cotas superiores.

En todas las cadenas o macizos montañosos españoles están estudiadas y descritas las correspondientes cliseries.

Utilizamos para ilustrar esta explicación la figura IV.13, tomada de SPURR (1982), que refleja la cliserie de las Montañas Santa Catalina en el sureste de Arizona y que incorpora la influencia en dicha cliserie de la exposición, lo que resulta útil para explicaciones posteriores.

Se observa que el mismo tipo de vegetación alcanza mayores cotas en las exposiciones de solana.

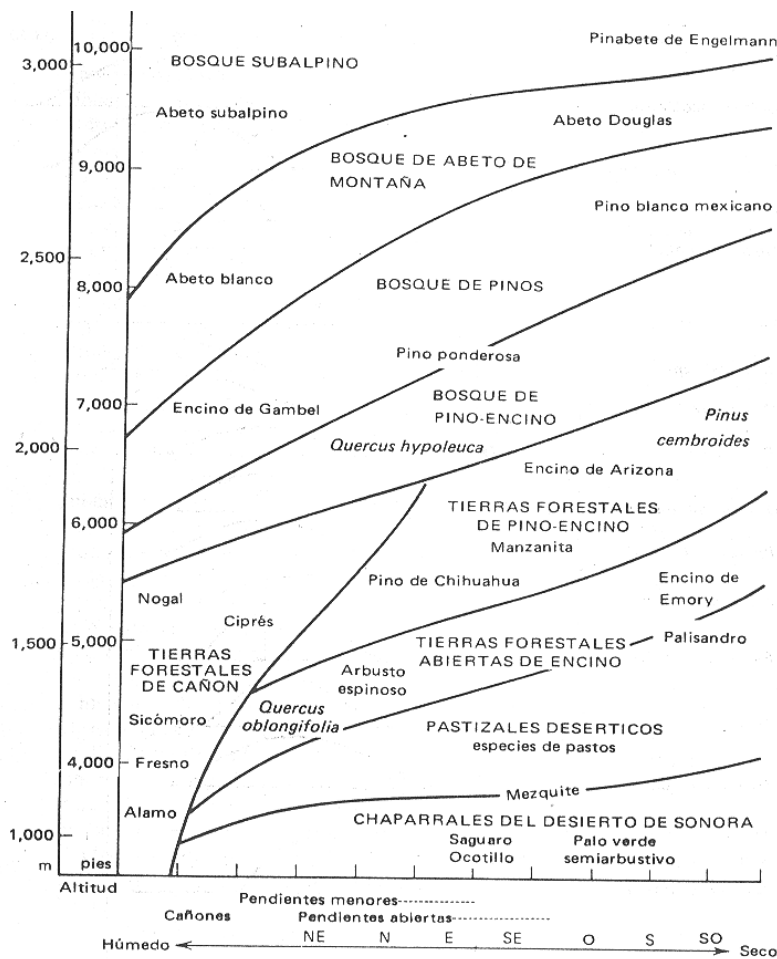


FIGURA IV.13.- Un esquema de la vegetación en la ladera sur de las Montañas Santa Catalina en el sureste de Arizona.

IV.4.4.- Pendiente.

En una estación determinada, sin variar la altitud y dentro de una disposición orográfica concreta, la influencia de la pendiente sobre la vegetación es muy trascendente. Esta influencia se manifiesta en los factores edáficos a través de la posibilidad de evolución, de la capacidad de retención de agua y de la sensibilidad frente a la erosión. También influye en relación con la cantidad de radiación recibida, aumentada o disminuida según la exposición, y con la velocidad de propagación de incendios.

Es importante la influencia de la pendiente sobre las actividades humanas a través de la mayor o menor dificultad de acceso y de mecanización, condicionando los tratamientos selvícolas a aplicar y la forma de realizar las repoblaciones forestales.

La pendiente se mide con el eclímetro o clisímetro y se evalúa por la medida del ángulo que la ladera forma con la horizontal, expresándose normalmente por el valor de la tangente de dicho ángulo en tanto por ciento, al no ser frecuentes valores del mismo superiores a 45°. Se pueden obtener medidas de la pendiente sobre mapas topográficos con altimetría detallada, aunque en la práctica es más precisa la determinación sobre el terreno.

La influencia de la pendiente sobre la vegetación se concreta en que con pendientes fuertes se produce una situación con menor disponibilidad hídrica, más riesgo de escorrentía y por tanto de erosión, por lo que la vegetación tenderá a ser más xerófila y más frugal. Al estar disminuida la competencia por la luz en las fuertes pendientes, la vegetación heliófila encuentra mejores condiciones de desarrollo.

A igualdad de pendiente general, también influye la forma de la ladera, que podrá ser cóncava, recta o convexa. En las laderas cóncavas habrá mayor profundidad de suelo y más humedad, al predominar el depósito sobre la erosión, al contrario que en las pendientes convexas en las que al haber mayor facilidad de escorrentía, habrá más erosión y suelos más pedregosos y menor capacidad de retención de agua, por lo que le corresponderá una vegetación más xerófila o de menor espesura.

Las pendientes convexas se manifiestan más frecuentemente en el tramo superior de la ladera. Las formas de la ladera se ilustran con la figura IV.14, tomada de HAROLD (1984).

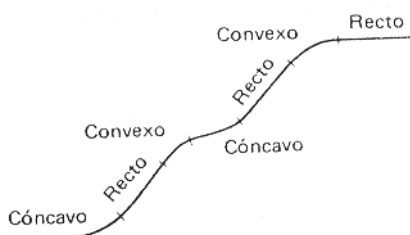


FIGURA IV.14.- Formas de la ladera.

IV.4.5.- Exposición.

Se define como exposición de una ladera la orientación de la recta perpendicular a la misma. Se mide con brújula (o sobre mapas topográficos) y se expresa en rumbos.

Las posibles exposiciones se pueden clasificar en:

- *umbrías*, correspondientes a exposiciones alrededor del NE, en las que es menor el número de horas de insolación y la radiación que recibe se produce en las primeras horas del día, de forma que son estaciones con menores temperaturas y por tanto la evaporación y el déficit hídrico. Reciben menor iluminación. En la medida en que la sequía sea un factor limitante al desarrollo vegetal, como es habitual bajo clima mediterráneo, la vegetación se ve favorecida en las umbrías, lo que facilita la defensa del suelo frente a la erosión y por tanto en ellas habrá más abundancia de especies higrófilas, microtermas y esciadófilas.

- *solanas*, correspondientes a exposiciones alrededor del SO en las que es mayor la radiación recibida y por tanto la iluminación. En estas estaciones aumentan, en relación con una umbría que tenga su misma latitud, altitud y pendiente, las temperaturas, la evaporación y el déficit hídrico. La vegetación estará compuesta por especies más termófilas, xerófilas y heliófilas. Bajo clima mediterráneo en las solanas está perjudicado el desarrollo de la vegetación por lo que la erosión tiende a ser mayor y los suelos de peor calidad.

La influencia de la exposición sobre la distribución de la vegetación, en relación con la altitud puede observarse en la figura IV.13. Además, en la figura IV.15 también se explica la influencia de la exposición sobre la distribución de la vegetación.

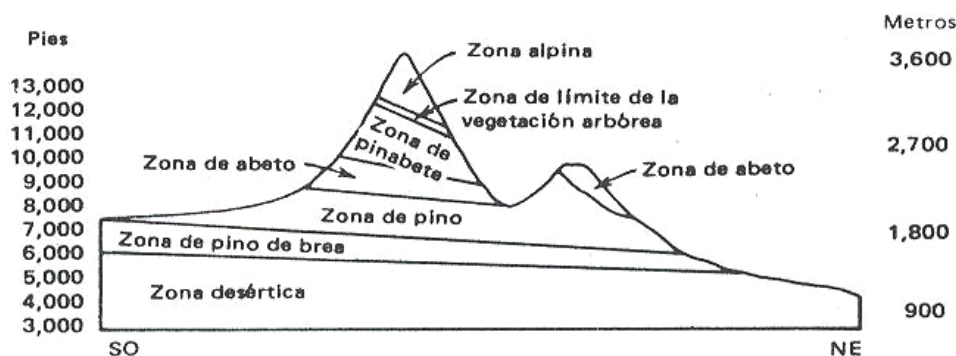


FIGURA IV.15.- Perfil esquemático de los picos de San Francisco y O'Leary del sudoeste al noreste, mostrando los efectos de la exposición de las laderas sobre la distribución de la vegetación, tomado de SPURR (1982), según Merriam (1890).

Al igual que tras el estudio individual del efecto de factores ecológicos de los anteriores grupos sobre la vegetación, recordamos que la respuesta de la vegetación se produce frente a la combinación, reforzamiento o sustitución, de todos los factores que inciden en cada estación.

Como refuerzo de esta afirmación, se concluye el estudio de la fisiografía presentando el cuadro IV.2, que explica la combinación de la pendiente y de la exposición sobre la radiación total recibida en un lugar en diferentes estaciones.

CUADRO IV.2.- Intensidad de la radiación total recibida en diferentes estaciones del año sobre laderas orientadas al sur y al norte, de 20% y de 40% de pendiente. Tomado de HAROLD (1984), adaptado de Byram y Jemison, (1943). Se comprueba con los valores que figuran en el cuadro que las diferencias entre umbría y solana son más acentuadas cuanto mayor es la pendiente.

Valor de la pendiente y estación	Porcentaje de la intensidad máxima			
	Ladera de solana		Ladera de umbría	
	Junio	Diciembre	Junio	Diciembre
Estación	Junio	Diciembre	Junio	Diciembre
20%	67	33	63	28
40%	69	39	56	18

IV.5.- Influencia de los factores bióticos.

IV.5.1.- Introducción.

En Ecología se definen los factores ecológicos bióticos como aquellos que, inciden sobre un ser vivo o una población de manera que se modifica su forma, comportamiento o distribución, teniendo origen en la presencia o actividad de otro ser vivo. Reciben el nombre de coacciones.

Las coacciones se clasifican en: homotípicas o intraespecíficas, cuando las ejercen individuos de la misma especie entre si; y heterotípicas o interespecíficas, cuando se ejercen entre individuos de diferentes especies.

En el presente tema trataremos separadamente los dos tipos de coacciones, separando a su vez las actividades humanas de las coacciones heterotípicas, todo ello en relación con sus influencias sobre las masas vegetales.

IV.5.2.- Coacciones intraespecíficas.

Es una constante en la naturaleza y especialmente en las biocenosis vegetales, la presencia conjunta de muchos individuos de una misma especie. Esta presencia masiva de individuos con la misma anatomía y fisiología establece una **competencia** entre ellos que en las masas forestales se establece por: el agua a nivel del sistema radical; los nutrientes edáficos; por el espacio a nivel de las copas y sistema radical; y por la luz en sus órganos aéreos.

Consecuencia de la competencia es el concepto de espesura ya estudiado anteriormente, en las masas puras. El efecto de la competencia o espesura se puede manifestar entre individuos de edades semejantes, lo que fundamentalmente condiciona su desarrollo y forma; o entre individuos de edades diferentes, favoreciendo o perjudicando, según los casos, al desarrollo de las plantas jóvenes la presencia de individuos adultos de la misma especie en sus proximidades.

El efecto de la competencia es en algunos aspectos *negativo* para el conjunto de la masa cuando como consecuencia de ella:

- se detiene el crecimiento, particularmente el diametral individual.
- los individuos decaen en su vigor vegetativo, por reducción de superficie foliar.
- la masa se convierte en más susceptible de ser atacada por plagas y enfermedades, así como de ser dañada por vientos o nevadas.

En otros aspectos, la competencia o espesura tiene un efecto *positivo* al:

- manifestarse una coprotección frente a ciertas intensidades de vientos, heladas y nevadas.
- posibilitar una adecuada selección genética de los individuos supervivientes.

El hecho de la competencia es fundamental en la Selvicultura pues, como se verá, la mayor parte de los tratamientos selvícolas se basan en la modificación de la espesura para reducir la competencia y así estimular el estado vegetativo de la masa, o bien posibilitar el desarrollo del regenerado natural, todo ello en función de las condiciones estacionales y específicas.

IV.5.3.- Coacciones interespecíficas.

Recordamos que las coacciones interespecíficas, entre poblaciones de diferentes especies, se pueden clasificar en la forma que se resume en el cuadro IV.3, según DAJOZ (1974):

CUADRO IV.3.- Tipos de coacciones interespecíficas: 0, la especie no es afectada; +, la especie es afectada positivamente; -, la especie es afectada negativamente; P, permanente; I, intermitente.

Nombre genérico de la coacción	Especie A	Especie B	Casos referidos a poblaciones vegetales
Mutualismo	+	+	P: <i>simbiosis</i> I: <i>cooperación</i>
Comensalismo	+	0	P: <i>epifitosis</i> I: <i>foresia</i>
Antagonismo	-	0	<i>alelopatía</i>
Neutralismo	0	0	
Explotación	+	-	P: <i>parasitismo</i> I: <i>predación</i>
Competición	-	-	Entre iguales o distintas formaciones.

Las coacciones que mayor interés tienen en Selvicultura, y que se explican con algún detalle, son: competición entre poblaciones vegetales; simbiosis de vegetales con hongos y microorganismos; parasitismo sobre vegetales de hongos y microorganismos; coacciones interespecíficas sobre vegetales de animales.

IV.5.3.1.- Competición entre poblaciones vegetales.

En las relaciones de competición entre dos poblaciones vegetales, ambas salen perjudicadas. En Selvicultura se puede plantear esta competición de la misma forma que la competencia, explicada en el anterior epígrafe, siempre que las dos poblaciones tengan el mismo porte.

Cuando las poblaciones vegetales son de diferente porte - arbórea y matorral; arbórea y herbazal; matorral y herbazal; etc...- hay que considerar en que factor se produce la competición y cuál es el estrato principal para orientar los tratamientos.

En cualquier caso, los tratamientos tienen que estar orientados teniendo en cuenta los

principios básicos que rigen este tipo de coacciones (GANDULLO, 1985):

- *principio de la dominancia agresiva*: las posibilidades de que se instale en un espacio reducido una alta diversidad específica está limitada por la agresividad (fecundidad, longevidad, crecimiento, recuperación) de la especie dominante. Un ejemplo selvícola de este principio es el tratamiento de masas con subpiso o las claras selectivas sobre masas mixtas.

- *principio de la prioridad*: si permanecen constantes las características del medio, las especies pioneras o colonizadoras de un territorio tienen ventaja sobre las que llegan posteriormente. Consecuencia selvícola de este principio son los desbroces a aplicar en las operaciones de repoblación forestal.

- *principio de la estabilidad*: en una comunidad diversa y equilibrada, es difícil que una especie llegue a excluir a las demás y las posibilidades de introducción de una nueva especie es tanto más difícil, cuanto menor sea su agresividad. Un ejemplo selvícola de este principio son las cortas por entresaca.

Resumiendo, la competición y la competencia unidas son evaluadas en Selvicultura por la espesura, y la variación de la espesura o la reducción de la competencia o de la competición (sea en el mismo o entre diferentes estratos), es la base de los tratamientos selvícolas que más adelante se estudian.

IV.5.3.2.- Simbiosis de vegetales con hongos y microorganismos.

Uno de los fenómenos de simbiosis más conocidos es la asociación de un hongo y un alga para formar líquenes, uno de los agentes iniciadores de la sucesión vegetal sobre rocas consistentes u otros materiales. En Selvicultura interesa conocer con algún detalle dos casos de simbiosis en que intervienen especies leñosas, especialmente arbóreas:

A.- Micorrización.

El término *micorriza* (hongo-raíz) define la asociación simbiótica, por tanto de mutualismo permanente, de un hongo y las raíces de una planta. Esta relación se establece en gran variedad de especies y por diferentes mecanismos, con resultados de relación biotrófica de variados efectos.

Lo más característico del proceso de *micorrización* es el mutuo beneficio que obtienen las partes implicadas: el hongo se beneficia de las sustancias contenidas en la savia del vegetal, especialmente hidratos de carbono elaborados por la fotosíntesis y vitaminas, y el vegetal se beneficia de una extensión cuantitativa y cualitativa de su sistema radical, prolongado por las hifas del hongo, que capta con mayor eficiencia agua y nutrientes.

Según las formas de conexión de las hifas del hongo con los tejidos de la planta vascular se distinguen los siguientes tipos de micorrizas:

- ectomicorrizas (ectotróficas), en las que el hongo se desarrolla en los espacios intercelulares de los tejidos de la raíz, formando la llamada red de Hartig y un manto de hifas en la zona externa, no penetrando dentro de las células. Es el tipo más frecuente y característico en las especies forestales. A este respecto SPURR (1984) indica que en USA se han citado 2.400 casos de ectomicorrizas sobre especies forestales, frente a 50 casos de endomicorrizas. Las micorrizas de este tipo son preferentemente de basidiomicetos superiores (géneros *Boletus*, *Lactarius*, *Russula*, *Amanita*, *Laccaria*, ...) y en menor medida ascomicetos (género *Tuber*).

- endomicorrizas (endotróficas), en las que el hongo coloniza intracelularmente, sin formar manto ni red de Hartig. A este grupo pertenecen especies del grupo de los actinomicetos y es poco frecuente en las especies forestales (géneros *Myrica*, *Fraxinus*, *Ginkgo*,...). Presentan tres variedades:

+ arbusculares, donde el hongo forma arbuscúlos y, normalmente, vesículas, de ahí su otra denominación como vesículo-arbusculares (VA). Son las micorrizas más universales y extendidas en la naturaleza, pero no en especies forestales.

+ orquidoideas, exclusivas de las especies de la familia *Orchidaceae*.

+ ericoideas, características de las especies del Orden Ericales.

- ectendomicorrizas (ectendotróficas), en las que la colonización del tejido de la raíz participa de las características de los dos tipos anteriores, son propias de especies del Orden Ericales (por lo que también se llaman de tipo arbutoide) y de alguna del género *Eucalyptus*.

Lo anterior se ilustra en la figura IV.16, tomada de BAREA y HONRUBIA (1993).

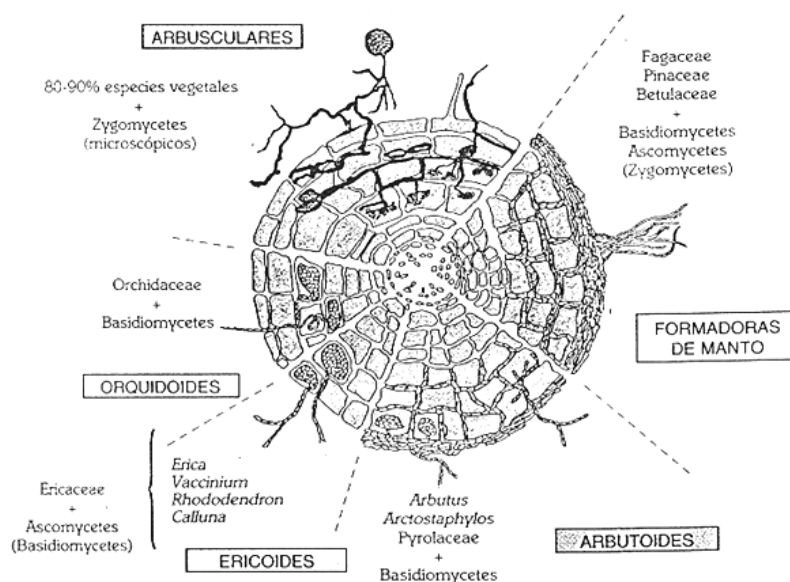


FIGURA IV.15.- Tipos de micorrizas, y plantas y hongos que las establecen, según Barea, 1990.

Puede existir una estrecha relación entre las dos especies o, por el contrario, más frecuentemente, una especie de hongo puede convivir con varias especies forestales y una especie forestal tener diferentes micorrizas, incluso simultáneamente. Así, se ha descrito (BOULLARD, 1978) que al realizar un cambio de especie principal de una masa por cortas a hecho se produce un cambio en la composición fúngica, aunque algunas especies permanecen.

Se ha comprobado la existencia de una simbiosis entre los hongos de micorrización y las colonias bacterianas (BAM), casi siempre fijadoras de nitrógeno, que encuentran mejores condiciones de vida entre las hifas del hongo, del que toman agua y otras sustancias y al que transfieren nitrógeno.

Detallando más la función de las micorrizas en relación con las especies arbóreas hay que hacer notar que la mayor eficiencia de la micorriza en la absorción de agua se basa en: una mayor longitud del sistema radical-micelar; un menor diámetro de las hifas; y una mayor capacidad de absorción de agua en condiciones de retención capilar. Las plantas arbóreas micorrizadas son más resistentes a la sequía.

En relación con la nutrición, las micorrizas consiguen una mayor eficiencia en la asimilación de los nutrientes a través de los siguientes mecanismos o procesos:

- mejor exploración del perfil (extensión de la longitud, menor diámetro).
- son eficaces en la captación de P, N, Mg, K, Ca y Fe. Especialmente respecto de P y N, ya que son capaces de tomar estos elementos bajo formas químicas complejas, orgánicas en el caso del N, o insolubles (apatito) en el caso de P (BOULLARD, 1974). Pueden tomar directamente K de la ortoclasa.
- las micorrizas aumentan el contenido de CO₂ en el suelo y segregan ácidos orgánicos, lo que acelera el proceso de descomposición de los minerales y la liberación de los iones.
- las micorrizas pueden actuar como almacenes de nitrato, fosfato y óxido de potasio, captando en momentos de baja actividad vegetativa y transfiriendo en época de crecimiento. Evitan el lavado de nutrientes a profundidades extraedáficas (SPURR, 1982).
- tienen importancia en la asimilación de oligoelementos (BAULE, 1969).
- los órganos de fructificación de las micorrizas aportan nutrientes en superficie contribuyendo a la mejora de los ciclos biogeoquímicos en dos sentidos: labor de remonte de nutrientes en el perfil; y mejora de la actividad de los descomponedores (SPURR, 1982).
- estimulan y posibilitan la acción de las bacterias fijadoras de nitrógeno (DANIEL, 1982).

Finalmente, entre las influencias de las micorrizas sobre la vegetación forestal, hay que citar el efecto de mayor resistencia a las enfermedades provocadas por hongos del suelo y el hecho de que la micorriza estimula el crecimiento de las raíces del huésped aportándole aminoácidos y hormonas.

Terminamos señalando los hechos o consecuencias selvícolas más importantes del fenómeno de la micorrización:

- al ser favorables las condiciones de vida de las micorrizas en reacción del suelo moderadamente ácida (pH de 6 a 6,5), las mejores estaciones forestales para la mayor parte de las especies arbóreas tienden a este valor.

- las especies frugales y xerófilas tienen mayor facilidad y diversidad de micorrización.
- a igualdad de especie, la micorrización es más activa en suelos de peor calidad.
- a igualdad de especie y estación, la micorrización es más activa en las primeras clases de edad. Las masas y pies micorrizados tienen mayores crecimientos que los que no lo están.
- la ausencia de micorrizas en una comarca, puede ser causa de ausencia de especies forestales.
- es necesario y conveniente inocular micorrizas en las plantas destinadas a la repoblación forestal.
- un buen estado de micorrización puede mantenerse con espesuras incompletas.
- la fertilización, si se realiza en forma inadecuada, puede perjudicar al estado de la micorrización.

B.- Nodulaciones.

Ciertos microorganismos saprofitos que viven libres en el suelo, penetran en las raíces de algunas especies vegetales y producen en ella unos nódulos en los que se asientan.

El vegetal les proporciona hidratos de carbono y humedad, y los microorganismos fijan nitrógeno atmosférico, lo reducen y lo transfieren al vegetal.

La simbiosis más conocida es la de las leguminosas con bacterias del género *Rhizobium*. Algunas especies forestales también tienen nodulaciones, como las de los géneros *Alnus*, *Casuarina* y *Eleagnus*, en las que los participantes en la simbiosis son actinomicetos.

IV.5.3.3.- Parasitismo sobre vegetales de hongos y microorganismos.

Existen algunos casos de parasitismo de plantas fanerógamas sobre especies forestales, pero su agresividad es baja respecto de hongos y microorganismos. Cabe citar en este sentido a: *Viscum album*, *Arceuthobium oxycedri*, *Cuscuta ssp.* y *Orobanca ssp.* Algunas epifitas, citada su acción como un comensalismo permanente, pueden tener una acción como parásitas.

Es el parasitismo de los hongos en el campo forestal muy amplio y en muchas ocasiones peligroso para la supervivencia de las masas. De ello se ocupa con extensión y detalle la disciplina Patología Forestal, por lo que no nos extendemos en este punto.

Únicamente cabe apuntar que el riesgo de enfermedades condiciona los tratamientos y la práctica selvícola, que en todo caso debe atender a aplicar las siguientes medidas preventivas fundamentales:

- eliminación sistemática de despojos de cortas y podas.
- desinfección de las herramientas de corte.
- mantenimiento de buen estado vegetativo en la masa.

La referencia para selvicultura española de la grafiosis sobre el olmo, la tinta en el castaño, *Armillaria* sobre los pinos y la diversidad de enfermedades del chopo, refuerza la importancia de este tipo de coacciones.

IV.5.3.4.- Coacciones interespecíficas sobre vegetales de animales.

Este tipo de coacciones es muy variado. Dentro del campo forestal interesa hacer mención a las siguientes:

A.- Mutualismo intermitente o cooperación.

Se engloban en este apartado el caso de las especies forestales *zoógamas*, siendo las más abundantes las *entomógamas*, que basan la polinización en la actividad, con beneficio para ellos, de los animales.

También se puede incluir la cooperación en la diseminación, siendo el caso de las especies *zoócoras*, cuyos frutos con sustancias nutritivas son comidos por animales y las semillas, sin sufrir daño en el tracto digestivo del animal y en algunos casos con mejora en sus posibilidades de germinación, son transportadas e incorporadas al suelo a distancias considerables de sus progenitores, junto con las deyecciones del animal. Otro caso de zoocoria es el de semillas comestibles que son ocultadas y luego perdidas por el animal.

B.- Comensalismo intermitente.

También denominada *foresia*, consiste en el papel pasivo de muchos animales transportando propágulos de otros seres vivos. En este caso, los vegetales desarrollan en sus semillas o frutos unos apéndices o ganchos que en contacto, sobre todo, con los pelos de los mamíferos, se adhieren y son transportados.

C.- Parasitismo.

El estudio del parasitismo o explotación permanente de los animales, especialmente insectos, sobre las especies forestales, constituye el objeto de la disciplina Plagas Forestales, que trata estos aspectos en extensión y por ello no nos extendemos en este punto.

Únicamente se hace referencia a condicionantes que los tratamientos selvícolas deben tener para conseguir la prevención:

- condicionar las épocas de corta al ciclo biológico del insecto que puede ser plaga.
- eliminar despojos de corta y poda.
- mantener buen estado vegetativo en las masas.

D.- Predación.

La predación o explotación intermitente de los animales sobre las plantas es un fenómeno constante a través del consumo que los herbívoros hacen del material vegetal, y constituye la base de la cadena trófica de los ecosistemas terrestres.

No son frecuentes, salvo el caso de permanencia citado como plaga, los casos en que esta predación suponga un riesgo para las masas forestales. Los dos mayores riesgos son los derivados del sobrepastoreo por ganado doméstico, que será abordado al tratar las actividades antrópicas y de los animales de caza.

En algunas zonas de España y amplios territorios en Centroeuropa, los animales pertenecientes a especies de caza mayor, sobre todo ciervo, gamo, corzo y muflón, generan una predación selectiva sobre las clases de edad inferiores de las arbóreas, lo que compromete la regeneración y debe ser evitado mediante vallados o por reducción de las poblaciones cinegéticas.

IV.5.4.- Influencias antrópicas.

La acción del hombre sobre la naturaleza es multiforme, poderosa y universal (GANDULLO, 1985), y se puede presentar bajo tres aspectos:

- incorporando a la biosfera, en forma masiva, elementos que estaban fuera de ella. Esta incorporación puede ser positiva, como abonar a base de emplear reservas minerales contenidas en las rocas, o negativa, como la emisión de contaminantes. La actividad selvícola no se inscribe plenamente en esta forma de acción, pues las fertilizaciones no son habituales en la selvicultura extensiva, aunque la lluvia ácida sobre las masas forestales centroeuropeas es un ejemplo de acción negativa.
- creando sistemas productores especializados. Se inscriben aquí la agricultura, la ganadería y la selvicultura. Dependerá su calificación del acierto en los métodos empleados y en la elección, en cada caso, de los espacios apropiados. Como consecuencia de estas actividades se ha producido la degradación en algunos sistemas por actividad excesiva e incontrolada. Le dedicamos atención posteriormente a las roturaciones, el pastoreo y las cortas.
- propagando especies y modificando la natural distribución de las mismas. Las actividades selvícolas también pueden inscribirse en este aspecto, si se incluye en ellas la repoblación forestal. La calificación de estas actividades también puede ser positiva o negativa, según su intensidad, lugar y oportunidad. El control de plagas y enfermedades se incluye, también, en este aspecto.

Se detallan algunas actividades humanas que influyen en la estabilidad de las masas forestales:

- el *pastoreo* mal efectuado a causa de la inadecuación de: especie pastante; carga ganadera; época de pastoreo; o lugar, en las masas forestales, produce compactación del suelo e imposibilidad de regeneración natural. Se deberán imponer limitaciones al pastoreo en el espacio y en el tiempo, que serán descritas con cada tratamiento.

Ahora bien, el pastoreo forestal bien regulado en muchas masas constituye una producción preferente o secundaria importante, trascendente para el desarrollo de la sociedad y necesario para un buen equilibrio sociológico de la gestión forestal. La presencia del ganado en el monte ha sido y es una constante en la silvicultura española, que condiciona la distribución y el desarrollo de las masas, y sin tenerla en cuenta no es posible explicar muchas situaciones de nuestro estado selvícola.

A la ordenada práctica del pastoreo se dedica la disciplina Pascicultura, trascendente en la enseñanza forestal, y en varios tipos de tratamientos que serán explicados más adelante se comprueba la posibilidad de compatibilizar aspectos en principio contrapuestos.

- las *roturaciones* del terreno para el cultivo agrícola ha sido una de las herramientas más poderosas e irreversibles en la degradación de los sistemas forestales españoles. Al margen de consideraciones económicas, desde un punto de vista ecológico o selvícola, deben limitarse a situaciones que no supongan aumento de la erosión hídrica o eólica, siempre que no destruyan agrupaciones vegetales de interés.

- las *cortas* de arbolado, si no se ejecutan de acuerdo a las técnicas selvícolas contrastadas y adecuadas a la especie y estación, pueden suponer modificaciones irreversibles en el suelo o en la masa. Evidentemente, este aspecto de la conducta humana es el contenido fundamental de la Silvicultura, por lo que no nos extendemos más en este punto.

IV.6.- Incendios.

El incendio forestal es la propagación incontrolada de una combustión sobre una masa forestal, independientemente del tipo de formación que sea.

En un incendio forestal existen tres elementos coincidentes, el llamado *triángulo del fuego*, cuya enumeración y análisis proporcionan una mejor comprensión de sus causas, prevención y extinción: el combustible, las masas vegetales; el oxígeno, contenido en la atmósfera; y el calor necesario para que se inicie la combustión.

Según la forma de propagación se clasifican los incendios en tres *tipos*: fuego de copas; fuego de suelo o superficial; y fuego de subsuelo; que pueden presentarse simultáneamente.

Como ya se ha comentado, el incendio forestal puede tener origen en *causas* naturales climáticas, el rayo, pero visto que el 96% de los incendios que ocurren en España tienen origen en la acción humana, parece más apropiado tratar este tema cerca de las influencias antrópicas. La trascendencia y los condicionantes que imponen los incendios en la selvicultura española aconsejan darle al tema un tratamiento independiente.

Señalado el posible origen natural del incendio, interesa hacer constar que la gran mayoría de los bosques del mundo se han quemado a intervalos más o menos frecuentes, durante muchos miles de años (SPURR, 1982). La importancia de este factor en las condiciones de la estación y de la masa es variable en las diversas regiones en función de su recurrencia e intensidad, siendo más trascendente en aquellos climas con un marcado periodo de sequía, como el mediterráneo.

El *efecto del fuego* sobre la vegetación forestal y sobre la estación es variable en función de: intensidad, relacionada con el tipo de incendio (subsuelo, superficie, copas) y con la cantidad de combustible consumido; y extensión recorrida por el fuego.

Sobre la **vegetación** y a corto plazo el efecto del incendio es la destrucción completa de la parte aérea de toda la masa. Este efecto se produce, aunque no exista carbonización, al producirse la muerte de los tejidos vegetales con una exposición de una hora a temperaturas de 50 °C o de un minuto a 60 °C (BROWN y DAVIES, 1973).

A medio plazo, tiene una influencia trascendente en la composición florística:

* tras el fuego tiende a aparecer un predominio de herbáceas, que encuentran condiciones luminosas favorables para su regeneración, iniciando una sucesión secundaria. Es la causa de que muchos incendios tengan origen en supuestas mejoras de pastos.

* posteriormente tienden a ocupar el espacio las especies **pirófitas**. La definición de especie pirófitas es la siguiente: especie que ve favorecida su presencia tras un incendio. La mayor parte de las especies mediterráneas lo son.

Se habla de pirofitismo activo cuando se produce una fácil regeneración tras el fuego:

- bien por brotes de cepa y raíz (especies del género *Quercus* o *Erica*), en cuyo caso los enraizamientos tienden a ser profundos para evitar daños por calentamiento superficial del suelo.

- bien por semilla (especies del género *Pinus* o *Cistus*) en cuyo caso las especies suelen poseer alguno de los siguientes atributos: crecimiento juvenil rápido; precocidad en la producción de semilla; conos serotinos; germinación inducida por altas temperaturas.

Se habla de pirofitismo pasivo cuando los individuos adultos de la especie desarrollan sistemas, normalmente gruesos ritidomas, para evitar la muerte y poder diseminar tras el incendio. Ejemplos de pirofitismo pasivo nos los ofrecen *Quercus suber*, *Pinus canariensis*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum*, *Eucalyptus sp.* y, en cierta forma, *Pinus pinea*.

* con mayor profusión que las arbóreas, tiende a ocupar el espacio el matorral heliófilo, sobre todo si los incendios son reiterados y éste brota de cepa, aunque en algunos casos los regenerados naturales de arbóreas son muy densos y regulares. Estos regenerados pueden perpetuarse cuando el siguiente incendio afecta a la masa en edad capaz de producir semillas.

El efecto del fuego sobre el **suelo**, que luego se trasladará a la vegetación favoreciendo a las especies frugales además de heliófilas, es de signo e intensidad muy variable con las características iniciales del perfil. Dos casos extremos se podrían describir para avalar esta afirmación.

Un primer caso se refiere a un perfil maduro, profundo y evolucionado, de pendiente escasa, de textura equilibrada que le asegura buena permeabilidad y capacidad de retención de agua, formado sobre roca silíceo bajo clima húmedo y frío, lo que conduce a un pH extremadamente ácido y con alto contenido en materia orgánica, que sostiene una masa de gran espesura cuyos abundantes despojos orgánicos encuentran dificultades en este ambiente para humificarse y mineralizarse. En este caso, un incendio forestal, siempre que no sea reiterado, produce efectos favorables en la química del suelo y no produce efectos desfavorables en la física del mismo.

Un segundo caso se refiere a un perfil de escasa profundidad, inmaduro y poco evolucionado, de pendiente fuerte, de textura arcillosa que le resta permeabilidad, formado sobre calizas y poco descarbonatado bajo clima mediterráneo, con pH moderadamente básico y escasa humificación, que sostiene una masa arbórea de escasa espesura con sotobosque denso de matorral. En este caso, un incendio forestal provoca cambios muy negativos en las propiedades edáficas, contribuyendo a la degradación del suelo y dificultando la regeneración natural posterior por la vegetación.

Vistos estos casos extremos, se enumeran los efectos que genéricamente se producen en un perfil siempre que es afectado por el incendio. El signo de dichos efectos, como se ha explicado, puede ser diferente según las propiedades edáficas iniciales:

- aumento de la erosión hídrica. Tiende a aparecer la escorrentía por desaparición de la vegetación, mayor cuanto mayor pendiente exista. A este efecto contribuye el descrito a continuación.

-pérdida de permeabilidad por destrucción de la estructura. Esta destrucción de la estructura del horizonte superficial está causada por la rápida mineralización de la materia orgánica y por la dispersión de los coloides. Se refuerza la pérdida de permeabilidad en algunos casos por la formación de una capa hidrófoba, causada por la condensación en profundidad intermedia de sustancias orgánicas que emigran con las altas temperaturas desde la materia orgánica fresca y el humus del horizonte superficial. Este último proceso es ilustrado en la figura IV.17.

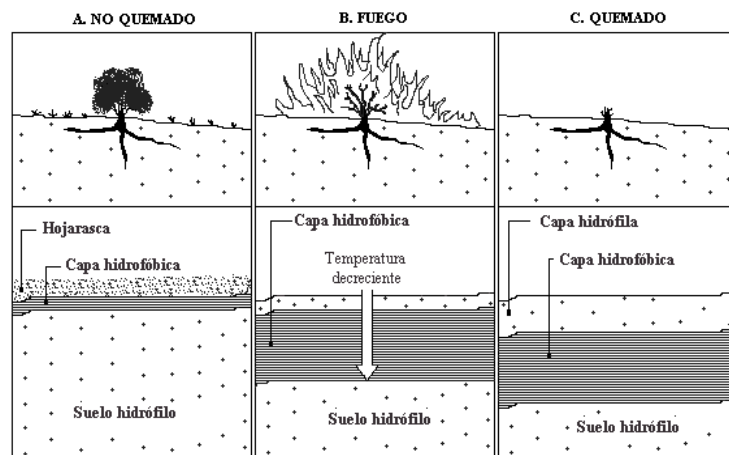


FIGURA IV.17.- Suelo hidrofóbico antes, durante y después de un incendio: A) antes del incendio las sustancias hidrofóbicas se encuentran en la materia orgánica fresca; B) el incendio quema la vegetación y la materia orgánica fresca causando que las sustancias hidrofóbicas descendan hasta su condensación en nivel de menor temperatura; C) después del incendio, las sustancias hidrofóbicas se localizan paralelamente a la superficie. Según DeBano *et al.*, 1967, en SPURR y BARNES (1982).

- elevación del pH, como consecuencia del aporte de cenizas, reforzado en caso de suelos calizos, como se verá.

- movilización brusca de gran cantidad de nutrientes. Esta movilización resulta de la oxidación del humus, la materia orgánica fresca y los órganos vegetales. Se produce una gran exportación de nitrógeno (y carbono) hacia la atmósfera y la incorporación al suelo, en forma de sales solubles, de fósforo y potasio. Este efecto es una fertilización fugaz que pone gran cantidad de nutrientes a disposición de la nueva vegetación. En la medida en que existan capacidad de cambio en el perfil y rápida regeneración de la vegetación, el efecto no es excesivamente perjudicial, en caso contrario, se produce una degradación de la fertilidad y posible eutrofización de las aguas de la cuenca.

- destrucción de microorganismos edáficos (bacterias, actinomicetos, hongos, ...), que según la intensidad del fuego, se recuperan con facilidad en plazo variable. En algunos casos, climas fríos y húmedos y pH ácido, el calentamiento posterior del perfil al desaparecer la vegetación y la fugaz basificación por las cenizas, mejoran las condiciones de vida de estos organismos.

- en suelos calizos, es especialmente nocivo el efecto de la posible transformación del carbonato cálcico (CaCO_3) en óxido de cal (CaO), lo que provoca una intensa basificación que perjudicará la asimilación posterior del potasio y del hierro y provocará la retrogradación del fósforo.

Todos los efectos enumerados del incendio sobre el suelo se ven reforzados por la reiteración en cortos plazos, sobre el mismo lugar, del fuego, de manera que los posibles efectos positivos en algunos casos, tienden a convertirse en negativos.

IV.6.1.- Análisis para la prevención de incendios.

El análisis completo de la problemática de los incendios forestales en una comarca concreta, modo adecuado de realizar dicho análisis, se formula atendiendo, ordenadamente, a los siguientes grupos de factores:

- Factores relacionados con las causas del incendio o de iniciación.

La primera consecuencia de este grupo de factores es que el número total de incendios, en la comarca por unidad de tiempo, sea mayor o menor. Producido el incendio, según el tipo de causa, la peligrosidad, traducida en la dificultad de extinción, será diferente.

Las causas, ya se ha apuntado, se dividen en rayo y acción humana. Las causas de la acción humana se pueden agrupar en: negligencias; intencionalidad con interés de obtener algún beneficio directo o indirecto; e intencionalidad dolosa sin ánimo de lucro. Estudios comarcales han llegado a tipificar más de cien causas de acción humana diferentes, por lo que no es correcto simplificar.

El estudio, la prevención y la represión de los factores relacionados con el origen del incendio, aún formando parte de la gestión forestal, no es competencia de la selvicultura, sino de la sociología y la legislación.

La vigilancia continua de las masas forestales, la educación cívica y la publicidad son las herramientas de la prevención de incendios relacionada con este grupo de factores.

- Factores relacionados con la propagación del fuego.

Una vez que el incendio se ha iniciado, interesa analizar las causas de que su extensión sea grande o pequeña.

En esta cuestión inciden simultáneamente: **a)** la capacidad de los medios de extinción y el plazo para iniciarla; y **b)** las condiciones de propagación que influyen en la velocidad del avance del frente de fuego y, consecuentemente, en las dificultades y riesgos para la extinción.

Este segundo grupo de factores es el más estrechamente relacionado con la selvicultura y al que se presta mayor atención a continuación.

Los factores que inciden en la velocidad de propagación del incendio son, por orden de importancia, los siguientes:

* **Climáticos.** Dentro de este grupo son los más trascendentes:

- la humedad relativa del aire, que condiciona el *contenido de humedad del combustible o materia vegetal*, tanto si está muerta (seca) como si está viva (verde), lo que favorece la combustión o la dificulta por aplicar la energía inicial al cambio de estado del agua. A su vez, este contenido en humedad de los tejidos vegetales está condicionado por la sequía y la capacidad de retención de agua del suelo.

- viento, que aporta oxígeno a la combustión en mayor medida cuanto mayor sea su velocidad y que facilita el avance de la llamas desecando zonas próximas al frente de fuego por convección.

- y la temperatura del aire, que si es alta, disminuye la humedad relativa a igualdad de humedad absoluta en la atmósfera y reduce el diferencial térmico necesario para que se inicie la combustión lo que favorece la inflamabilidad, facilitando la transmisión del calor por radiación.

La trascendencia de estos factores hace que la época de peligro de incendio en los montes españoles, en general, se concentre en verano, y en la Cornisa Cantábrica, además, cuando sopla el viento del sur.

Actuación preventiva en este sentido es la evaluación del riesgo climático de incendios con índices que en su cálculo integran estos factores, junto con el tiempo transcurrido desde la última precipitación.

* **Fisiográficos.** En este grupo influyen:

- la pendiente, que favorece el ascenso de las llamas por la ladera.
- y la complicada geomorfología, que fragmenta los frentes de fuego en diferentes sentidos de avance y complica las tareas de extinción.

La prevención en relación con estos factores, que no pueden ser modificados, se realiza a través de la red de pistas forestales.

* **Vegetación.** En relación con la forma y composición de la vegetación forestal los factores más importantes que confieren a las masas mayor o menor combustibilidad, son:

- tamaño de los posibles combustibles, produciéndose mayor velocidad de avance cuanto más finos sean éstos.
- continuidad vertical y horizontal de los combustibles finos en el espacio, que favorecen, la primera el incendio de copas y la segunda las dificultades de extinción.
- la inflamabilidad de las especies presentes, o facilidad para entrar en combustión.
- la abundancia o cantidad de vegetación presente, que si es alta dará una progresión más lenta a igualdad del resto de los factores, pero con mayor dificultad de extinción al alcanzarse mayores temperaturas del aire.

En relación con la descripción de los tipos de vegetación desde este punto de vista se ha extendido la clave de modelos de combustible, con aplicación prácticamente universal, y que con base en el tamaño, disposición, calidad y cantidad de la vegetación, permite valorar la peligrosidad, velocidad de avance y tipo de incendio. Dicha clave se resume en el cuadro IV.4, tomado de VELEZ (1990).

CUADRO IV.4.- Clave de modelos de combustible sobre el que progresa el incendio forestal, según Rothermel, 1983.

Grupo	Modelo	Descripción
Pastos	1	Pasto fino, seco y bajo, que cubre completamente el suelo. Pueden aparecer algunas plantas leñosas dispersas ocupando menos de 1/3 de la superficie. Cantidad de combustible (materia seca): 1-2 t/ha.
	2	Pasto fino, seco y bajo, que recubre completamente el suelo. Las plantas leñosas dispersas cubren de 1/3 a 2/3 de la superficie, pero la propagación del fuego se realiza por el pasto. Cantidad de combustible (m.s.): 5-10 t/ha.
	3	Pasto grueso, seco, denso y alto (> 1 m). Es el modelo típico de las sabanas y de zonas húmedas de clima templado-cálido. Los campos de cereales son semejantes a este modelo. Puede haber algunas plantas leñosas dispersas. Cantidad de combustible (m.s.): 4-6 t/ha.
Matorral	4	Matorral o plantación joven muy densa; >2 m de altura; con ramas muertas en su interior. Propagación del fuego por las copas. Cantidad de combustible (m.s.): 25-35 t/ha.
	5	Matorral denso y verde, < 1 m de altura. Propagación del fuego por la hojarasca y el pasto. Cantidad de combustible (m.s.): 5-8 t/ha.
	6	Parecido al modelo 5, pero con especies más inflamables o con restos de corta. Propagación del fuego con vientos moderados a fuertes. Cantidad de combustible (m.s.): 10-15 t/ha.
	7	Matorral de especies muy inflamables; de 0,5 a 2 m de altura, situado como sotobosque en masas de coníferas. Cantidad de combustible (m.s.): 10-15 t/ha.
Hojarasca bajo arbolado	8	Bosque denso sin matorral. Propagación del fuego por hojarasca muy compacta. El bosque denso de pino silvestre o de haya son ejemplos. Cantidad de combustible (m.s.): 10-12 t/ha.
	9	Parecido al modelo 8 pero con hojarasca menos compacta formada por acículas largas y rígidas o follaje de frondosas de hojas grandes. Son ejemplo las masas de rodeno, castaño o rebollo. Cantidad de combustible (m.s.): 7-9 t/ha.
	10	Bosque con gran cantidad de leña y árboles caídos, como consecuencia de vendavales, plagas, etc. Cantidad de combustible (m.s.): 30-35 t/ha.
Restos de corta y de otras operaciones selvícolas	11	Bosque claro o fuertemente aclarado. Restos de poda o aclareo dispersos, con plantas herbáceas rebrotando. Cantidad de combustible (m.s.): 25-30 t/ha.
	12	Predominio de los restos sobre el arbolado. Restos de poda o aclareo dispersos, con plantas herbáceas rebrotando. Cantidad de combustible (m.s.): 50-80 t/ha.
	13	Grandes acumulaciones de restos gruesos y pesados, cubriendo todo el suelo. Cantidad de combustible (m.s.): 100-150 t/ha.

La relación entre modelos de combustible y velocidad de propagación del fuego y altura de llamas, queda ilustrada en la figura IV.18, tomada de VELEZ (1990).

EFFECTO DE LOS COMBUSTIBLES EN LA VELOC. PROPAG. y LONG. DE LLAMAS

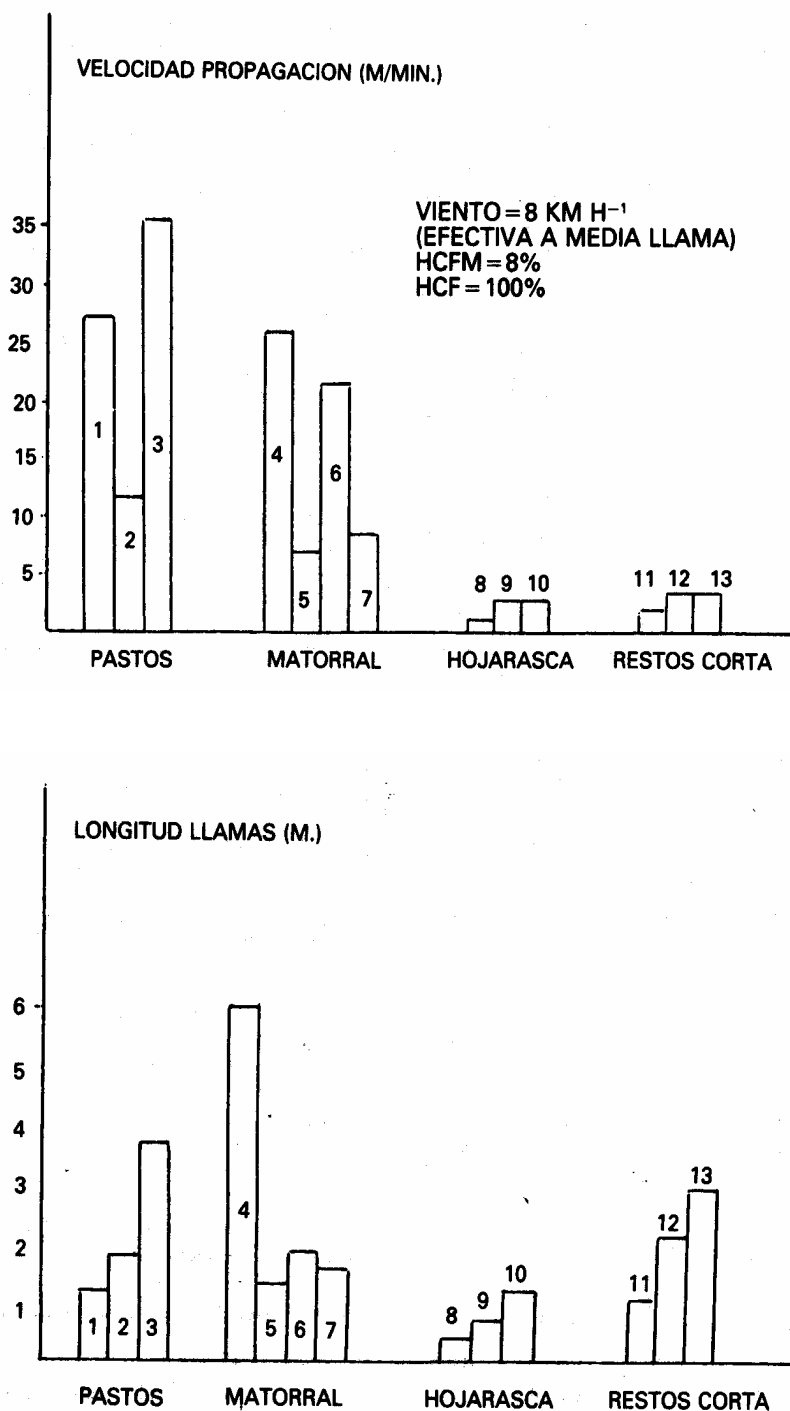


FIGURA IV.18.- Velocidad de propagación del frente de fuego y altura de llamas según modelos de combustible, según Vega, 1985. HCFM = Humedad del combustible forestal muerto; HCF = Humedad del combustible forestal vivo. Nótese que una velocidad de 35 m/min equivale a 2 Km/hora.

La inflamabilidad de las especies se comprueba en ensayos de laboratorio. La temperatura del aire para que se inicie la combustión espontánea por radiación de los tejidos vegetales oscila, en términos genéricos, entre 300 °C y 400 °C. Esta posible variación confiere a las diferentes especies una inflamabilidad diferente. A título de ejemplo de los resultados obtenidos en algunas pruebas realizadas por ELVIRA y HERNANDO (1989) en el INIA (España), y en el INRA (Francia), tomado de VELEZ (1990a), se inserta el Cuadro IV.5.

CUADRO IV.5.- Inflamabilidad de algunas especies forestales.

INIA (Elvira y Hernando, 1989)	INRA (tomado de Vélez, 1990 a)
<p>Especies muy inflamables todo el año: <i>Calluna vulgaris</i> <i>Erica arborea</i> <i>Erica australis</i> <i>Erica scoparia</i> <i>Eucalyptus sp.</i> <i>Genista falcata</i> <i>Genista hirsuta</i> <i>Phillyrea angustifolia</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Thymus granatensis</i> <i>Thymus vulgaris</i></p>	<p>Fuerte: <i>Erica scoparia</i> <i>Erica arborea</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Quercus suber</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Thymus</i> <i>Ulex</i></p>
<p>Especies muy inflamables durante el verano: <i>Anthyllis cytisoides</i> <i>Brachypodium ramosum</i> <i>Cistus ladaniferus</i> <i>Lavandula latifolia, Lavandula stoechas</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Pinus pinaster, Pinus radiata</i> <i>Quercus suber</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Thymus zigys</i> <i>Ulex parviflorus</i></p>	<p>Bastante fuerte: <i>Quercus pubescens</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Buxus sempervirens</i> <i>Juniperus phoenicea</i> <i>Cupressus sempervirens</i></p>
<p>Especies moderadamente inflamables: <i>Arbutus unedo</i> <i>Cistus albidus</i> <i>Cistus crispus</i> <i>Cistus laurifolius</i> <i>Cistus salvifolius</i> <i>Cistus scoparius</i> <i>Cytisus striatus</i> <i>Erica multiflora</i> <i>Genistella tridentata</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Ononis tridentata</i> <i>Osyris alba</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Rhamnus lycioides</i> <i>Rubus ulmifolius</i></p>	<p>Moderada: <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Cytisus triflora</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Cupressus arizonica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Viburnum tinus</i></p>
<p>Especies poco inflamables:</p>	<p>Baja:</p>

<i>Buxus sempervirens</i> <i>Cytisus multiflorus</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Halimium commutatum</i> <i>Olea europaea</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Rubia peregrina</i>	<i>Cedrus sp.</i> <i>Arbutus unedo</i>
---	---

Se puede comprobar que, de forma muy genérica, la inflamabilidad de las especies forestales tiende a corresponderse con la xerofilia. Otros factores son la presencia de aceites esenciales (aumento) y la de sales (disminución).

- *Factores relativos a la intensidad del daño.*

Una vez producido el incendio en una superficie concreta, existen una serie de factores que sirven para valorar el daño que el incendio ha realizado, tanto sobre la masa, como sobre el suelo. Sobre la masa, se valora el daño con la previsión de la dificultad de su regeneración. Sobre el suelo, se valora con lo estudiado anteriormente. Los factores a considerar son:

* **Tipo de formación.** Siempre es mayor el daño sobre las formaciones arbóreas, pues son las que más dificultad y plazo tienen para regenerarse, sea natural o artificialmente.

* **Tipo de suelo.** Ya se ha visto que el daño del incendio sobre suelos calizos, poco evolucionados y en pendiente es muy grave. A igualdad de tipo de formación afectada, los suelos de este tipo refuerzan el daño.

* **Tipo de clima.** A igualdad de formación vegetal y tipo de suelo afectados, el daño será mayor bajo climas con marcada sequía (se dificulta la regeneración de la vegetación) y con precipitaciones torrenciales (favorecen la erosión del suelo).

* **Tipo o cantidad de combustible.** A igualdad de los factores anteriores, en lugares donde ha ardido mucha cantidad de combustible, las temperaturas del aire y del suelo durante el incendio habrán sido mayores, y por tanto el daño causado. A igualdad de cantidad de combustible, influye su capacidad calorífica.

El estudio de los factores de propagación y de intensidad del daño ayuda a definir y planificar los tratamientos selvícolas preventivos de incendios que serán estudiados más adelante.

El estudio de la composición específica y del tipo de suelo y clima orienta sobre el tratamiento posterior al incendio, aspecto que también será tratado más adelante.

Finalmente, en función de las características de los factores de propagación e intensidad del daño, se producirá mayor o menor dificultad y riesgo de extinción, aspectos a considerar para fijar las prioridades de extinción y el esfuerzo personal, económico y social a aplicar.

IV.- Bibliografía.

- BAREA, J.M.; HONRUBIA, M.- 1993. Micorrizas y revegetación. *Ecosistemas*. nº 4. Madrid.
- BAULE, H.; FRICKER, L. - 1969. *La fertilization des arbres forestieres*. B.L.V. München.
- BOULLARD, B. - 1978. Un problema de ecología forestal: las micorrizas. in *Ecología forestal* (PESSON, P. ed.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- BROWN, A.A.; DAVIES, K.P. - 1973. *Forest fire: control and use*. 2nd ed. Mc Graw-Hill. New York.
- DANIEL, T.W. et al. - 1982. *Principios de silvicultura*. Mc Graw-Hill. México.
- DAJOZ, R. - 1974. *Tratado de Ecología*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- ELVIRA, L.M y HERNANDO, C.- 1989. *Inflamabilidad y Energía de las especies de sotobosque*. INIA. Madrid.
- GANDULLO, J.M. - 1985. *Ecología Vegetal*. Fundación Conde Valle de Salazar. ETSIM. Madrid.
- HAROLD, W.; HOCKER, J.R. - 1984. *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor. México.
- JACQUIOT, C. - 1970. *La forêt*. Mon. nº 5. Masson et cie. Paris.
- KIMMINS, J.P. - 1987. *Forest Ecology*. Macmillan Publishing Co. New York.
- RAMOS, J.L. - 1979. *Silvicultura*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- RIVAS GODAY, S. - 1960. *Prontuario de ecología vegetal*. Publicaciones de la Revista Enseñanza Media, nº 183. dirección General de Enseñanza Media. Madrid.
- SIMMONS, I.G. - 1982. *Biogeografía natural y cultural*. Ed. Omega. Barcelona.
- SPURR, S.H.; BARNES, B.W. - 1982. *Ecología Forestal*. AGT Editor. México.
- VÉLEZ, R (Ed.)- 1999. Protection contre les incendies de forêt: principes et méthodes d'action. *Options méditerranéennes*. Serie B, número 26. CIHEAM. Zaragoza.
- VELEZ, R. - 1990. Silvicultura preventiva de incendios forestales. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1, 1990. ICONA. Madrid.

CAPÍTULO V.- CARACTERES CULTURALES

V.1.- INTRODUCCIÓN

V.2.- CALIDAD DE ESTACIÓN

V.3.- CARACTERES CULTURALES: CONCEPTO Y ENUMERACIÓN

V.4.- HABITACIÓN

V.5.- ESTACIÓN

V.6.- TEMPERAMENTO

V.7.- PORTE Y ENRAIZAMIENTO

V.8.- CRECIMIENTO

V.9.- LONGEVIDAD

V.10.- REPRODUCCIÓN

CAPÍTULO V.- CARACTERES CULTURALES.

V.1.- **Introducción.**

En el capítulo precedente se han estudiado, de forma independiente, las influencias de los factores ecológicos sobre la vegetación. Esta independencia se deriva de la necesidad de establecer un orden descriptivo, y se mantiene no sólo para textos didácticos, sino también en estudios ecológicos o selvícolas. Pero en la realidad, la vegetación responde o reacciona frente al conjunto de factores ecológicos integrados que sobre ella inciden de una manera solidaria.

Es decir, circunstancias especialmente favorables a la vida de una determinada vegetación correspondientes a un determinado factor, pueden posibilitar la respuesta conjunta positiva de la masa, aunque en otro factor se haya sobrepasado el supuesto límite de tolerancia. Por el contrario, la acumulación de valores supuestamente admisibles de forma individual, pero cercanos al límite, de varios factores puede imposibilitar la vida de dicha vegetación o su buen estado vegetativo.

El conjunto de los factores ecológicos abióticos que inciden en un lugar concreto, se conoce como estación. El segundo epígrafe de este capítulo se dedicará al estudio de la calidad de estación.

Por otra parte, es conveniente estudiar la influencia de la vegetación, especialmente la arbórea, sobre los valores alcanzados por los factores ecológicos, especialmente los climáticos y edáficos, en sus proximidades. Consecuencia de esta influencia es la creación por el bosque de un microclima o ambiente forestal, cuyo detallado estudio no es posible en esta ocasión, pero que se puede resumir en los siguientes puntos:

- 1.- Aumento del contenido de vapor de agua en la atmósfera próxima, lo que reduce el déficit hídrico al disminuir la evaporación de agua desde el suelo.
- 2.- Reducción de la velocidad del viento, con efecto favorable por la disminución de daños mecánicos a la vegetación y menor evaporación de agua.
- 3.- Reducción de las oscilaciones térmicas, tanto en el suelo como en el aire cercano, lo que provoca una mejor defensa en el regenerado y una mejora en la actividad de los microorganismos edáficos.
- 4.- Influencia en las condiciones de almacenamiento y fusión del manto de nieve, aspecto ya estudiado.
- 5.- Aumento del contenido de O₂ y reducción del contenido de CO₂ en la atmósfera.
- 6.- Especial distribución, cuantitativa y cualitativa, de las radiaciones en sentido vertical desde las copas hasta el suelo, favoreciendo la presencia de especies esciófilas o esciadófilas.

7.- Reducción de la humedad edáfica de una forma homogénea en todo el perfil por causa de los sistemas radicales profundos y la reducción de la evaporación superficial, al contrario que las formaciones de poca talla, lo que favorece los procesos edáficos.

8.- Mejora continua de la profundidad, permeabilidad y capacidad de retención de agua del suelo, lo que posibilita el acceso de especies cada vez más exigentes en agua o en nutrientes.

9.- Anulación de la escorrentía y por tanto de la erosión hídrica, por el aumento de la infiltración y la rugosidad superficial, lo que favorece la evolución edáfica.

10.- La masa forestal es alimento y refugio de las biocenosis animales, siendo el número de nichos mayor cuanto más diversa y compleja sea la vegetación.

Las condiciones del citado microclima o ambiente forestal tienden a favorecer las condiciones de existencia de la vegetación que las ha producido, constituyendo el proceso autoinducido de la sucesión vegetal. La aplicación de tratamientos selvícolas debe tener en cuenta estas cuestiones, tanto para su posible limitación, como para aprovecharlas en sentido de mejorar las masas y las estaciones degradadas.

V.2.- Calidad de estación.

En la terminología forestal o selvícola, el término *estación* puede expresar dos conceptos diferentes pero muy relacionados, a los que ya nos hemos referido:

- efecto de la acción conjunta de los factores ecológicos abióticos en un territorio concreto.
- territorio en el que no cambian de una forma importante los factores ecológicos abióticos.

Los factores a los que se refieren las definiciones son los climáticos, edáficos y fisiográficos. La constancia de estos factores, junto a las características de la masa, sirvió para definir el concepto de rodal. En francés, el término estación se traduce por *station*, y en inglés por *site*, por lo que en traducciones desde este último idioma realizadas en Hispanoamérica se emplean los equívocos términos de *sitio* o *localización*.

Por *calidad de estación* (en inglés *index site*), se entiende la capacidad productiva de un lugar frente a una determinada especie forestal. Es importante en Selvicultura evaluar la calidad de estación a efectos de:

- comparar diferentes estaciones entre si.
- comprobar posibles limitaciones en el crecimiento o la producción de la masa.
- imponer limitaciones a los tratamientos (selvicultura extensiva o intensiva) y poder comparar los resultados de los mismos en diferentes estaciones.
- poder evaluar la evolución con el tiempo de la calidad de estación en un mismo lugar.

Para realizar una cuantificación de la calidad de la estación se pueden seguir dos caminos o métodos:

- a través de la evaluación de los factores ecológicos, lo que tiene la posible ventaja de emplear datos de fácil acceso y de no necesitar que exista una masa presente, y el inconveniente de que al ser imposible conocer todos los factores y su incidencia conjunta, la evaluación tiende a resultar parcial
- a través del estudio de la propia vegetación presente en la estación, la cual expresa de forma global la incidencia de los factores ecológicos, pero que tiene el inconveniente de la imposibilidad de aplicación cuando no existe una masa o se presenta muy alterada.

V.2.1.- La calidad de la estación a través de los factores ecológicos abióticos.

Este método se basa en identificar parámetros que expresen la variación de factores ecológicos abióticos que resulten trascendentes o limitantes para el crecimiento de la vegetación. Uno o varios parámetros pueden ser combinados en forma de índices, que posteriormente se relacionan con la capacidad productiva o el crecimiento de las masas forestales.

A título de ejemplo y para mejor comprensión, se propone el siguiente razonamiento. Podemos identificar bajo clima mediterráneo como factor limitante el hecho de la sequía. La forma de evaluar la calidad de la estación a través de este factor puede complicarse, y por tanto mejorar su capacidad predictiva, según la siguiente secuencia: indicar el número de meses en que la precipitación media mensual es menor que una cantidad; incorporar al diagnóstico datos térmicos que evalúen la evaporación, por ejemplo con el sencillo criterio de Gaussen; realizar estimaciones de evapotranspiración real a partir de la potencial con fórmulas más o menos complejas y calcular la sequía a través de una ficha hídrica; incorporar en el cálculo una hipotética capacidad de retención de agua en el suelo, para poder tener en cuenta la transferencia de periodos húmedos a secos; incluir en el caso anterior datos reales tomados del perfil de la estación en estudio;...

Como se ve en el ejemplo, se parte de una información elemental y poco precisa, precipitación, y se acaba teniendo en cuenta muchos más factores, precipitación, temperaturas, profundidad del suelo, textura, estructura, ...

En Ecología se estudian índices orientados a la evaluación de la calidad de la estación en grandes regiones que emplean básicamente datos meteorológicos, como el de Rosenweigz, que se relaciona con la productividad primaria neta de la vegetación expresada en gramos de materia seca vegetal por unidad de superficie y tiempo.

Otro índice de estimación de calidad de estación con base climática es el debido a Paterson, que se relaciona con el potencial crecimiento de las masas forestales expresado en $m^3/ha/año$. La aplicación de este índice, con modificaciones que incluyen estimación de la calidad del suelo a través de la litología, a la descripción de las calidades de estación forestal en la España Peninsular se puede encontrar en GANDULLO y SERRADA (1977).

Con base en el conocimiento de 32 parámetros edafoclimáticos, más recientemente, GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES (1994) han formulado ecuaciones de pronóstico de la calidad de las masas existentes o futuras de las especies de pinos en España, empleando una metodología de correlación multifactorial.

V.2.2. La calidad de estación a través de la vegetación.

Como se ha apuntado, los métodos de evaluación de la calidad de estación a través del estudio de la vegetación presente en un lugar, están basados en que dicha vegetación es consecuencia de la acción continuada de los factores ecológicos, de forma que su estado expresa de forma global dicha acción. Pero también la vegetación puede sufrir acciones antrópicas que modifiquen su forma o estado y deformen la estimación de la calidad de estación.

Los métodos de este tipo se pueden clasificar en dos grandes grupos: métodos basados en el estudio de la vegetación accesoria o especies indicadoras; y métodos basados en el estudio de la masa principal.

V.2.2.1.- La calidad de estación a través de especies indicadoras.

Las especies indicadoras son especies estenoicas respecto del factor ecológico que indican. Por tanto, estos métodos de evaluación de la calidad de estación está basados en identificar, para una comarca no muy extensa y en la que la mayor parte de los factores ecológicos permanecen constantes, el factor más limitante de la producción forestal. Una vez identificado, se establece una relación de sus valores con la presencia-ausencia de determinadas especies, procediéndose por la identificación de esta presencia-ausencia a tipificar ordenadamente las estaciones forestales. Este método es muy usado en países en que la sequía no es factor limitante de calidad, mientras si lo son las propiedades edáficas.

El ejemplo clásico es el sistema de Cajander (1926) para definir tipos de bosque (calidad de estación) para pino silvestre en Finlandia. Tomamos de SPURR (1982) la descripción de dichos tipos, ordenados de peor a mejor: tipo Cladina, correspondiente a masas con presencia en el sotobosque de líquenes de la especie *Cladina alpestris*, indicadora de suelos arenosos de baja capacidad de retención de agua; tipo Calluna, donde la especie dominante del sotobosque es *Calluna vulgaris*; tipo Vaccinium, suelos con mayor capacidad de retención de agua caracterizados por la presencia de *Vaccinium vitis-idaea*; tipo Myrtillus, con los mejores suelos, indicados por la presencia de *Vaccinium myrtillus*.

La aplicación en España de estas metodologías tiene serias dificultades por los siguientes motivos: los factores ecológicos limitantes de la producción forestal en nuestro país son normalmente varios a la vez; las variaciones de estos factores se producen con rapidez en cortos espacios; la acción del pastoreo, intensa y constante, hace poco patente la presencia de especies estenoicas, que son las afectadas con preferencia por el pastoreo.

Con las dificultades apuntadas, uno de los primeros trabajos de definición de calidades de estación a través de especies indicadoras en España, con aplicación a las masas de pinar, se ha realizado por GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES (1994), del que se transcriben las conclusiones:

1ª.- En general, indica buena calidad de los pinares la presencia de helechos, fagáceas, rosáceas y leguminosas no espinosas.

2ª.- Por el contrario, normalmente, la presencia en el sotobosque de cistáceas, ericáceas, labiadas y leguminosas espinosas indican que el pinar tiene una calidad inferior a la media general."

Se puede comprobar que estas conclusiones son muy generalistas, siendo así que esta condición no se deriva del método empleado sino de la escasa capacidad predictiva de la calidad estacional por parte de la vegetación acompañante en los pinares y, por tanto, no permiten una clasificación precisa de la calidad de los rodales para una gestión detallada.

Se ha empleado para el mencionado trabajo un método de análisis multivariante, comprobando que tienen mejor capacidad predictiva de la calidad de estación los parámetros valoradores de los factores ecológicos, que la presencia-ausencia de las especies indicadoras.

V.2.2.2.- La calidad de estación a través de la masa principal.

Los parámetros inmediatos que expresan la forma y desarrollo de las especies o masas arbóreas son el volumen, el diámetro y la altura.

Los dos primeros, como se ha visto, están muy influidos por el grado de espesura, es decir, por el tratamiento. Resulta, por tanto, que el mejor indicador de la calidad de estación, al ser más independiente del tratamiento, es la altura de la masa, y especialmente la altura dominante, que al contrario que la altura media, no es modificada por cortas de mejora o intermedias.

Está muy extendido el empleo, siempre que existan masas regulares, de la relación entre la altura dominante y la edad como indicador de la calidad de la estación.

Esta relación se expresa para cada lugar y para cada especie a través de una función, normalmente una curva de tipo logística o sigmoide.

Conocido el comportamiento de este crecimiento en una amplia región, se pueden establecer familias de curvas que delimitan las diferentes clases de calidad, tanto en forma de función, como de tabla o de gráficas.

Ejemplo de este último procedimiento se representa en la figura V.1, tomada de SPURR (1982), que en ordenadas hace figurar la altura dominante en pies, en abscisas la edad de la masa en años, e identifica las diferentes calidades por la altura dominante alcanzada a los 100 años de edad.

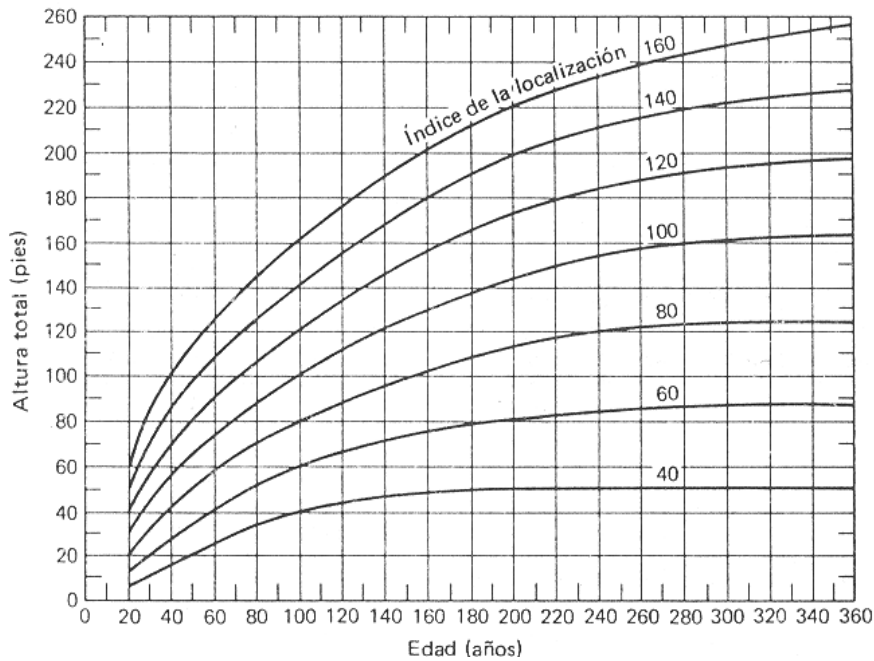


FIGURA V.1.- Curvas de calidad de estación para *Pinus taeda* en zonas costeras y de pie de monte del sudeste de Estados Unidos. Según USDA, 1929.

En España están definidas las curvas de calidad para las especies forestales importantes, de forma general para todo el territorio, según diversos autores. En trabajos de mayor detalle, tablas de producción, inventarios provinciales, se desarrollan otros criterios de calidad con aplicación más local.

Es más habitual en España nombrar las calidades de estación, en estas metodologías, con números romanos (la I es la mejor), que con la altura dominante alcanzada a una determinada edad (el valor más alto es la mejor calidad) como se hace en lengua inglesa.

Terminamos este epígrafe dedicado a la calidad de estación presentando el cuadro V.1, que resume para las especies autóctonas de pinos en España, excepto *Pinus uncinata*, las alturas dominantes o las alturas medias alcanzadas según especies a la edad de 50 años, en diferentes calidades de estación. Existen multitud de descripciones de calidad de estación para España, no sólo por especies sino también por comarcas.

La información básica está tomada de GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES (1994), quienes a su vez la toman de diversos autores.

Sirva dicho cuadro para comparar la morfología de las especies que figuran en el mismo y de introducción a la descripción de su porte, a desarrollar en epígrafes siguientes.

CUADRO V.1.- Altura dominante (pinos canario y rodeno en las dos subespecies) y altura media (restantes especies) a los 50 años, en metros, en diferentes calidades de estación, de las especies de pinos autóctonas en España. Elaborado con datos tomados en GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES (1994).

ESPECIES	Clases de calidad				
	I	II	III	IV	V
<i>Pinus canariensis</i>	21,1	16,7	12,5	8,3	--
<i>Pinus halepensis</i>	15,7	12,0	8,4	4,9	--
<i>Pinus nigra</i>	17,0	14,0	11,0	8,0	5,0
<i>P. pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i>	27,4	23,8	20,2	16,5	13,1
<i>P. pr.</i> subsp. <i>mediterranea</i>	19,2	16,3	13,4	10,5	7,6
<i>Pinus pinea</i>	16,3	12,1	8,3	4,6	--
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	14,0	11,0	8,0	5,0

V.3.- Caracteres culturales: concepto y enumeración.

Se define como *caracteres culturales* o *selvícolas* (GONZALEZ VAZQUEZ, 1938) el conjunto de características de las especies forestales cuyo conocimiento es útil para su silvicultura, bien en la aplicación de tratamientos que aseguren la persistencia y estabilidad de sus masas, bien para su posible introducción por repoblación forestal.

Se trata de un conjunto de características cuyo conocimiento y descripción requiere el auxilio de otras disciplinas, aparte de la propia Silvicultura, como son: Geografía; Anatomía y Fisiología vegetales; Climatología; Edafología; Ecología; Botánica; y Geobotánica.

Las características se refieren al conocimiento de los requerimientos, funcionamiento y estrategia, que son necesarios desde el punto de vista selvícola. La denominación de caracteres culturales y la forma de enunciarlos a modo de lista de contraste, son propias de los textos alemanes de silvicultura.

Su enumeración es la siguiente (GONZALEZ VAZQUEZ, 1938): **habitación; estación; temperamento; porte y enraizamiento; crecimiento; longevidad; y reproducción.**

Responden, respecto de una especie forestal, a las siguientes cuestiones: dónde vive; cuáles son sus límites óptimos y de tolerancia respecto de los factores ecológicos abióticos; cómo se comporta en relación con la competencia y competición; cuál es su forma; cómo se desarrolla; cuánto vive; y cómo se reproduce.

Es evidente la importancia de todas estas cuestiones para poder atender al tratamiento o repoblación de las masas forestales.

V.4.- **Habitación.**

Se designa con el nombre de *habitación* de una especie al área geográfica que ocupa. Se puede describir de una forma bastante inconcreta por las longitudes y latitudes extremas que alcanza la especie, con mayor concreción describiendo los países y regiones que ocupa, y de forma totalmente precisa, mediante su representación cartográfica.

Dentro de la habitación total y actual de una especie cabe distinguir entre: área natural, donde sus masas son naturales; área artificial; y área de asilvestramiento. También es posible enfocar el estudio para describir el área potencial.

En relación con el tamaño de la habitación, las especies forestales se clasifican en: **linneanas**, aquellas cuya habitación es de gran extensión (ejemplo, *Pinus sylvestris*); y **jordanianas**, de habitación reducida (ejemplo, *Abies pinsapo*).

Existe una cierta correlación, aunque no totalmente estricta, entre el carácter de linneana y el de eurioica para las especies vegetales. En otro sentido, también existe la correlación entre especies jordanianas y estenoicas. Las limitaciones a estas correlaciones se encuentran en que algunas especies jordanianas lo son por falta de ecesis a territorios alejados a su zona de origen, por lo que su área potencial o artificial puede resultar muy extensa. Al contrario, algunas especies linneanas pueden ocupar grandes extensiones en las que la variación de los factores ecológicos sea estrecha. Por estos motivos, es de interés estudiar, además del área actual, la potencial.

La consecuencia selvícola más inmediata del conocimiento de la habitación actual de una especie forestal es permitir el diagnóstico de marginalidad geográfica de algunas de sus masas, respecto de la distribución general o de la comarcal. Este diagnóstico no implica necesariamente el de marginalidad estacional, al que luego nos referimos, pero debe indicar un especial cuidado en el tratamiento de las masas así calificadas por un posible riesgo de inestabilidad.

Otra consecuencia a extraer del estudio de la habitación se refiere a una primera aproximación a la selección de especies para la repoblación forestal, si el lugar en estudio se encuentra dentro de la habitación actual de varias especies.

V.5.- **Estación.**

Aparece, como carácter cultural, una tercera acepción para el término estación. El carácter cultural denominado *estación* es la descripción del conjunto de valores límites, del óptimo y de tolerancia, que toman los diferentes factores ecológicos abióticos en relación con la presencia y desarrollo de una especie forestal.

Los factores a estudiar para una completa descripción de la estación de una especie son:

- climáticos: precipitaciones, temperaturas, vientos, humedad atmosférica, horas de sol.

- edáficos: profundidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, fertilidad, reacción, salinidad, caliza activa.

- fisiográficos: altitud, pendiente, exposición.

Todo ello según se ha justificado en el capítulo IV. Se describen los valores medios y extremos que alcanzan estos factores en la habitación de cada especie, pudiéndose auxiliar la descripción con la elaboración de indicadores más o menos complejos. La precisión y la cantidad de información pueden variar con el objetivo del estudio.

El estudio de la estación de una especie nos permite calificarla en función de su comportamiento respecto de los factores ecológicos, por ejemplo, como: xerófila, termófila, frugal, resistente a la impermeabilidad, no calcífuga, halófila, etc...

Hay que hacer hincapié en las relaciones entre los factores y en los procesos estacionales evolutivos, interpretando el conjunto de las situaciones en relación con la respuesta de la especie.

Una de las más completas descripciones estacionales para especies forestales la encontramos en GANDULLO y SANCHEZ PALOMARES (1994), que proponen la cuantificación de los 32 siguientes parámetros ecológicos: altitud (ALT); pendiente (PND); insolación (INS); precipitación de invierno (PI); precipitación de primavera (PP); precipitación de verano (PV); precipitación de otoño (PO); precipitación anual (PT); temperatura media anual (TA); temperatura media del mes más cálido (TMC); temperatura media del mes más frío (TMF); oscilación térmica (OSC); evapotranspiración potencial anual (ETP); suma de superávits (SUP); suma de déficits (DEF); índice hídrico anual (IH); duración de la sequía (DSQ); intensidad de la sequía (ISQ); tierra fina (TF); arena (ARE); limo (LIM); arcilla (ARC); permeabilidad (PER); humedad equivalente (HE); capacidad de retención de agua (CRA); materia orgánica (MO); acidez actual (PHA); carbonatos inactivos (CI); carbonatos activos (CA); evapotranspiración real máxima posible en el conjunto del año (ETRM); sequía fisiológica en el conjunto del año (SF); drenaje calculado (DRJ).

Una consecuencia selvícola inmediata del conocimiento de la estación de una especie es poder realizar un diagnóstico de marginalidad estacional de una masa concreta. Si existe esta marginalidad, la estabilidad de la masa es delicada y su regeneración será difícil, lo que debe orientar los tratamientos.

Otra consecuencia importante son los estudios de homologación estacional entre diferentes especies y una estación concreta a efectos de identificar especies compatibles con la estación a repoblar, como paso previo a la elección definitiva de especie para la repoblación forestal de la misma, cuestiones que serán estudiadas más adelante.

V.6.- Temperamento.

V.6.1.- Concepto de temperamento.

El carácter cultural *temperamento* es de enorme trascendencia selvícola y tiene diferentes definiciones según los autores.

Siguiendo a GONZALEZ VAZQUEZ (1938) y a RAMOS (1986), definimos el temperamento de la siguiente forma: *temperamento o tolerancia de una especie forestal es la descripción del comportamiento del desarrollo de sus individuos jóvenes en relación con la existencia próxima de otros individuos de mayor tamaño de su misma o distinta especie, que modifican las condiciones macroclimáticas de la estación, especialmente las radiaciones, y que introducen un factor de competencia o competición.*

También aceptamos, para las presentes explicaciones, la definición, más breve, que de temperamento propone RUIZ DE LA TORRE (1993): "*temperamento es el carácter de una especie vegetal por el que tolera o exige determinados grados de intensidad de insolación en sus primeras edades*".

Como vemos, el temperamento así definido explica el comportamiento de la especie desde el nacimiento de sus individuos respecto de las coacciones o influencias bióticas, que se manifiestan principalmente por la disponibilidad de luz en primer lugar y por la humedad edáfica en segundo lugar (SPURR, 1982).

Otros autores, LANIER (1986), GONZALEZ ALDAMA (inédito), homologan el concepto de temperamento a la autoecología de las especies forestales, incluyendo su respuesta al efecto de los factores abióticos, además de a los bióticos. Esta postura incluye en el temperamento el carácter cultural estación que se acaba de explicar. Para nuestras explicaciones emplearemos las primeras definiciones en orden a tener un mayor deslinde entre los comportamientos de las especies.

La clasificación de las especies según este carácter, que se trata a continuación, se relaciona muy bien con la espesura de las masas, cualidad de las masas fácil de cuantificar y cuya modificación es la base de la mayor parte de los tratamientos selvícolas.

V.6.2.- Clasificación de las especies según su temperamento.

Los dos extremos de la clasificación de las especies forestales según su temperamento son: especies *de luz*, también llamadas *intolerantes* o de *temperamento robusto*; y especies *de sombra*, también llamadas *tolerantes* o de *temperamento delicado*.

Existe relación entre esta clasificación y la ya explicada en especies heliófilas y especies esciadófilas, aunque hay que aclarar que la calificación como heliófila o esciadófila se aplica a especies de escasa talla, con posibilidad de permanecer bajo cubierta arbórea en estados adultos, mientras que la calificación por temperamento, aplicada a especies arbóreas, refiere el comportamiento en las primeras edades.

Las especies de luz son las que alcanzan su máximo desarrollo (máxima eficiencia fotosintética o balance entre fotosíntesis y respiración) en condiciones de iluminación completa, mientras que relativamente bajas reducciones de ésta le provocan decaimiento.

Al contrario, las especies de sombra son aquellas que encuentran las condiciones más favorables para su desarrollo bajo importantes reducciones de la insolación total, mientras que en condiciones de insolación completa se ven perjudicadas en su fisiología.

La terminología inglesa se refiere a estos términos con expresiones que pueden ayudar a comprender el concepto: para las especies de sombra o tolerantes se emplea *shade bearing* (literalmente traducido por soportadoras de sombra); para las especies de luz o intolerantes se emplea *light demander* (literalmente traducido como exigentes en luz).

Entre estos dos extremos de la clasificación, que como todas las que se aplican a las especies vegetales debe entenderse en términos relativos, se pueden interpolar dos categorías más que se refieren a comportamientos intermedios respecto de los definidos.

Así, queda la clasificación completa de las especies en: especies de **luz**; especies de **media luz**; especies de **media sombra**; y especies de **sombra**.

Al describir esta clasificación GONZALEZ VAZQUEZ (1938) propone los siguientes ejemplos:

- especies de luz: *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Populus sp.*, *Betula celtiberica*.
- especies de media luz: *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Fraxinus sp.*
- especies de media sombra: *Pinus nigra*, *Abies pinsapo*, *Castanea sativa*, *Acer sp.*
- especies de sombra: *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*.

Los autores norteamericanos emplean cinco grados para clasificar el temperamento de las especies forestales. Así, SPURR (1982) establece los siguientes cinco grados, haciendo referencia al rango del porcentaje mínimo de luz solar total necesario para que los individuos jóvenes de cada grupo de especies puedan sobrevivir bajo cubierta: *muy tolerantes*, del 1 al 3%; *tolerantes*, del 3 al 10%; *intermedias*, del 10 al 30%; *intolerantes*, del 30 al 60%; y *muy intolerantes*, superior al 60%.

V.6.3.- Factores que determinan el temperamento de las especies.

Los factores que condicionan el temperamento de las especies forestales son de tipo fisiológico y se identifican por diferencias de tipo anatómico, especialmente en el limbo de las hojas. Desde el punto de vista funcional (SPURR,1982) las plantas que sobreviven en ambiente de alta competencia por la luz y por la humedad deben ser más eficientes en relación con las que decaen o mueren en este ambiente en: mantener una mayor superficie fotosintética en la hoja; tener una fotosíntesis más eficiente por unidad de superficie foliar; mantener grados menores de respiración por unidad de superficie foliar; controlar más eficazmente la pérdida de agua; convertir una gran parte de los productos de la fotosíntesis en crecimiento radicular y foliar; absorber agua con mayor eficacia.

Se ha comprobado (SPURR, 1982) que las hojas de las especies de sombra:

- tienen limbos más delgados;
- son menos lobuladas por lo que tienen mayor superficie fotosintética por unidad de hoja;
- tienen epidermis más finas;
- tienen menos parénquima en empalizada y más parénquima lagunar;
- tienen menos tejidos conductores y de soporte;
- poseen menor densidad de estomas;
- tienen mayor cantidad de clorofila total por unidad de superficie;
- contienen menor cantidad de carotenos por unidad de superficie.

Los tejidos foliares de las especies de luz tienen características opuestas:

- limbos más gruesos;
- mayor lobulación o formas aciculares;
- epidermis gruesas;
- mayor espesor del parénquima en empalizada;
- mayor densidad de nervaduras;
- mayor densidad de estomas;
- menor cantidad de clorofila por unidad de superficie;
- mayor cantidad de carotenos por unidad de superficie.

Esta estructura anatómica de las especies de luz les permite una mayor defensa de los cloroplastos frente a las fuertes radiaciones y una transpiración más activa para regulación térmica (GRACIA *et al.*, 1993). A la vez, al estar más ocultos los cloroplastos por la epidermis y el parénquima en empalizada, la actividad fotosintética requiere mayor iluminación. El proceso contrario se manifiesta en las especies de sombra.

Otras diferencias morfológicas entre especies de luz y sombra, esta vez referidas a la estructura de la copa, son que en especies de sombra las copas son densas, con profusa ramificación y foliación, y disposición horizontal de las hojas, al contrario que en las especies de luz (GIL SÁNCHEZ *et al.*, 1999).

A la mayor densidad de la copa de las especies de sombra también contribuye el hecho de que en éstas, la poda natural es muy tardía y escasa, siendo muy precoz y activa en las especies de luz. Resumiendo, las diferencias morfológicas y funcionales relativas a las hojas se manifiestan:

- como se ha explicado, entre hojas de especies de distinto temperamento.
- dentro de ejemplares de la misma especie, en función de su edad. Son más de "sombra" las hojas de los individuos jóvenes.
- dentro del mismo ejemplar, entre hojas de la parte superior e inferior de la copa. Las hojas del tercio superior de la copa son más de "luz" (GIL SÁNCHEZ *et al.*, 1999).
- también pueden encontrarse diferencias morfológicas, y por tanto funcionales, entre hojas con diferente exposición dentro de la copa de un mismo pie, y situadas a la misma altura (ROZADOS *et al.*, 2000).

V.6.4.- Variaciones del temperamento.

Ya se ha apuntado, al tratar la clasificación de las especies según su temperamento, que este carácter cultural hay que entenderlo en términos relativos. Conocidos los factores que lo determinan, se puede comprender mejor que existen algunos factores que provocan el hecho de la variación relativa del temperamento, dentro de los individuos de la misma especie. Los factores de variación del temperamento se resumen a continuación, según GONZALEZ VAZQUEZ (1938) los tres primeros:

- Duración del período vegetativo.- Al acortarse el período vegetativo dentro de la habitación de una determinada especie, al crecer la latitud, la especie tiende a ser más intolerante. Así, por ejemplo, el pino silvestre que en España se clasifica globalmente como especie de media luz, se convierte en totalmente intolerante en el centro y norte de Europa.

- Intensidad media local de la luz.- A latitud constante, algunas estaciones dentro de la habitación de una especie pueden ver reducida la insolación total, bien por nubosidades muy constantes, caso poco frecuente, bien por exposición a umbría, caso muy frecuente. En esta situación los individuos de la especie tienden a ser más intolerantes. Se puede proponer también en este factor como ejemplo al pino silvestre, que en las umbrías del Sistema Ibérico, tiene un comportamiento más de luz que en las solanas. La reducción artificial de radiación inducida por los tubos protectores en plantas de repoblación, produce estructuras foliares “más de sombra”.

- Condiciones de calidad de la estación.- A igualdad de latitud y exposición, las estaciones de gran calidad dentro de la habitación de una especie permiten a sus individuos un comportamiento más tolerante, al plantearse en estas situaciones la competencia con menor intensidad.

- Edad del arbolado.- Al ganar en edad, los árboles tienden a la intolerancia. El plazo para este tránsito es muy variable, pero al final todos los individuos requieren plena iluminación para completar su desarrollo. Los que pertenecen a especies típicamente tolerantes pueden soportar durante más de 50 años la reducción de la iluminación, manteniendo un crecimiento muy lento, para retomarlo al llegar la puesta en luz, como por ejemplo el haya y el abeto. Las especies de temperamentos intermedios, como la encina o los robles, se benefician en los primeros años de la presencia de la cubierta, pero enseguida (comparando con las anteriores especies, unos 20 años) reclaman total iluminación. Las especies totalmente intolerantes, como el pino carrasco o el rodeno, decaen y mueren en un plazo de uno a dos años si no se ven libres de la sombra.

V.6.5.- Consecuencias selvícolas del temperamento.

Se resumen a continuación algunos puntos, relacionados con el estudio del temperamento de las especies forestales, que pueden tener interés en la interpretación de la situación de una masa, en la previsión de su evolución, o en la adecuación de los tratamientos selvícolas:

1.- Bajo la cubierta de especies de luz la vegetación accesoria tiende a ser muy abundante. Con clima seco se instalan formaciones arbustivas y de matorral y con clima húmedo, además, tapices de especies herbáceas vivaces. Bajo la cubierta cerrada de especies de sombra únicamente proliferan especies extremadamente esciadófilas.

- 2.- La poda natural es más rápida y activa en las especies de luz, incluso en individuos aislados.
- 3.- La intensidad de las cortas de regeneración deberá ser menor en masas de especies de sombra.
- 4.- El crecimiento longitudinal en las primeras edades es mucho más rápido en las especies de luz. Este punto queda ilustrado en la figura V.2, tomada de LANIER (1986).

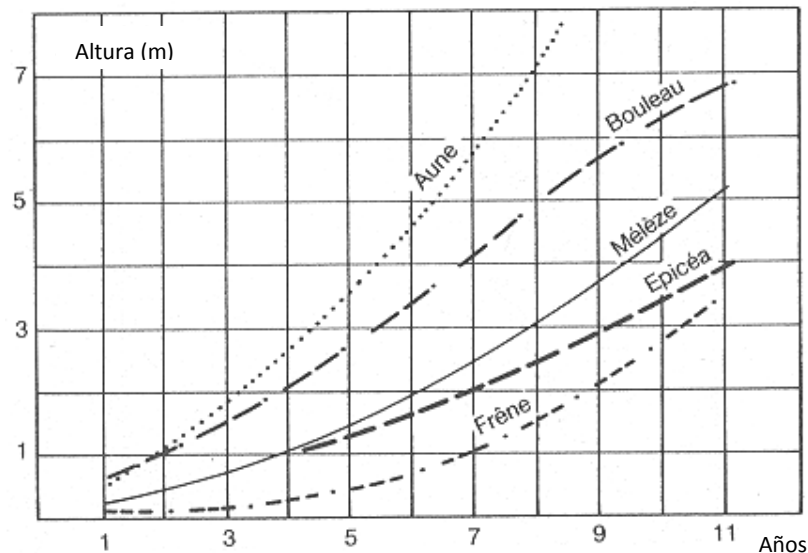


FIGURA V.2.- Altura alcanzada durante los primeros años por varias especies forestales. De mayor a menor intolerancia: aliso, abedul, alerce, abeto rojo (picea) y fresno. Según Leibundgut, 1966.

- 5.- La densidad de las masas naturales tiende a ser mayor en las especies de sombra que en las de luz. Las masas de las especies de luz tienen mayor facilidad para entrar en inestabilidad por exceso de espesura.
- 6.- Tras una corta que reduce sensiblemente la espesura, los ejemplares de especies de sombra, aún cuando sean dominados o comprimidos, responden fácil y rápidamente mejorando su crecimiento diametral y longitudinal, mientras que los pies dominados de especies de luz tardan o no se recuperan.
- 7.- La determinación del temperamento de las especies se puede realizar, aparte de consultando clasificaciones establecidas, y según se ha visto, a través de la observación de: la densidad de la copa; la estructura de los parénquimas foliares y de la densidad de estomas; por la evolución de la poda natural; por el número de órdenes en la ramificación; y por la rapidez del crecimiento longitudinal juvenil.

V.7.- Porte y enraizamiento.

Este carácter cultural es la descripción de la forma del árbol. Se estudian por separado la forma de la parte aérea, porte, y la forma del sistema radical, enraizamiento.

V.7.1.- Porte.

Se denomina porte de una especie forestal a la descripción de la forma que adopta su parte aérea. Cada especie posee un *porte específico* o natural que es el que corresponde a un individuo que vive aislado, en condiciones normales de estación, dentro de su habitación, y sin que haya sido alterado por la acción del hombre u otros elementos (viento, nieve, granizo, rayo, plagas, enfermedades o animales).

Por *porte forestal* se define la forma que adopta un individuo que ha vivido en espesura y en las mismas circunstancias exigidas para el porte específico.

Los elementos de definición del porte son: forma de la copa; y longitud del fuste. Bajo ambos conceptos pueden clasificarse a las especies.

En relación con la *forma de la copa*, las formas más frecuentes son:

- **piramidal** o **cónica**, como los abetos, algunos pinos o el aliso.
- **globosa** u **ovoide**, como el pino piñonero en monte bravo y muchas frondosas.
- **columnar**, **fastigiada** o **fusiforme**, como el chopo lombardo o el ciprés.
- **aparasolada**, como el pino piñonero en fustal o las acacias subtropicales.
- **lobulada** o **irregular**, como el pino carrasco en fustal y muchas frondosas.
- **llorón**, como *Salix babylonica*, algunos cedros y algunas sabinas y enebros y otras cupresáceas en fustal.

Se amplía esta descripción mediante la figura V.3, tomada de RUIZ DE LA TORRE (1971).



FIGURA V.3.- **Porte y ramificación:** 1.- Estructura del árbol: c-copa; r-rama; f-fuste o tronco; a-axila. 2.- Tronco lleno. 3.- Tronco cónico. 4.- Tronco flexuoso. 5.- Ramificación monopódica: t-guía terminal; g-guías laterales. 6.- Ramificación simpódica. 7.- Ramificación verticilada. 8.- Ramificación difusa. 9.- Copa globosa. 10.- Copa globoso-apuntada. 11.- Copa cónica. 12.- Copa piramidal. 13.- Copa lobulada. 14.- Copa aparasolada. 15.- Copa asimétrica. 16.- Porte de bandera. 17 y 18.- Porte llorón. 19.- Ramas erectas, porte fastigiado. 20.- Ramas patentes. 21.- Ramas erecto-patentes. 22.- Ramas péndulas. 23.- Ramas acodilladas.

En relación con la longitud que puede alcanzar el fuste (altura de coronación), se incluye a continuación la clasificación tomada de RAMOS (1986):

1ª magnitud.- Alturas comprendidas entre 35 y 45 m. De las especies españolas únicamente alcanzan estas alturas los mejores ejemplares de los pinos silvestre y laricio y de abeto. También la alcanzan los eucaliptos introducidos.

2ª magnitud.- Alturas comprendidas entre 25 y 35 m. La alcanzan: *Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. canariensis*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Ulmus minor*, *Populus nigra*.

3ª magnitud.- Alturas de 15 a 25 m. Por ejemplo: *Pinus halepensis*, *P. uncinata*, *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica*, *Q. suber*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Fraxinus sp.*, *Alnus glutinosa*, *Tilia sp.*

4ª magnitud.- Alturas de 8 a 15 m. Como *Taxus baccata*, *Salix sp.*, *Tetraclinis articulata*.

Las **variaciones** del porte, dentro de una misma especie, se producen por causa de:

- La intensidad de las radiaciones de onda corta.- Los portes más esbeltos se corresponden con latitudes o lugares con reducción de radiaciones de onda corta y, por tanto, mayor abundancia relativa de radiaciones infrarrojas.

- Espesura.- Es elemento diferenciador entre el porte específico y el porte forestal. A mayor espesura corresponden portes más esbeltos en la forma de la copa.

- Edad.- En muchas especies la forma de la copa cambia con la edad, tendiendo normalmente a formas más globosas, irregulares o asimétricas.

- Viento.- Origina el porte en bandera.

- Enfermedades, plagas y pastoreo.- En función del daño recibido por la copa se producen variables deformaciones. Por ejemplo, los daños producidos por *Rhyacionia* sobre los pinos dan fustes en bayoneta.

Las **consecuencias selvícolas** del estudio del porte de las especies forestales se pueden resumir en los siguientes puntos:

1.- La paralización del crecimiento en altura o efecto de la coronación, que se produce por causas fisiológicas y estacionales en todas las especies, es indicada por un inicio de cambio en la forma de la copa. A partir de este momento el crecimiento es únicamente diametral, lo que tiene interés en los tratamientos y en la evaluación de la espesura.

2.- A igualdad de edad, la altura en el porte específico y en el porte forestal, tienden a ser iguales. Por eso la correlación entre altura y edad, dentro de la misma especie (factores genéticos constantes) es buen indicador de la calidad de estación.

3.- Conocer la forma de la copa es útil en repoblación forestal, a efectos de determinar densidades iniciales de plantación o siembra, y más específicamente es importante este conocimiento en jardinería y selvicultura urbana, para evitar, con la correcta elección de especies, podas inconvenientes.

V.7.2.- **Enraizamiento.**

Se denomina enraizamiento a la descripción de la forma del sistema radical de las plantas, que la adopta en función de su propia anatomía y fisiología, con importantes modificaciones por razón del tipo de suelo. Estas deformaciones y la dificultad de observación directa de los sistemas radicales, complican la definición de tipos y la asignación de las especies a los mismos.

Al igual que para el porte, se pueden definir dos tipos de enraizamiento: *específico* y *forestal*.

Las dos funciones fundamentales que desempeñan los sistemas radicales son (SPURR, 1982): el anclaje firme del árbol en el suelo; y la absorción de agua y nutrientes. En el anclaje está involucrado todo el sistema radical, mientras que la absorción se efectúa principalmente a través de los ápices de las innumerables raíces no leñosas. Otras funciones son: el almacenamiento de carbohidratos y otras sustancias; la síntesis de compuestos orgánicos; la secreción de productos del metabolismo; y la generación de brotes en algunas especies.

La clasificación de las raíces (HAROLD, 1979) se puede hacer atendiendo a su dirección, en horizontales y verticales; y a su diámetro: raíces muy finas < 0,5 mm; finas de 0,5 a 2 mm; débiles de 2 a 5 mm; firmes de 5 a 10 mm; gruesas de 10 a 20 mm; y muy gruesas de > 20 mm.

El esquema general de un sistema radical, con su división en zonas: periférica, central y cepa, se puede ver en la figura V.4, tomada de HAROLD (1979).

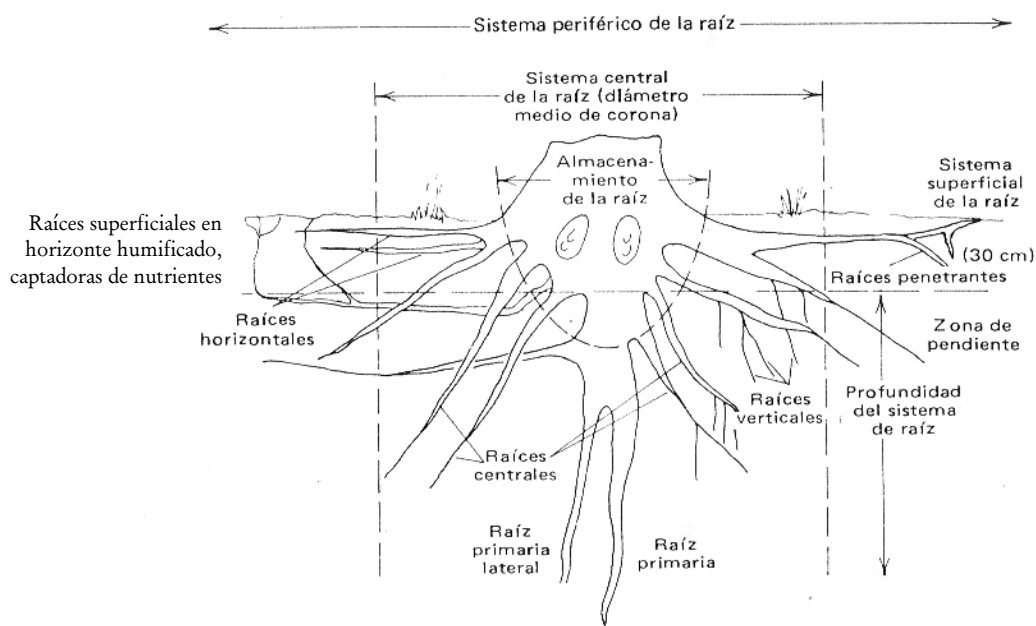


FIGURA V.4.- Representación esquemática de un sistema radical de un árbol. Según Lyr y Hoffman, 1967.

GONZALEZ VAZQUEZ (1938) propone una clasificación de los sistemas radicales en cinco tipos generales entre los que dice que se pueden encontrar formas intermedias:

1º tipo: Raíz principal penetrante y profunda con las secundarias poco desarrolladas. Son ejemplos *Quercus robur*, *Q. petrea*, *Q. suber*.

2º tipo: Tanto la raíz principal como las secundarias son penetrantes y profundas. Son ejemplos *Abies alba*, *A. pinsapo*, *Pinus sylvestris*, *Castanea sativa*.

3º tipo: La raíz principal poco desarrollada y las secundarias verticales y profundas. Son ejemplos *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Q. faginea*.

4º tipo: Raíz principal y secundarias poco profundas pero desarrolladas, en conjunto sistema radical reducido. Son ejemplos *Fagus sylvatica*, *Fraxinus sp.*, *Acer sp.*

5º tipo: Todas las raíces son muy someras. Son ejemplos *Picea abies*, *Populus sp.*

Otra clasificación de los sistemas radicales es propuesta por RUIZ DE LA TORRE (1971), que queda gráficamente descrita en la figura V.5.

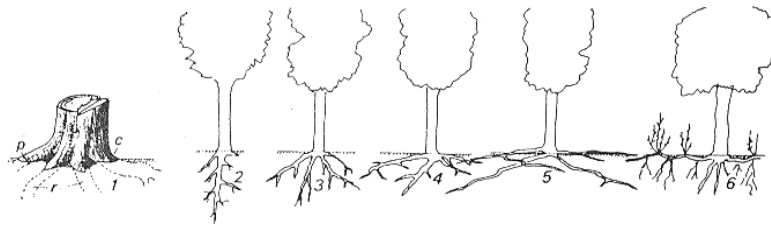


FIGURA V.5.- **Sistemas radicales:** 1.- Tocón: p-patilla; c-cuello; r-raíces. 2.- Sistema radical axonomorfo. 3.- Penetrante. 4.- Somero. 5.- Trazador. 6.- Raíces cundidoras.

En cuanto a las **dimensiones** de los sistemas radicales de los árboles, se pueden evaluar a través de algunos datos:

- la *profundidad* total del enraizamiento es muy variable con el clima, tipo de suelo, freatismo, y características de las especies. La mayor parte de ellas, sin encontrar obstáculos insalvables, enraíza hasta una profundidad del orden de un metro. SPURR (1982) indica que profundidades de 2 a 3 m son frecuentes en muchas especies forestales, y cita los casos extremos de algunas acacias subtropicales que alcanzan 3 a 6 m, de 15 m para *Prosopis* y de 30 m para *Tamarix* en zonas desérticas y con gran permeabilidad.

- la *expansión lateral* de los sistemas radicales también es muy variable. DANIEL (1982) indica que esta dimensión es por lo general de 2 a 5 veces el radio de la copa, alcanzándose el mayor desarrollo sobre suelos pobres y bajo climas secos. Para suelos arenosos, SPURR (1982) cita expansiones laterales del orden de 7 veces la altura media del árbol.

- el *volumen* ocupado dentro del perfil por el sistema radical, en condiciones normales, es del orden del 10 al 25% del volumen ocupado por la copa.

- en cuanto a la *distribución* de las partes del sistema radical, DANIEL (1982) indica que del 85 al 99% de la longitud total del sistema radical corresponde a las raíces finas y muy finas, mientras que esta proporción expresada en peso oscila entre 14 y 60%. Según el mismo autor, por lo general los sistemas radicales de masas en monte alto alcanzan del 20 al 25% de la biomasa total del bosque, expresada en peso seco. Los mayores desarrollos relativos, en peso y longitud, de los sistemas radicales se corresponden con especies frugales en clima seco y en masas en monte bajo, así, CAÑELLAS (1994) para masas españolas de coscoja estima la biomasa radical en 80 T/ha, con una relación de sistema radical a parte aérea de 3,5, es decir, 78% de la biomasa total en las raíces, 22% en la parte aérea. Esta distribución de biomasa también cambia con la edad en las masas de monte alto.

En muchas especies forestales es frecuente que se produzca espontáneamente el injerto de raíces, de forma que el agua, los nutrientes, las sustancias elaboradas y los agentes patógenos, pueden pasar de un árbol a otro. Hay tres tipos de injertos de raíces (DANIEL, 1982): autoinjerto entre las raíces del mismo árbol, que es muy común; injerto intraespecífico, entre diferentes pies de la misma especie; e injerto interespecífico, que es muy raro y en el que la mayoría de las uniones aparentes no son funcionales.

El injerto intraespecífico, fácilmente observable en *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Pinus radiata*, *Ulmus minor*, *Pseudotsuga menziesii* y *Picea abies*, puede explicar la supervivencia de pies comprimidos o sumergidos de especies de luz en masas regulares, lo que debe ser tenido en cuenta al aplicar cortas de mejora o sanitarias. La comprobación de un injerto es posible cuando se observa una ausencia de pudrición y un intento de cicatrización en tocones de pies apeados situados en cercanía de otros pies de la misma especie.

El crecimiento de las raíces está regulado por los siguientes factores: temperatura del suelo, que debe ser superior en la mayor parte de las especies a 10 °C; contenido de humedad en el suelo, que ha de ser superior al punto de marchitez; aireación suficiente para permitir la respiración; y capacidad de la planta para producir raíces, ligada a existencia de una cantidad suficiente de hidratos de carbono. En el momento de la germinación, el crecimiento de la radícula es muy activo, especialmente en las especies de luz y en aquellas con semillas de gran tamaño.

El crecimiento de las raíces dentro del año presenta dos máximos relativos centrados en primavera y otoño, con paralización invernal, bien por baja temperatura, bien por falta de hidratos de carbono, y posible paralización estival por escasez de agua en el perfil, por lo que se puede calificar de binodal. Este comportamiento se ilustra en la figura V.6, tomada de SPURR (1982).

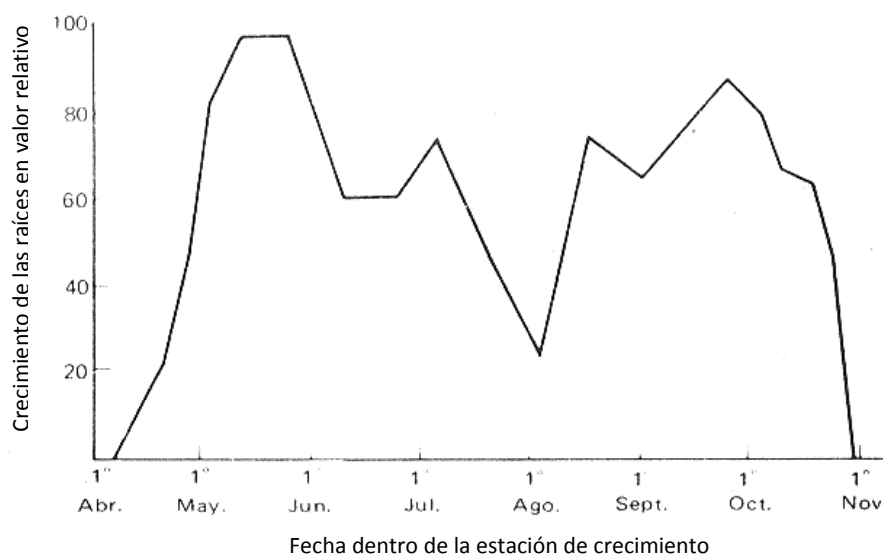


FIGURA V.6.- Curso estacional del crecimiento de la raíz en *Pinus strobus*. Modificado de Stevens, 1931.

En comparación con el crecimiento de los tallos, el crecimiento radical tiene un período anual mucho más largo en la mayor parte de las especies, como lo acredita la información de la figura V.7, tomada de HAROLD (1984).

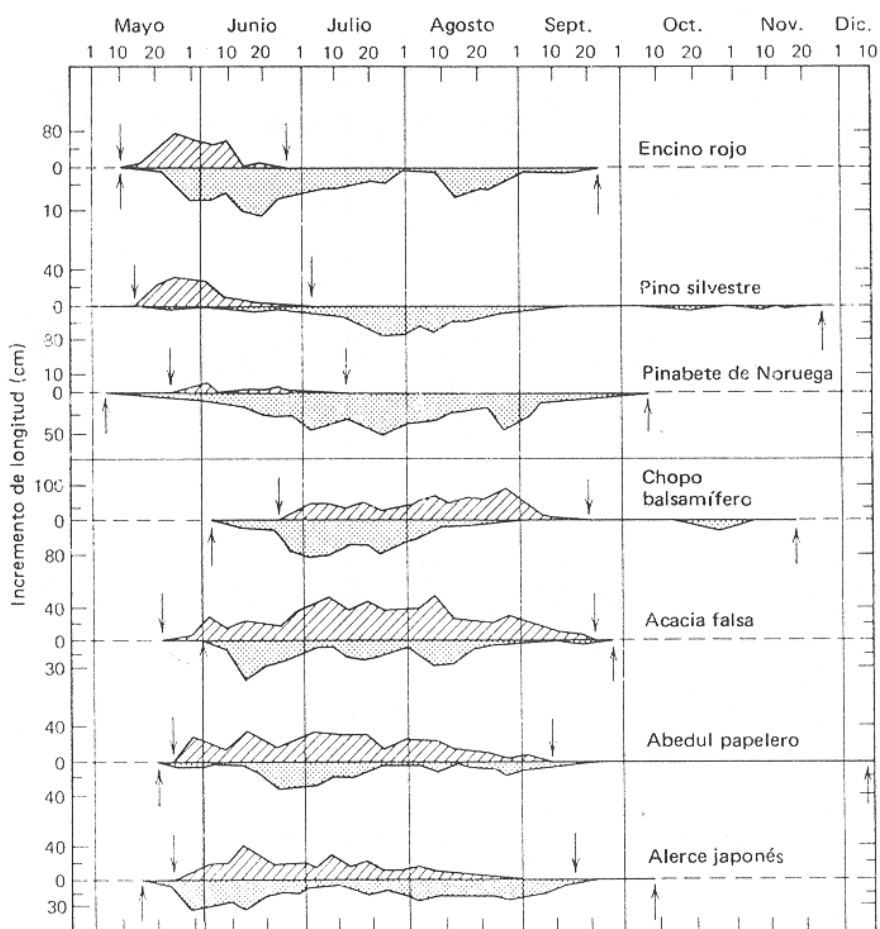


FIGURA V.7.- Variaciones en crecimiento estacional de los tallos y las raíces de ocho especies forestales. La zona rayada indica el crecimiento de los tallos y la zona punteada el de las raíces. Las flechas indican el comienzo y terminación del crecimiento estacional. Según Lyr y Hoffman, 1967. Los nombres latinos de las especies, de arriba a abajo son: *Quercus rubra*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Populus balsamifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula papyrifera*, *Larix leptolepis*.

Los enraizamientos de las especies forestales pueden tener *modificaciones* por las siguientes causas:

- Profundidad del suelo.- Los sistemas radicales se adaptan, se dice que son plásticos, a la profundidad del suelo definida por la presencia de roca consistente, o de horizontes o capas impermeables por causa de la textura, o de encharcamientos permanentes, de forma diferente según las especies. Estas limitaciones a la profundización del enraizamiento tienen efecto sobre el porte de los pies, dando lugar a menores alturas al alcanzarse antes la coronación, lo que refleja una menor calidad de estación. Además, la limitación de profundidad agrava los riesgos de derribo por la nieve o el viento. Las limitaciones de profundidad edáfica impuesta por la presencia de alta pedregosidad o de roca fracturada, limita la altura del arbolado pero no, necesariamente, implica menor resistencia frente al derribo.

- Fertilidad del suelo.- A igualdad de especie, en los suelos fértiles y húmedos, en general con buenas propiedades edáficas, los sistemas radicales tienden a ser más recogidos.

- Competencia o espesura.- El enraizamiento forestal tiende a ser más limitado lateralmente y más profundo que el enraizamiento específico. Esta cuestión, planteada en algunos textos, puede ser puesta en duda pues es de muy difícil comprobación experimental.

- Plagas y enfermedades o predación.- La acción de insectos (elatéridos, melolontinos, ...) o de hongos (*Armillaria*, *Phytophthora*, ...), también de los topos, puede deformar los sistemas radicales.

- Edad.- La edad del árbol va modificando la forma del sistema radical, aumentando gradualmente su complejidad. Desde raíces horizontales, cuando engruesan suficientemente, se emiten nuevas raíces verticales que profundizan en lo posible mejorando la sustentación y el abastecimiento hídrico.

La influencia de algunos de estos factores en la forma del sistema radical puede verse en la figura V.8, tomada de HAROLD 1984).

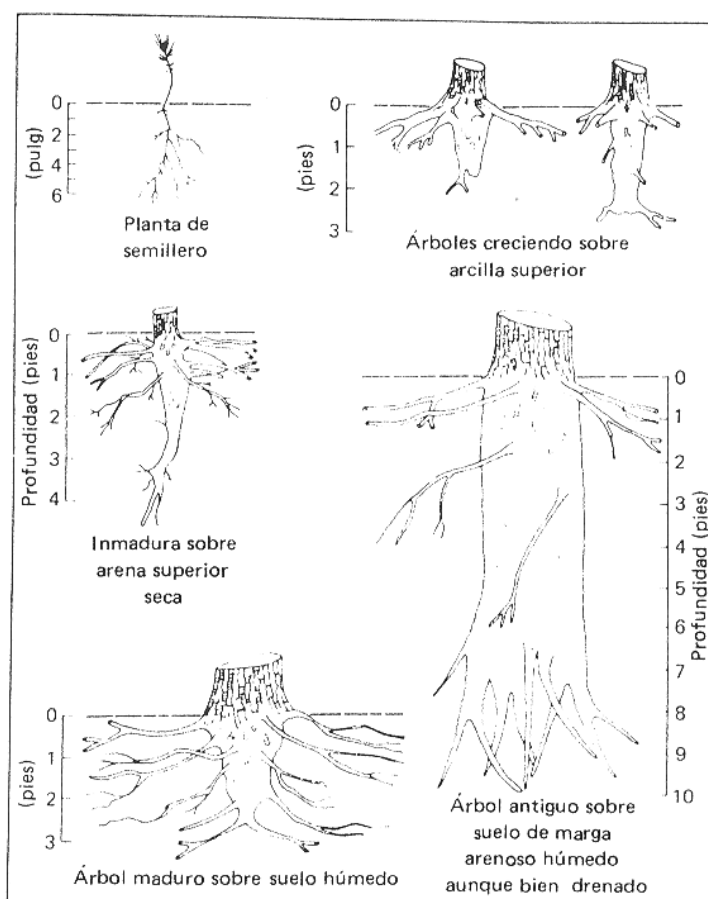


FIGURA V.8.- El desarrollo de los sistemas radicales, particularmente la profundidad, se ve influido por la edad y las propiedades del suelo. Las raíces del ejemplar antiguo de *Pinus taeda* tienden a alcanzar la capa freática.

Las *consecuencias selvícolas* derivadas del estudio del enraizamiento más importantes pueden resumirse en los siguientes puntos:

- 1.- La forma y plasticidad del sistema radical puede condicionar y ayudar en la elección de especie para la repoblación forestal, en función de las características del suelo y del objetivo de la repoblación.
- 2.- El mantenimiento de alta espesura en las primeras edades de una masa, independientemente de su origen, puede favorecer la profundización de los sistemas radicales.
- 3.- Tiende a producirse un mejor aprovechamiento del espacio edáfico por las masas irregulares, al reducirse la competencia a la misma profundidad. Este hecho puede aconsejar este tipo de masas en suelos de mala calidad, salvo que los tipos de enraizamiento pertenezcan a 4º y 5º de los definidos por GONZALEZ VAZQUEZ (1938).
- 4.- La forma y plasticidad de los sistemas radicales en las edades jóvenes de las distintas especies, condicionan los métodos de cultivo en vivero forestal y de trasplante.

V.8.- **Crecimiento.**

Este carácter cultural hace referencia a la medida, para cada especie, del desarrollo o crecimiento de la parte aérea, tanto del individuo como de la masa. El crecimiento depende de factores intrínsecos, como son los fisiológicos y genéticos de cada especie e individuo, y de factores extrínsecos, que son los relativos a la calidad de estación y, en su caso, el tratamiento.

En el capítulo III se han tratado cuestiones relacionadas con el crecimiento, tanto individual como de masa, longitudinal, diametral y volumétrico, que conviene recordar en este punto. La descripción de este carácter cultural para la clasificación de las especies forestales se puede basar en dos criterios: rapidez del crecimiento longitudinal; y crecimiento medio máximo del volumen de las masas regulares de las diferentes especies.

Según el primer criterio, velocidad de crecimiento longitudinal, las especies tienden a clasificarse en función del temperamento aunque no de una forma estricta. La clasificación de especies en función del crecimiento longitudinal propuesta por GONZALEZ VAZQUEZ (1938) es la siguiente:

- 1º grupo.- Crecimiento sumamente rápido: eucaliptos y pino radiata.
- 2º grupo.- Crecimiento muy rápido: chopos, abedul, pseudotsuga, pino rodeno, sauces.
- 3º grupo.- Crecimiento rápido: aliso, pino carrasco, pino piñonero, arces, fresnos y castaño.
- 4º grupo.- Crecimiento bastante rápido: pino silvestre, pino canario, rebollo, alcornoque y quejigo.
- 5º grupo.- Crecimiento poco rápido: robles, encina, pinsapo, pino laricio.
- 6º grupo.- Crecimiento lento: abeto, pino negro.
- 7º grupo.- Crecimiento muy lento: tejo, araar.

En relación con el segundo criterio, crecimiento medio máximo del volumen de las masas regulares, la clasificación de las especies no puede ser precisa, al estar influido este valor en gran medida por la calidad de estación y por el tratamiento, por lo que no se propone ninguna.

V.9.- Longevidad.

Se entiende por longevidad de una especie arbórea, como carácter cultural, la edad en la que, viviendo en una estación apropiada, se mantiene en perfectas condiciones de vitalidad. La longevidad, a igualdad de estación y especie, tiende a ser mayor cuando el individuo ha vivido aislado que cuando ha formado o forma parte de una masa, por lo que se puede hablar de una longevidad específica y de una longevidad forestal.

LANIER (1986) define longevidad como: edad teórica máxima que puede alcanzar una masa y una especie dadas; varía en función de la especie y de la estación.

El proceso de envejecimiento, alcance de la longevidad, de los árboles es paulatino y lento. A medida que envejece el árbol, alcanza su tamaño máximo, se incrementa la distancia entre las raíces activas y las hojas, de forma que el árbol se vuelve cada vez menos eficiente. El crecimiento se convierte en inapreciable, la fructificación decae, junto con la fertilidad de las semillas. Los vasos son cada vez más finos contribuyendo a la pérdida de eficiencia. La resistencia frente a agentes externos, abióticos y bióticos, se atenúa, siendo normalmente la acción de uno de éstos la que provoca la muerte. Está claramente identificada la vejez estructural, aunque no tanto la de los tejidos funcionales del árbol (SPURR, 1982).

Por todo lo anterior, precisar de forma exacta la longevidad de las especies forestales tiene muchas dificultades. Cuando se hace referencia a este carácter cultural hay que especificar si la edad que se menciona se refiere a:

- edad en la que se produce la muerte o un decaimiento fisiológico muy acusado del individuo, a la que se puede denominar longevidad teórica.
- edad en la que la producción de semillas fértiles deja de existir, con lo que no cabe esperar regeneración y procede por este criterio físico realizar el aprovechamiento, a la que se puede denominar longevidad práctica.
- edad en la que la carencia de crecimiento relativamente importante hace poco interesante mantener la presencia del individuo en la masa, otra forma de expresar una longevidad práctica.

El conocimiento de estas edades para cada especie, longevidad, es importante en la práctica de la silvicultura para poder aplicar criterios selvícolas (falta de regeneración, riesgo de plagas o enfermedades) o criterios económicos (pérdida de crecimiento o de producción de frutos o cortezas) en la fijación del turno de aprovechamiento más conveniente.

Los valores de estas edades varían considerablemente entre especies, dentro de la misma especie en función de la calidad de estación, a especie y estación constantes, con el tratamiento, y a especie, estación y tratamiento constantes, con las características genéticas individuales.

La forma de actuar de los *factores* que influyen en la longevidad es:

- **estacionales**- En las estaciones favorables para la vida de una especie, la longevidad de la misma se incrementa sensiblemente, por el contrario, en estaciones con factores cercanos a valores limitantes, se ve reducida.

- **espesura.**- La espesura excesiva a lo largo de la vida del individuo reduce su longevidad. La longevidad específica es superior a la forestal, especialmente cuando se trata de especies de luz en forma de masa regular. La espesura no afecta de igual modo a pies de especies de sombra en masas irregulares.

- **características de la especie.**- Las especies de crecimiento rápido, que tienden a coincidir con las de temperamento robusto, aunque no de forma estricta, suelen presentar longevidades más cortas. Por otra parte, las especies con capacidad de brotar de cepa o raíz son más longevas por la prolongación de vida que les procuran los brotes. La supresión de la parte aérea y la consiguiente brotación reduce lo que podemos llamar vejez estructural.

Para realizar una *clasificación* de las especies por su longevidad se presenta la propuesta por GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1938), que debe interpretarse como una ordenación o agrupación, sin pretender dar exactitud a los límites de edad establecidos, en función de lo apuntado anteriormente:

1º grupo.- Desde 700 a 1000 o más años: tejo, secuoyas, dragos, olivo, ...

2º grupo.- De 500 a 700 años: robles, encina, olmo, tilo, castaño.

3º grupo.- De 300 a 500 años: alcornoque, quejigo, rebollo, haya, abeto, pino silvestre, pino laricio, almez.

4º grupo.- De 150 a 300 años: pinsapo, alerce, pino piñonero, pino rodeno, pino canario, pino negro, arces.

5º grupo.- De 100 a 150 años: pino carrasco, álamos, abedul, aliso, fresno.

6º grupo.- Menos de 100 años: chopos, sauces.

V.10.- **Reproducción.**

Este último carácter cultural, entendido el término reproducción en sentido amplio, explica los modos de reproducción, propagación o perpetuación que poseen las especies y que puede ser alguno de los siguientes:

- por medio de semillas, es la reproducción propiamente dicha, por vía sexual, y común a todas las especies.

- por medio de esquejes o estaquillas, también llamada multiplicación o propagación, por vía asexual, agámica o vegetativa y que sólo algunas especies poseen.

- por medio de brotes de cepa o de raíz, también llamada perpetuación, por vía asexual o vegetativa y que sólo algunas especies poseen.

V.10.1.- Reproducción por semillas.

Todo lo relativo a la formación y germinación de las semillas ha sido estudiado en Fisiología vegetal, por lo que no procede reiterar ahora. Únicamente nos referiremos a aspectos relacionados con la reproducción por semillas que tienen interés en la aplicación de los tratamientos selvícolas.

La reproducción por semillas es común a todas las especies y en Selvicultura se denominan **brinzales** a los pies cuyo origen ha sido una semilla.

Inicio de la fructificación.- La producción de semillas fecundas comienza en cada especie forestal a partir de una cierta edad, edad variable entre especies y que algunos autores relacionan con el hecho de que el ejemplar haya adquirido un tamaño suficiente, pero también esta influida por la calidad de estación (a peor calidad de estación mayor precocidad), por la espesura (a menor espesura mayor precocidad) y por genotipos (variación entre grupos dentro de una misma especie).

En la práctica es fácil determinar la edad de inicio de la fructificación en las masas por la simple observación, pero sirva de orientación, por las variaciones de estación y espesura apuntadas, la clasificación propuesta por RAMOS (1986):

- 10 a 15 años: pinos rodeno y negro, abedul, aliso, encina.
- 15 a 20 años: pinos silvestre y carrasco.
- 20 a 25 años: pino laricio, alerce, fresno y alcornoque.
- 50 a 60 años: haya, abeto y abeto rojo.
- 60 a 70 años: robles.

La producción de semillas en cantidad va aumentando a partir de este momento, alcanzando el máximo cuando se produce la coronación en altura, máximo que se mantiene bastante tiempo hasta que por razón del envejecimiento decae hasta que se acerca la edad de longevidad teórica.

La información referida es importante para situar en el tiempo las cortas de regeneración con mayor eficacia y para poder esperar regeneración natural tras el incendio según la edad de la masa afectada.

Ciclos de fructificación.- Otro aspecto importante de la regeneración por semillas a conocer es lo relativo a los *ciclos anuales o plurianuales de floración, polinización, maduración y diseminación*. Este ciclo puede ser muy breve, del orden de un mes en especies como el chopo, sauces y olmos, o alargarse a cifras de 36 meses como en el pino piñonero. Conocer estas cuestiones de cada especie ayuda a fijar las épocas de cortas de regeneración y las de recogida de semilla. Interesa también conocer los mecanismos de polinización y de diseminación de cada especie.

Dispersión.- Las semillas de los árboles forestales son dispersadas por el viento, el agua, la gravedad, los animales o por la combinación de estos agentes. En general, la mayor parte de las especies disemina una alta proporción (80%) de sus semillas dentro de un radio de 40 a 50 m desde el punto de emisión. Algunas especies pioneras pueden, por combinación de viento y agua (chopos, sauces,...), alcanzar grandes distancias con unas cuantas de sus semillas. El patrón típico de dispersión de las semillas de muchas especies forestales se puede representar por una curva exponencial negativa, densidades altas cerca de la fuente y muy escasas en lejanía pero sin llegar a anularse, como se observa en la figura V.9, tomada de SPURR (1982).

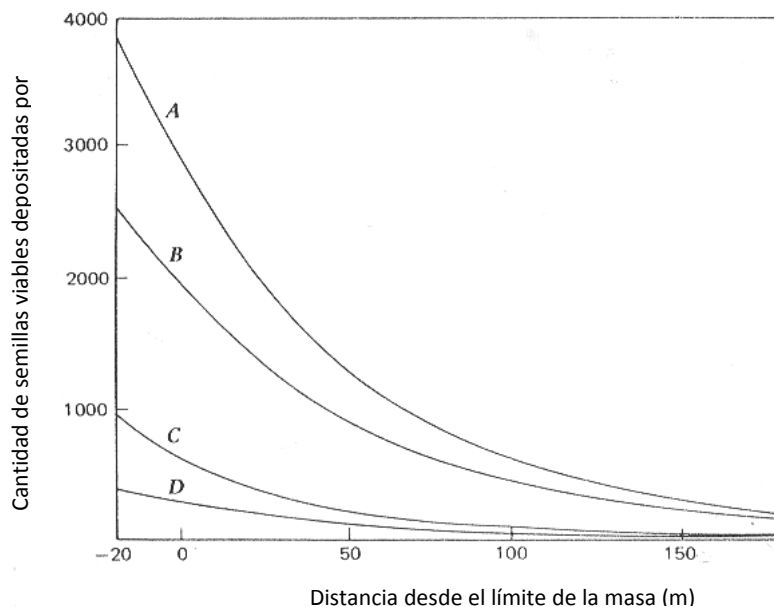


FIGURA V.9.- Distribución de semillas de *Picea engelmannii* en años de buena producción desde el límite de la masa hacia espacios abiertos, en cuatro estaciones diferentes. Según Harper, 1977.

Época de dispersión y banco de semillas.- La época o estación de diseminación y la duración de la misma es también muy variable de unas especies a otras. Las semillas dispuestas sobre el suelo son almacenadas en lo que se denomina *banco de semillas*, durante un período de tiempo corto o prolongado. Las especies con plazo corto de germinación responden en cuanto las condiciones de temperatura y humedad son las adecuadas. Por el contrario, muchas especies presentan un fenómeno denominado latencia, por el cual demoran a uno o varios años el momento de la germinación, dando lugar a plántulas de una forma paulatina. Otras especies retienen la diseminación, manteniendo un importante número de semillas sobre frutos contenidos en las copas, hablándose en este caso de un *banco aéreo* de semillas, por ejemplo en el caso de gimnospermas con conos serotinos.

Modos de germinación.- Los dos modos de germinación, epígea e hipógea, que se ilustran en la figura V.10, tomada de HAROLD (1984), están relacionados con el temperamento y diferentes estrategias de instalación de las diferentes especies forestales.

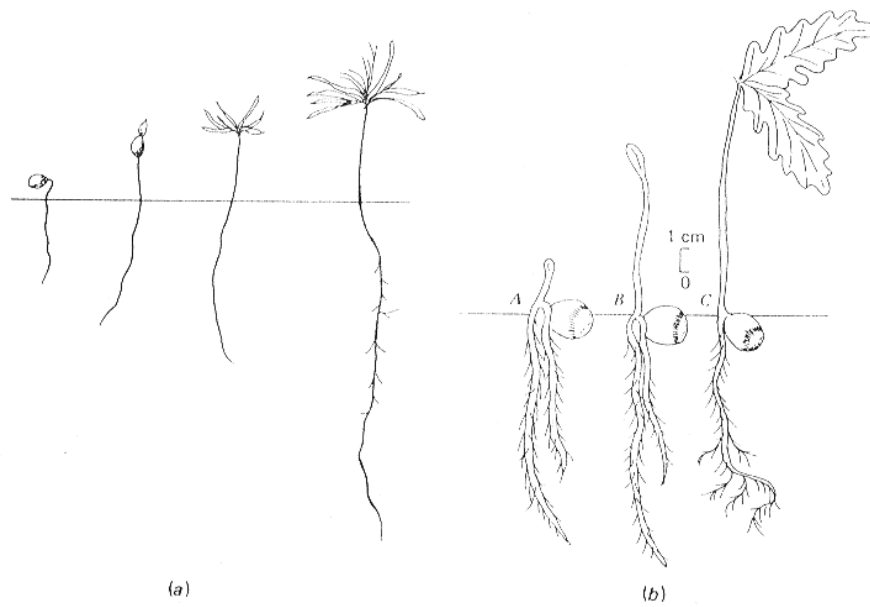


FIGURA V.10.- (a) germinación epígea de *Pseudotsuga menziesii*. (b) germinación hipógea de *Quercus macrocarpa*.

Vecería.- Otra cuestión importante en el estudio de la reproducción por semillas de las especies forestales es el fenómeno denominado *vecería*. Consiste la *vecería* en que la producción abundante de semilla de algunas especies no se produce todos los años, sino de una forma intermitente y periódica, con ciclos que en la mayor parte de las especies son de 2, 3 o 4 años. Las especies que fructifican abundantemente todos los años se llaman **cadañegas** y las que tienen *vecería* se llaman **veceras**.

Para explicar el fenómeno de la *vecería* se incluye la figura V.11, tomada de SPURR (1982), que expresa la periodicidad de la producción de piñas en cuatro ejemplares de la misma especie, en la misma estación, durante 18 años consecutivos.

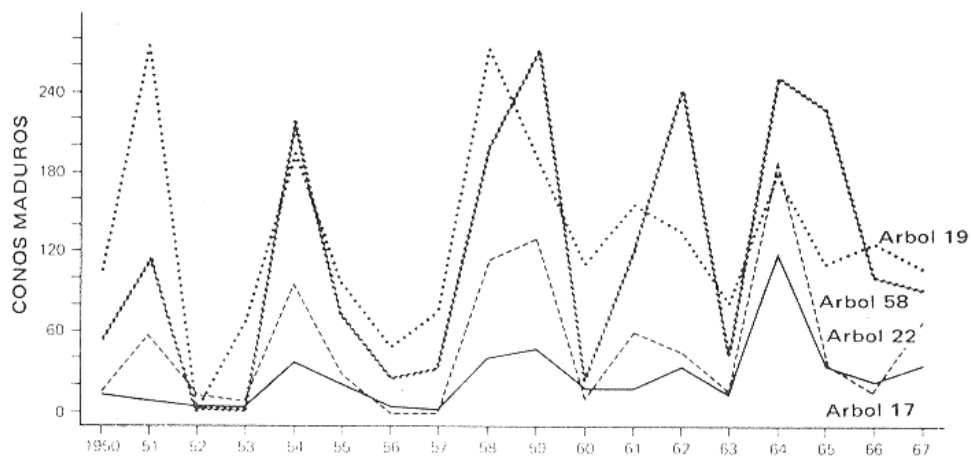


FIGURA V.11.- Periodicidad de la producción de piñas de cuatro ejemplares de *Pinus monticola* en el norte de Idaho. Según Rehfeldt, 1971.

La vecería está motivada por la conjunción de factores internos, genéticos propios de la especie, y por factores externos, estacionales y de tratamiento o espesura. Son especialmente importantes en este fenómeno las características meteorológicas del año en cuestión o del anterior. Las malas estaciones acusan la escasez de cantidad de semilla en mayor medida durante los años intermedios entre los buenos, así como las masas con exceso de espesura. No es frecuente que la producción de semilla se anule en los años malos.

Algunas observaciones que se han realizado sobre el fenómeno de la vecería son las siguientes (DANIEL, 1982): un buen año de producción de semillas para una especie no es necesariamente bueno para otras especies; la variación de producción interanual en algunas especies es alta (haya) y pequeña en otras (pinos); algunas especies tienen ciclos cortos (abetos y piceas) y otras tienen ciclos largos (haya); son raros los años en que la producción es nula; son raros los casos de buenas cosechas uniformes en grandes áreas; en el conjunto de la masa, proporciones del orden del 10% de los pies pueden presentar un ciclo diferente a la mayoría; sobre pies aislados la vecería es menos acusada que en masa, pero existe; se puede anticipar que un año será de buena cosecha observando las yemas florales, siempre que se formen en el año anterior al de la floración.

Se puede interpretar que el fenómeno de la vecería es un mecanismo orientado a asegurar la persistencia de las especies frente a la acción de los animales granívoros específicos, que tienen que mantener poblaciones acordes con los años de cosechas relativamente escasas, liberándose gran cantidad de semilla los años de abundante cosecha.

Producción de semillas.- Dentro del marco general que se ha descrito para la producción de semillas, los *factores* que sobre la cantidad producida en un año concreto influyen son los siguientes:

- **la calidad de estación para la especie**, que actúa en sentido positivo.
- **la meteorología**, siendo especialmente perjudiciales las heladas tardías dentro del año.
- **la espesura**, pues se ve favorecida la producción individual de fruto por las espesuras incompletas.
- **las plagas, las enfermedades y la predación** pueden influir negativamente.
- **los tratamientos específicos**, como podas y fertilizaciones pueden aumentar la producción individual de semilla.

El interés de todo lo explicado en relación con la producción de semillas no sólo es la aplicación para fijar la época de las cortas de regeneración, como se verá en siguientes capítulos, sino en todo lo relacionado con la recolección de semillas para la repoblación forestal.

Para la recolección de semillas forestales es importante tener en cuenta que, en especies linneanas, es frecuente que sus poblaciones puedan dividirse en *ecotipos*, aparte de otras categorías sistemáticas como subespecies, variedades y razas, que son grupos de individuos originados como una respuesta genotípica y fenotípica a unas condiciones estacionales particulares. Los ecotipos quedan definidos por sus zonas de procedencia.

V.10.2.- Multiplicación o propagación vegetativa.

Este método consiste en generar nuevos individuos a partir de tejidos de otro individuo anterior, normalmente de forma artificial en las especies arbóreas. Los individuos resultantes de este modo de propagación mantienen las características genóticas del progenitor, y también las fenotípicas del mismo siempre que se mantengan semejantes condiciones estacionales.

Es un mecanismo espontáneo en bastantes especies sin interés forestal, sin embargo hemos observado que es un proceso natural en *Populus nigra*, cuyos ejemplares adultos desprenden ramillos vivos de dos o tres savias en los meses de invierno de modo que, enterrados por los aluviones de las corrientes de agua, pueden brotar y enraizar a la primavera siguiente dando lugar a nuevos individuos. No hay que confundir este proceso con el viviparismo vegetal.

El origen y tamaño de las porciones de tejidos que dan lugar al nuevo individuo sirven para clasificar los diferentes procedimientos de propagación. Muchos de ellos emplean hormonas para favorecer el proceso. Es este un tema de intensa investigación en el campo forestal, sin que, salvo excepciones, se haya extendido en la práctica selvícola actual.

Puesto que esta forma de propagación se emplea en la viveristería, se tratará de forma más ampliada en el capítulo correspondiente a viveros forestales. Únicamente, para terminar, se mencionan las especies forestales de las que, por su facilidad para obtener plantas por este procedimiento, existe mayor extensión de masas compuestas por plantas con este origen: chopos, sauces, olmos, alisos, plátanos, carpes, tilos, arces y, recientemente, eucaliptos.

V.10.3.- Perpetuación por brotes de cepa y raíz.

Se denomina cepa de un árbol al conjunto formado por la base del tronco (tocón), cuello de la raíz, y zona próxima de las raíces gruesas. Algunas especies tienen la capacidad de emitir brotes, bien desde la cepa y se denominan **retoños**, bien desde las raíces a cierta distancia del tocón y se denominan **renuevos**, bien desde la cepa y la raíz simultáneamente.

Los brotes se originan desde yemas que pueden ser de dos tipos: yemas proventicias, que son durmientes dentro de los tejidos vivos de los tallos y raíces; y yemas adventicias, que se originan en los callos de cicatrización tras algún traumatismo inferido a la planta.

El hecho de la brotación en muchas especies puede ser totalmente espontáneo, especialmente la brotación de raíz, aunque en estos casos suele estar ligada bien a la coronación del árbol que expresa su decaimiento o vejez, bien a alguna circunstancia meteorológica desfavorable como una fuerte sequía. Ejemplos de este hecho, dentro de la flora forestal española, son *Populus alba*, *P. tremula*, *Castanea sativa* y *Ocotea foetens*.

Sin embargo, la brotación profusa tiende a estar ligada a alguna acción externa intensa sobre el árbol, que frecuentemente supone una defoliación:

- la corta, que da lugar a los tipos de brote que luego se comentan, y es la base del método de beneficio de monte bajo.

- el incendio, frente al que las especies presentan este mecanismo de perpetuación.
- la poda intensa, que provoca brotes epicórmicos a partir de yemas proventicias de fuste y ramas, también de raíz en algunas especies, además de brotes con origen en yemas adventicias que surgen en las zonas de cicatrización de la herida de poda.
- la puesta en luz o reducción de espesura por corta de pies cercanos, provoca la emisión de brotes epicórmicos sobre fuste y ramas en muchas especies.
- el granizo intenso supone una defoliación que puede inducir brotes. También la helada tardía, que afecta a las yemas foliares en el momento de su desarrollo inicial, puede suponer un estímulo a la brotación a partir de yemas proventicias del fuste y ramas gruesas.

Interesa estudiar con más detalle la brotación producida por la corta. Tras el apeo del fuste se pueden producir desde la cepa dos tipos de brotes de cepa o *retoños*:

- brotes proventicios, con origen en yemas proventicias alejadas de la zona de corte, cuyo ápice atraviesa la corteza generando una buena inserción sobre los tejidos de la cepa, y por tanto viabilidad de crecimiento futuro.
- brotes adventicios que tienen su origen en yemas adventicias, o en yemas proventicias situadas cerca de la zona de corte, cuyo ápice progresa entre la corteza y el leño, dando lugar a una inserción defectuosa que compromete su futuro desarrollo y que suele provocar el desprendimiento en plazo breve, siendo por tanto poco viables.

Se ilustra esta explicación sobre los brotes de cepa con la figura V.12, tomada de XIMENEZ DE EMBUN (1971).

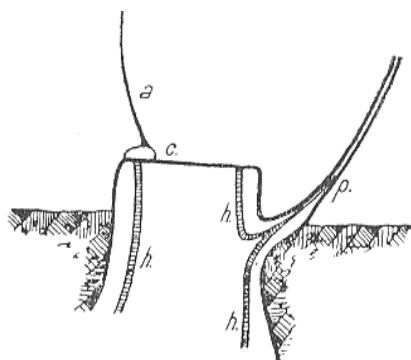


FIGURA V.12.- Brotes adventicios y proventicios. h: haces vasculares; p: brote proventicio; a: brote adventicio; c: callo de cicatrización. Según González Vázquez, 1938.

Los brotes de raíz o *renuevos* inducidos tras la corta siempre tienen origen en yemas proventicias, por lo que son siempre viables. La figura V.13, tomada de CAPELLI (1991), además de los brotes de cepa, representa los brotes de raíz.

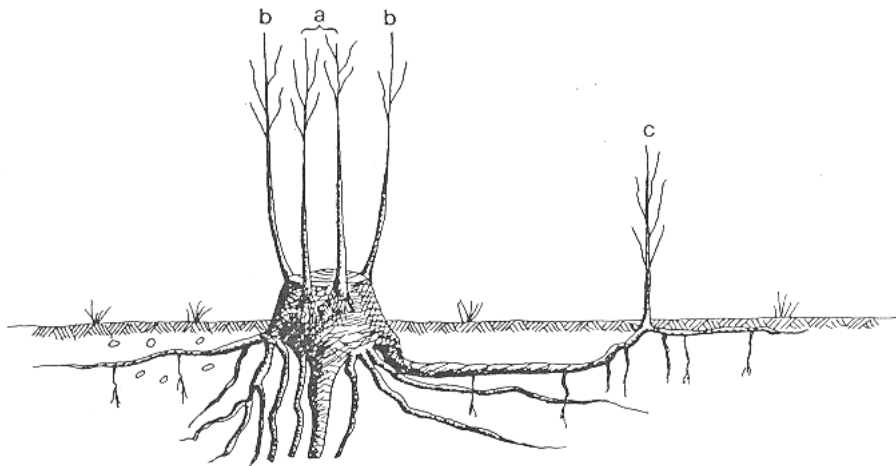


FIGURA V.13.- Esquema de los diversos tipos de brotes, a) brotes proventicios (verdaderos), b) brotes adventicios (falsos), c) brotes de raíz.

Los brotes viables inducidos por la corta (retoños y renuevos) dan lugar a unos nuevos pies, que se denominan **chirpiales**, que constituyen una nueva masa, cuya denominación es **monte bajo**, y cuya viabilidad se asegura en la medida en que sean capaces de acabar generando su propio e independiente sistema radical. Esta viabilidad se favorece con técnicas que serán estudiadas en el capítulo correspondiente.

Comparando el crecimiento de los chirpiales y de los brinzales de una misma especie, en igual estación, se observan importantes diferencias: los chirpiales crecen en longitud y en diámetro muy deprisa en los primeros años de su vida, pero detienen su crecimiento a más corta edad que los brinzales, y en la medida en que sigan conectados a la cepa y viviendo en la gran espesura que corresponde a la brotación, el detenimiento produce una menor dimensión que la que pueda alcanzar el brinzal. Otra causa que explica la limitación del desarrollo de los chirpiales, en relación con los brinzales, es la gran cantidad de biomasa subterránea que posee el monte bajo, lo que a igualdad de superficie foliar, da menor cantidad de fotosíntesis neta para el crecimiento. Por otra parte, se observa que los chirpiales son más precoces que los brinzales en la producción de fruto, pues alcanzan mayor tamaño en los primeros años de vida.

Los *factores* que influyen en la brotación tras la corta son:

- **calidad de estación.**- La capacidad de brotar de las especies es mayor y más prolongada cuanto mejor sea la estación.
- **edad.**- Dentro de cada especie existe un intervalo de edades en las que el brote es más vigoroso y otro fuera del cuál no brota. El límite inferior es muy variable y el superior suele ser inferior a 100 años.
- **espesura.**- La espesura incompleta favorece la brotación y la completa puede llegar a impedirla, por escasez de luz al nivel del suelo. Se podría afirmar que el temperamento de los chirpiales de una especie es mucho más robusto que el de los brinzales.

- época del año en que se produce la corta.- Se favorece el brote con las cortas a savia parada y se perjudica cortando en período vegetativo.

La acción de cortar los brinzales o chirpiales para conseguir la brotación se denomina **recepte**. El número de recepes posibles antes de la muerte de la cepa es limitado y variable en función de la especie, la estación y el turno de corta.

Un efecto que producen los sucesivos recepes es la traslación de la cepa en el espacio, siguiendo un modelo teórico de círculos concéntricos, ver figura V.14.

Las relaciones de especies con capacidad de brotar de cepa, o de raíz, o de ambas formas a la vez, no se incluyen en este punto porque se hará al estudiar el tratamiento del monte bajo.

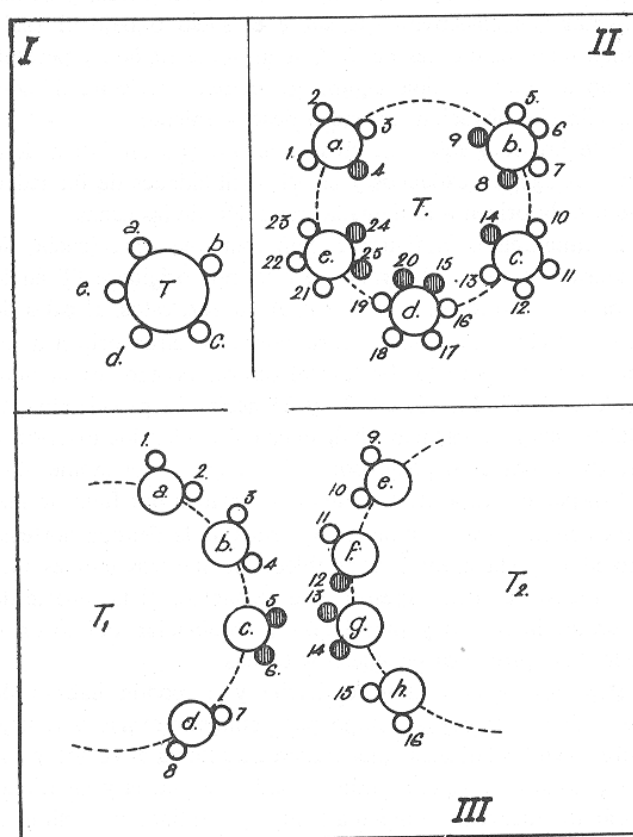


FIGURA V.14.- Esquema de la traslación de cepas: la figura I representa un brinzal receptado que emite 5 brotes de cepa; la figura II representa la misma cepa 30 años después y la correspondiente brotación tras el segundo recepte, donde los brotes interiores tienen poco futuro; la figura III representa el contacto, por traslación, de dos cepas próximas. Tomado de XIMENEZ DE EMBUN (1971).

V.11.- Bibliografía.

- CAÑELLAS, I. - 1994. *Estudio sobre la coscoja*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale. Governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.
- DANIEL, P.W.; HELMS, U.E. y BAKER, F.S. - 1982. *Principios de Silvicultura*. Mc Graw Hill. México.
- GANDULLO, J.M. y SERRADA, R. - 1977. *Mapa de productividad potencial forestal de la España Peninsular*. Col. Mon. nº 16. INIA. Madrid.
- GANDULLO, J.M. y SANCHEZ PALOMARES, O. - 1994. *Estaciones Ecológicas de los Pinares Españoles*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- GIL SÁNCHEZ, L.; PARDO, F.; ARANDA, I. y PARDOS, J.A. – 1999. *El Hayedo de Montejo: Pasado y Presente*. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid. Madrid.
- GONZALEZ ALDAMA, A. - inédito. *Apuntes de Silvicultura*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.
- GONZALEZ VAZQUEZ, E. - 1938. *Fundamentos Naturales de la Silvicultura. Los bosques ibéricos. Libro Primero*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Valencia.
- GRACIA, C.A.; SALA, A. y SABATÉ, S. – 1993. Aspectos ecofisiológicos relacionados con la producción de los encinares mediterráneos. *Actas del I Congreso Forestal Español, Lourizán 1993*. Tomo I, pp.: 209-218. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Xunta de Galicia. Pontevedra.
- HAROLD, H. y HOCKER, J.R. - 1984. *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor. México.
- LANIER, L. - 1986. *Précis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.
- RAMOS, J.L. - 1986. *Silvicultura*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- ROZADOS, M.J.; SILVA-PANDO, F.J.; ALONSO SANTOS, M. y IGNACIO QUINTEIRO, M.F. – 2000. Parámetros edáficos y foliares en una masa de *Quercus robur* L. en Galicia (España). *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* Vol. 9 (1), 2000 pp: 17-30. INIA. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. - 1971. *Árboles y arbustos de la España Peninsular*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. - 1993. Criterios para la elección de especie en la repoblación forestal. *Revista MONTES*. nº 34, 4º trimestre de 1993. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- SPURR, S.H. y BARNES, B.W. - 1982. *Ecología Forestal*. AGT Editor. México.
- XIMENEZ DE EMBUN, J. - 1971. *El Monte Bajo*. 2ª edición. Colección Agricultura Práctica. Publicaciones de Capacitación Agraria. Madrid.

CAPÍTULO VI.-FORMAS CULTURALES DE MASA Y CLASIFICACIÓN DE LOS
TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS. REGENERACIÓN DE LAS MASAS FORESTALES.

VI.1.- FORMAS CULTURALES DE MASA

VI.2.- MÉTODOS DE BENEFICIO Y TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS

VI.3.- CRITERIOS DE CORTABILIDAD Y OTROS CONCEPTOS

VI.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS FORMAS CULTURALES DE
MASA

VI.5.- REGENERACIÓN DE MASAS FORESTALES

CAPÍTULO VI.- FORMAS CULTURALES DE MASA Y CLASIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS. REGENERACIÓN DE MASAS FORESTALES.

VI.1.- Formas culturales de masa.

Conviene recordar en este momento algunas cuestiones relacionadas con la clasificación de las masas y de los pies que las componen, que han sido explicadas en capítulos precedentes.

Una primera distinción se plantea entre las masas que denominamos *naturales o primarias*, aquellas que son consecuencia de la sucesión sin ninguna intervención humana, de forma que su evolución, conservación y regeneración se ha producido y se producirá según la acción de los factores ecológicos, y las que denominamos *forestales o secundarias*, aquellas que han estado, están o estarán sometidas a intervención humana a través de tratamientos orientados a proporcionar de forma continua algunas utilidades para la sociedad. A estas últimas se refiere la Selvicultura y por tanto todo lo que se explica a continuación.

Se resume lo explicado en el Capítulo II respecto de la clasificación de las masas forestales, indicando seguidamente los criterios y clases derivadas de cada uno de ellos:

- **composición específica:** *puras y mixtas*
- **espesura:** *incompletas, completas y trabadas; defectivas, normales y excesivas*
- **origen de la masa:** *artificial y natural*, tomando este adjetivo otra significación diferente a la anterior, al aplicarlo ahora a masas forestales.
- **procedencia geográfica de las especies:** *autóctonas, alóctonas y asilvestradas*
- **edad de los pies:** *regulares, semirregulares e irregulares*
- **origen de los pies:** *monte alto, monte bajo y monte medio.*

También es conveniente recordar que, en relación con los pies que componen la masa, se han definido anteriormente:

- **clases naturales de edad:** *diseminado, repoblado, monte bravo, latizal y fustal*
- **clasificación de las especies** según: *aprovechamiento* o el papel que desempeñan en la función principal de la masa (principales, secundarias y accesorias); *grupo botánico* (frondosas y resinosas); *procedencia geográfica* (autóctonas, alóctonas y asilvestradas); *formas de agrupación* (sociales y diseminadas); *papel en la sucesión* (edificadoras, conservadoras, consolidadoras, neutras y destructoras); *origen de los pies* (naturales, artificiales)
- **clasificación sociológica de los pies de la masa:** *dominantes, codominantes, subdominantes, comprimidos, sumergidos y moribundos.*

La intervención humana sobre las masas, con aplicación de fundamentos selvícolas para conseguir el ordenado aprovechamiento y regeneración de las mismas, a través de los métodos de beneficio y de los tratamientos que luego se definen y clasifican, conducen a variadas formas de estructurar en el espacio y en el tiempo las edades y los sistemas de regeneración de los pies que las componen. Estas diferentes formas de estructuración son las que se conocen como *formas culturales de masa*.

La sistemática y definición de las formas culturales de masa que estudiaremos son las siguientes (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1948):

Formas fundamentales: definidas según el origen de los pies que forman la masa o modo de reproducción, se establecen las tres siguientes clases:

- * *Monte alto:* cuando más del 80% de los pies que forman la masa son brinzales.
- * *Monte bajo:* cuando más del 80% de los pies que forman la masa son chirpiales.
- * *Monte medio:* cuando existe mezcla de brinzales y chirpiales, aunque en capítulos posteriores se referirá alguna excepción.

Formas principales: definidas según las clases artificiales de edad a la que pertenecen los pies que forman el rodal, atributo de las masas forestales que también se denomina estructura. Según las vigentes Instrucciones para la Ordenación de Montes Arbolados (1970) las clases artificiales de edad han de comprender un número de años igual o inferior al menor de los siguientes: 20 años o la cuarta parte del turno, a la vez que define:

- * *Masa regular:* cuando su vuelo se halle distribuido por edades en superficies distintas, de tal manera que, en cada una de ellas, al menos el 90% de sus pies pertenezca a la misma clase de edad.
- * *Masa semirregular:* cuando su vuelo se halle distribuido en superficies distintas, de tal manera que, en cada una de ellas, al menos el 90% de sus pies sólo pertenezca a dos clases de edad cíclicamente contiguas.
- * *Masa irregular:* cuando no cumple las condiciones fijadas para las masas regulares o semirregulares.

Matizando y aclarando las definiciones de las formas principales de masa MADRIGAL (1994) propone una nueva clasificación que mejora la anterior:

- * *Masa coetánea:* cuando al menos el 90% de los pies tiene la misma edad individual, frecuentemente ligada a origen artificial.
- * *Masa regular:* cuando al menos el 90% de sus pies pertenecen a la misma clase artificial de edad.
- * *Masa semirregular:* cuando al menos el 90% de sus pies pertenecen a dos clases artificiales de edad cíclicamente contiguas.

* *Masa irregular*: cuando no se cumplen las condiciones anteriores, pero diferenciando los siguientes casos:

+ masa con al menos el 90% de sus pies perteneciendo a tres clases artificiales de edad cíclicamente contiguas, primer grado de irregularidad.

+ *masa irregular ideal* o en equilibrio, en la que están presentes todas las clases de edad, con íntima mezcla de pies y densidad decreciente con la edad.

+ masa irregular por bosquetes medios o grandes, con cabida superior a 0,5 ha y sin posibilidad de agrupación por proximidad de edades entre colindantes.

Tanto las formas principales como las formas fundamentales aparecen espontáneamente como masas naturales o primarias, como consecuencia de su propia dinámica (envejecimiento) y de la acción de agentes abióticos (vendavales, incendios,...) o bióticos (plagas, enfermedades,...), de tal manera que los tratamientos que dan lugar a las masas forestales son imitación de estos procesos.

Formas complementarias: las modificaciones de las formas principales de masa, cuando se realizan por criterios selvícolas, dan origen a las denominadas formas complementarias de masa o formas auxiliares, entre las que estudiaremos:

* *Masas con reserva*: formas normalmente regulares en las que se dejan un cierto número de pies extracortables.

* *Masas con subpiso*: se establecen dos pisos o estratos, normalmente regulares y de diferente edad de madurez y especie.

* *Masas superpuestas o con varios pisos*: por combinación de las dos anteriores.

Formas derivadas: las modificaciones de las formas principales de masa, cuando se realizan por criterios económicos, dan origen a las denominadas formas derivadas de masa, entre las que estudiaremos las típicas de la selvicultura mediterránea:

* *Montes adhesados*: con producción preferente pastoral.

* *Montes claros*: caracterizados genéricamente por ser su espesura normal una espesura incompleta y por presentar una producción preferente directa y no maderable.

Formas provisionales: cuando una masa se trata de manera que tiende a cambiar su forma cultural (fundamental o principal) de masa, y en tanto se consigue este cambio, se denomina forma provisional.

VI.2.- MÉTODOS DE BENEFICIO Y TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS.

Se puede definir inicial y globalmente que el conjunto de actuaciones que el selvicultor aplica sobre una masa para obtener y mantener alguna de las formas culturales definidas anteriormente, es un tratamiento selvícola.

Las prácticas selvícolas correspondientes a las formas fundamentales de masa, marcadas por el origen de los pies o procedimiento de regeneración, se han denominado **métodos de beneficio**. Esta clásica denominación tiende al arcaísmo y al desuso, por lo que resulta indiferente en la actualidad hablar de método de beneficio o tratamiento de: *monte alto*, *monte bajo* y *monte medio*.

En relación con la obtención de las formas principales de masa, las caracterizadas por la edad de los pies, el conjunto de prácticas a aplicar se han denominado **tratamientos** (en sentido estricto), que son identificados por la manera de proceder en la corta que da lugar a la regeneración, por lo que también son conocidos como *tipos de corta* o *sistemas selvícolas*.

Según ha quedado apuntado, en el conjunto de operaciones que compone un **tratamiento selvícola** (*silvicultural system*, en inglés; *traitement sylvicole*, en francés; *waldbauliche behandlung*, en alemán; y *trattamento culturale*, en italiano), se pueden definir dos grandes grupos:

* *cortas de regeneración*: cuya finalidad es regenerar la masa y obtener, dentro de un método de beneficio, una forma principal de masa determinada. Se aplica en concordancia con la edad del turno o madurez, cuestión que será ampliada al hablar de los criterios de cortabilidad, y suele dar lugar a la mayor cantidad y calidad de productos maderables.

* *cortas de mejora*: también denominadas tratamientos parciales, que no están ligados en su aplicación a la edad de la masa, su objetivo no es regenerar sino mejorar las condiciones de vida, espesura y sanidad de la masa. En sentido estricto las cortas de mejora se aplican únicamente sobre la masa principal, dando lugar a obtener productos maderables intermedios. Si se aplica la denominación más genérica de *tratamientos parciales*, pueden incluirse dentro de este grupo operaciones a realizar sobre la vegetación accesoria o sobre el suelo.

Las cortas de regeneración sirven para caracterizar a los **tratamientos generales**, cuya sistemática se establece en función de la forma principal de masa a la que dan lugar:

* *Cortas continuas*: producen y mantienen masas regulares. Estudiaremos con detalle los siguientes tipos:

+ *Cortas a hecho*

+ *Cortas por aclareo sucesivo uniforme*

* *Cortas semicontinuas*: producen y mantienen masas semirregulares, entre las que se encuentran:

+ *Cortas por aclareo sucesivo por bosquetes*

+ *Cortas por aclareo sucesivo por fajas*

* *Cortas discontinuas*: producen y mantienen masas irregulares, entre las que trataremos:

+ *Cortas por entresaca*

+ *Cortas por huroneo*.

En relación con el resto de formas culturales de masa definidas anteriormente se clasifican otros tipos de tratamientos:

Tratamientos complementarios: producen y mantienen las formas complementarias de masa.

Tratamientos derivados: producen y mantienen las formas derivadas de masa.

Tratamientos transitorios: generan las formas provisionales de masa y cesan cuando se ha conseguido el objetivo del cambio de forma cultural. Dos grandes tipos se incluyen en este grupo:

* *Tratamientos de transformación*: cuando se modifica la forma principal de masa.

* *Tratamientos de conversión*: cuando se modifica la forma fundamental de masa.

A modo de resumen se inserta el Cuadro VI.1, donde se relacionan las formas de masa con los tratamientos.

FORMAS CULTURALES DE MASA					
<i>TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS</i>					
FORMAS FUNDAMENTALES			FORMAS PRINCIPALES		
<i>MÉTODOS DE BENEFICIO</i>			<i>TRATAMIENTOS GENERALES</i>		
Monte alto	Monte bajo	Monte medio	Regulares	Semirregulares	Irregulares
			<i>CORTAS CONTINUAS</i>	<i>CORTAS SEMICONTINUAS</i>	<i>CORTAS DISCONTINUAS</i>
			* <i>Cortas a hecho</i> * <i>Cortas por aclareo sucesivo uniforme</i>	* <i>Cortas por aclareo sucesivo por bosquetes o por fajas</i>	* <i>Cortas por entresaca</i> * <i>Cortas por huroneo</i>
FORMAS COMPLEMENTARIAS			FORMAS DERIVADAS		
<i>TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS</i>			<i>TRATAMIENTOS DERIVADOS</i>		
* Masas con reserva * Masas con subpiso * Masas con varios pisos			* Montes adeshados * Montes claros		
FORMAS PROVISIONALES					
<i>TRATAMIENTOS TRANSITORIOS</i>					
<i>Tratamientos de conversión (varía forma fundamental)</i>			<i>Tratamientos de transformación (varía forma principal)</i>		

CUADRO VI.1.- Resumen de la nomenclatura sobre formas culturales de masa y tratamientos. Las formas de masa figuran en negrita y los tratamientos en cursiva.

VI.3.- Criterios de cortabilidad y otros conceptos.

Tras la enumeración en los epígrafes precedentes de las formas de masas forestales y de los tratamientos que las producen y mantienen, lo que puede servir de índice a los siguientes capítulos de este texto, conviene hacer referencia a algunas cuestiones fundamentales previas para mejor comprender las explicaciones sobre los tratamientos selvícolas. Entre ellas se encuentran: los criterios de cortabilidad; la posibilidad; los señalamientos; la época de corta; y las divisiones del monte o unidad administrativa de gestión.

La determinación del momento en que se debe realizar el aprovechamiento final, a través de las cortas de regeneración para sustituir la masa vieja regular o semirregular, para estos dos casos se trata de la fijación del turno, o la determinación del diámetro máximo en la composición de la masa irregular, es fundamental en la planificación y ejecución de la selvicultura. Estas determinaciones se pueden realizar atendiendo a diferentes *criterios de cortabilidad*, cuyo fundamento puede ser alguno de los siguientes:

* *criterios físicos*: observando el estado fisiológico de los pies a lo largo del tiempo, en función de la especie y la estación, se determina que deben ser apeados cuando entran en decrepitud. Un ejemplo típico de la aplicación de este criterio es la fijación del turno para el alcornoco, que a partir de una determinada edad produce un corcho de escaso calibre o se dificulta la extracción del mismo.

* *criterios tecnológicos*: basados en determinar la edad para el apeo en que los árboles hayan alcanzado y no sobrepasado un determinado diámetro o altura necesarios para la obtención de piezas de madera de una dimensión mínima o permitir un concreto despiece. La moderna tecnología de la madera ha dejado con poca vigencia la aplicación de este tipo de criterios, pero fueron muy aplicados en la construcción naval o en la producción de traviesas de ferrocarril. Un ejemplo actual de aplicación podría ser la obtención de trozas de chopo de suficiente diámetro para poder proceder a un desenrollo de suficiente rendimiento.

* *criterios económicos*: engloban los procedimientos que tienden a maximizar el beneficio económico, de los cuales el más simple es la fijación del turno de máxima renta en especie como quedó explicado en el Capítulo III. Con mayor complejidad se pueden mencionar los criterios de máxima renta financiera o los modelos multicriterio. Estos criterios son los que preferentemente se aplican en selvicultura intensiva.

* *criterios selvícolas*: que tienden a determinar el momento de la regeneración por motivos selvícolas como pueden ser: protección del suelo, liberación de competencia sobre el regenerado, defensa contra plagas o enfermedades, etc... La aplicación de este tipo de criterios suele imponer un sacrificio de cortabilidad respecto de los criterios económicos. Un ejemplo de su aplicación se puede referir al caso del abeto, especie en la que a partir de ciertas edades aumenta la frecuencia de pies afectados por pudriciones de tronco, por lo que la regeneración debe anticiparse a las mismas.

En cada caso, en función de la producción preferente, la especie y la estación, se tenderá a preferir un tipo de criterio para fijar la madurez de la masa, dicho en sentido amplio, o el turno si nos referimos a masas regulares y semirregulares. En la práctica la duración de los turnos es muy variable, mucho más cortos en el método de beneficio de monte bajo que en monte alto. A título indicativo se pueden mencionar para el monte bajo regular: 3 o 4 años sobre choperas para celulosa; 12 a 16 años sobre eucaliptales; 20 a 25 años sobre quercíneas para leñas y carbón; y 30 a 60 años sobre castaño para madera.

En monte alto regular los turnos oscilan entre: 20 a 35 años sobre pino insigne o gallego para madera; de 80 a 120 años sobre la mayor parte de nuestras especies autóctonas con criterio de máxima renta en especie; y se puede referir como máxima cifra la de 400 años para producciones de fruto en encina.

Otro concepto importante para comprender la aplicación de los tratamientos y la práctica de la selvicultura es el de **posibilidad**. La posibilidad se puede definir como lo que el monte produce y que debe ser calculada previamente a su extracción. Se deduce del inventario forestal y de la programación temporal de cortas que cada tratamiento requiere. Se refiere a la unidad dasocrática básica que luego se comenta, el cuartel. Se suele expresar, para producciones maderables, en m³/ha/año, unidades similares a las que expresan los crecimientos, lo que no debe inducir a confundir los conceptos. Los crecimientos maderables, según los casos, pueden ser menores, iguales o mayores que la posibilidad.

El cálculo o la determinación de la posibilidad se realiza unas veces por cabida y otras, mas frecuentes, por volumen, lo que a su vez condiciona la manera de realizar el **señalamiento**. El señalamiento es el modo de materializar sobre el terreno los pies que deben ser apeados en cada corta, designados en función del objetivo de la misma, su cuantía orientada por el cálculo de la posibilidad y su identificación inequívoca en el monte. Los aspectos legales y administrativos de los señalamientos y de los consiguientes aprovechamientos son variables según el régimen legal de los montes y constituyen un contenido importante de la legislación forestal. Los aspectos técnicos relacionados con el objetivo de la corta corresponden a la selvicultura y los relacionados con la extracción de los pies a la asignatura de Aprovechamientos Forestales.

Un aspecto selvícola muy importante en relación con las cortas de arbolado es la fijación de la **época anual de corta**. La correcta elección de la época de corta en cada caso dependerá de:

* *objetivo de la corta*: según que sea de regeneración o de mejora se impondrán restricciones, como por ejemplo esperar a la maduración de las semillas.

* *forma fundamental de masa*: en el monte bajo la mejor regeneración se consigue cortando a savia parada.

* *riesgo de plagas o enfermedades*: la presencia de fustes apeados recientemente y de despojos de corta en algunas épocas puede favorecer la progresión de plagas o enfermedades.

* *momento de maduración y diseminación*: en relación con la posible recogida de semillas sobre pies apeados.

* *efectos sobre la calidad de la madera*: la época de corta puede favorecer defectos en la calidad de la madera obtenida. Por ejemplo, un secado demasiado rápido que favorece la aparición de fendas, o bien la inducción de hongos saprofitos como el que produce el azulado de la madera.

Terminamos este epígrafe dedicado a conceptos previos con una referencia a las diferentes formas de abordar la **división del monte**.

En la gestión de los montes se adoptan diferentes tipos de división según sus posibles fines: selvícola; inventarial; y de gestión definitiva o división dasocrática o de ordenación.

En relación con aspectos selvícolas, se anticipó en el Capítulo II el concepto de *rodal*, espacio de superficie variable en el que la constancia de estación y de estructura del vuelo permiten una correcta descripción, una homogeneidad en la producción preferente y un tratamiento común a todo el espacio. La unidad territorial bajo gestión, definida por líneas administrativas, el *monte*, queda así dividida en unidades menores que simplifican el estudio, la descripción y la toma de decisiones selvícolas. Ya quedó apuntado que unidades menores al rodal reciben los nombres de *bosquete*, *grupo* y *golpe*.

En relación con la división que de un monte se realiza a efectos de proceder a su inventario, división inventarial, las unidades varían en número y tamaño en función de la heterogeneidad de la masa y del tipo de inventario a aplicar. El conjunto del monte puede ser dividido en *estratos*, considerados como distintas poblaciones por sus notables diferencias, que a su vez son divididos en la unidad básica inventarial, el *cantón*.

En relación con la división dasocrática o de gestión definitiva, el monte o unidad administrativa queda estructurado en *cuarteles*. El cuartel es la unidad básica de la ordenación de montes y es sobre el que, en toda su extensión territorial y temporal, se aplica el tratamiento selvícola. Los cuarteles con similar producción preferente pueden agruparse en *secciones*. El cuartel, en función del tratamiento a que sea sometido, se subdivide en unidades elementales de gestión como son: *tranzones*, cuando se aplican cortas a hecho; *tramos*, cuando se aplican cortas por aclareo sucesivo; *parcelas* o *tramos de entresaca* cuando se aplican cortas discontinuas.

Todo lo que en adelante se explique, salvo indicación en contrario, respecto de la aplicación de tratamientos se referirá al conjunto de un cuartel.

VI.4.- Ventajas e inconvenientes de las formas culturales de masa.

Aunque al explicar posteriormente los tratamientos y las masas que de ellos se derivan, se enumerarán y comentarán con mayor detalle sus ventajas e inconvenientes, a modo de introducción avanzamos unos comentarios sobre los tipos de masas forestales, en forma de repertorio de ventajas e inconvenientes, que permitan tener una visión conjunta de los tratamientos.

VI.4.1.- Masas puras y mixtas.

Las masas puras en grandes extensiones se presentan de forma espontánea, independientemente de las mezclas de edades aunque con tendencia a la regularidad, ligadas bien a la recurrencia de catástrofes naturales (vendavales, fuego, aludes, etc...), bien a la presencia de unas extremadas condiciones ecológicas. No obstante, en nuestras latitudes no es frecuente la presencia natural de masas puras, estando las masas naturales o no intervenidas compuestas frecuentemente por dos o más especies. La consecución de formas culturales de masa a partir de estas formas naturales, plantea el problema de la elección de la especie o especies principales, que se verán favorecidas por el tratamiento selvícola y que serán las productoras principales de los bienes y servicios del monte. La elección de masa pura o mixta y de la especie o especies principales estará basada en el conocimiento de la estación y de los caracteres culturales de las especies implicadas, se realiza conjugando criterios ecológicos o selvícolas y económicos, todo ello orientado por las ventajas e inconvenientes que se resumen a continuación.

Ventajas de las masas puras:

- 1.- Si el valor comercial de los productos proporcionados por la especie principal elegida es alto, favorecer su presencia exclusiva presenta una ventaja de tipo económico.
- 2.- Al no existir incompatibilidades entre el temperamento de varias especies en las masas puras, se presenta la ventaja de tipo selvícola de que el tratamiento es más simple y por tanto con mayor seguridad de éxito, junto a la ventaja de tipo económico del menor coste.

Inconvenientes de las masas puras:

- 1.- Mayor sensibilidad de las masas puras frente a daños bióticos.
- 2.- Los daños por nieves y viento pueden ser mayores que en las masas mixtas.
- 3.- Las posibilidades de regeneración natural tras los incendios pueden ser más diversas en las masas mixtas.

Cuando en una masa mixta el temperamento de todas las especies presentes es similar, es relativamente sencillo mantener la composición específica tras la regeneración y la buena estabilidad de la masa. Por el contrario, si los temperamentos de las especies implicadas son diferentes, existirá una tendencia natural al dominio de una de ellas, por lo que el tratamiento deberá suponer una intervención constante para asegurar la composición deseada. Las ventajas e inconvenientes de las masas mixtas tienden a ser opuestos a los enunciados para las masas puras.

Ventajas de las masas mixtas:

- 1.- Tienen la ventaja de tipo selvícola de ser más estables frente a plagas, enfermedades, vendavales y nieve. Tienen más variadas alternativas de regeneración natural tras los incendios.
- 2.- Desde el punto de vista económico, ofertan mayor diversidad de productos.

Inconvenientes de las masas mixtas:

- 1.- Menor productividad en especie o financiera.
- 2.- Mayor complejidad en el tratamiento, con mayor riesgo de fracaso y coste.

VI.4.2.- Formas principales de masa.

Las masas regulares, frecuentemente consecuencia de un tratamiento selvícola, también se presentan de forma espontánea tras la acción de catástrofes naturales y formadas por especies de temperamento robusto.

Ventajas de las masas regulares:

- 1.- Tratamientos simples, de mayor probabilidad de éxito y de menor coste que en las masas irregulares, presentando esta ventaja un carácter selvícola y económico a la vez.
- 2.- Control de la regeneración más sencillo.
- 3.- Proporcionan productos maderables más homogéneos y de mejor venta y calidad.

Inconvenientes de las masas regulares:

- 1.- En general, mayor debilidad frente a daños bióticos y abióticos que las masas irregulares.
- 2.- En montes de pequeño tamaño no es fácil asegurar la constancia temporal de rentas.
- 3.- Proporcionan menor defensa al suelo e inducen en mayor medida la invasión del matorral.
- 4.- Su aplicabilidad está condicionada por la facilidad de regeneración de las especies implicadas.

Las masas irregulares constituyen, sobre todo mediante una mezcla de edades por bosquetes o con notables carencias de densidad de una o varias clases de edad, la estructura de las formaciones climácicas, como se explicó en el Capítulo III.

Ventajas de las masas irregulares:

- 1.- Mayor resistencia frente a daños bióticos y abióticos, salvo frente al incendio.
- 2.- En montes de pequeño tamaño o superficie aseguran la constancia temporal de las rentas.
- 3.- Aseguran mejor protección al suelo, a la vez que aprovechan mejor los recursos edáficos al estratificar los sistemas radicales para algunos modos de enraizamiento.
- 4.- Es más viable la regeneración natural en especies o estaciones con dificultades.

Inconvenientes de las masas irregulares:

- 1.- Los tratamientos son más complicados y costosos.
- 2.- Dificil aplicación a especies de luz.
- 3.- Producciones maderables de dimensiones heterogéneas y de peor calidad.
- 4.- En general, menor productividad en especie y/o financiera.

VI.4.3.- Formas fundamentales de masa.

Teniendo en cuenta que el método de beneficio de monte alto es el único posible en las especies que no tienen capacidad de brotar, compararemos las formas fundamentales monte alto y monte bajo para los casos de posible instalación de ambos.

Ventajas del monte alto:

- 1.- Al ser más frecuente el nacimiento de individuos, hay una mejor selección y diversidad genéticas.
- 2.- No se produce el inconveniente del envejecimiento de las cepas.
- 3.- Se obtienen productos maderables de mayor altura y diámetro.

Inconvenientes del monte alto:

- 1.- Mayor dificultad en la regeneración que en el monte bajo.
- 2.- Salvo que se supere la edad máxima para poder brotar, o la espesura sea muy alta, el apeo de individuos para reducir la competencia, al mantenerse viva la cepa en las especies con capacidad de brotar, no elimina la competencia con eficacia.
- 3.- Los turnos en monte alto, a igualdad de especie y estación, son más largos que en el monte bajo.

Ventajas del monte bajo:

- 1.- Regeneración segura e inmediata.
- 2.- Aplicación de turnos cortos con bajo coste en la gestión.
- 3.- Productos maderables de gran homogeneidad y con fácil mecanización de las operaciones de extracción.
- 4.- Cuando los productos maderables que produce mantienen buenas aplicaciones industriales (trituración, celulosa, energética,...), la rentabilidad es mayor que en monte alto.

Inconvenientes del monte bajo:

- 1.- Degradación y envejecimiento de las cepas tras varios recepes, lo que obliga periódicamente a regenerar por brinzales.
- 2.- Escasa diversidad genética en las masas, con un consecuente mayor riesgo de daños bióticos.
- 3.- Pérdida aparente de la calidad de la estación por una reducida traslación de las cepas.
- 4.- Muchos de los montes bajos españoles tradicionalmente destinados a producción preferente energética han perdido interés económico en la actualidad.

VI.4.4.- Formas complementarias de masa.

Las formas complementarias de masa se diseñan y emplean para mejorar algún aspecto selvícola respecto de las formas principales, por lo que sus ventajas son de esta naturaleza y los inconvenientes de tipo económico.

Ventajas de las formas complementarias:

- 1.- Tienden a ser más estables que las masas regulares.
- 2.- Son ecológicamente más completas que las formas de las que derivan.

Inconvenientes de las formas complementarias:

- 1.- Complicación y encarecimiento de la gestión.
- 2.- Pérdida relativa de rentabilidad.

VI.4.5.- Formas derivadas de masa.

Las formas derivadas de masa se diseñan y emplean para mejorar algún aspecto económico respecto de las formas principales, por lo que sus ventajas son de esta naturaleza y los inconvenientes de tipo selvícola. Las ventajas e inconvenientes que se enumeran se refieren a los tipos característicos de la silvicultura mediterránea.

Ventajas de las formas derivadas:

- 1.- Incremento de las producciones directas no maderables.
- 2.- Posibilidad de diversificación de producciones en el mismo lugar y tiempo.
- 3.- La estructura y tratamiento de los montes claros mediterráneos les hace menos peligrosos en relación con los incendios.

Inconvenientes de las formas derivadas de masa:

- 1.- Dificultades en la regeneración a causa de las bajas espesuras o de los aprovechamientos pastorales.
- 2.- Las bajas espesuras inhabilitan estas formas de masa para estaciones con riesgo de erosión.

VI.5.- Regeneración de las masas forestales.

La regeneración de las masas forestales puede ser clasificada, en principio, como natural o artificial. Se propone, inicialmente, como definición de regeneración natural la siguiente: proceso por el que en un espacio dado se produce la aparición de nuevos pies de distintas especies forestales sin intervención de la acción directa o indirecta del hombre. Tras este planteamiento inicial, cabe preguntarse por las causas, o más bien por las situaciones o circunstancias, en que esta regeneración natural aparece.

Una propuesta en este sentido es que cuando se observa la regeneración natural, planteada en sentido amplio, puede ser conveniente informar si es como consecuencia de alguna de las siguientes situaciones (SERRADA, 2003):

1.- Regeneración natural en espacios sin variación anterior de la espesura de la masa preexistente. Se trata de un proceso por el cual, especies presentes o especies que no forman parte del vuelo de la masa inicial, incrementan su presencia tras una diseminación, germinación e instalación de nuevos brinzales. Este proceso podría ser denominado *colonización*. Es un proceso permanente en la naturaleza. Sobre montes más o menos degradados, o sobre terrenos agrícolas abandonados, se manifiesta muy frecuentemente al cesar los tratamientos anticulturales o el pastoreo. Se puede dinamizar con acciones como desbroces selectivos y prevención de incendios. Tiende a dar como resultado masas irregulares y mixtas.

2.- Regeneración natural en espacios que han sufrido fuertes perturbaciones. Las más frecuentes en nuestros montes son los incendios, los vendavales, los aludes y la acción de plagas y enfermedades. En función de las especies afectadas, la fuente de semillas y la naturaleza de la perturbación, manifiesta diferentes velocidades y resultados. Se favorece con estrictos acotados al pastoreo. En el caso de incendios tienden a aparecer masas regulares. Este proceso podría ser denominado *restauración*.

3.- Regeneración natural en montes tratados por cortas de regeneración. Es el proceso consecuente con un determinado modo de tratamiento de las masas forestales que es ejecutado, precisamente, con la intención de renovar el vuelo. La composición específica y la estructura de la masa resultante pueden adoptar muy diferentes formas según el sistema selvícola aplicado. Es lo que en Selvicultura se denomina, en sentido estricto, *regeneración natural*.

Los procesos enumerados participan de mecanismos, factores y condicionantes comunes, su estudio en todo caso es de gran interés en la Selvicultura, pero puede resultar trascendente, para fijar el procedimiento de estudio y para elaborar las conclusiones del mismo, concretar si el caso es una colonización, una restauración o una regeneración como consecuencia de cortas.

De acuerdo con el principio de persistencia de la masa enunciado en la definición de Selvicultura, la regeneración de la masa forestal una vez alcanzada su madurez, y como consecuencia de las cortas de regeneración, es la operación más importante de la actividad selvícola. Respecto de ella se diseñan y organizan los tratamientos.

Para clasificar los modos o procedimientos posibles de regeneración, teniendo en cuenta lo expuesto al explicar el carácter cultural de la reproducción en el Capítulo V, se puede partir de la siguiente enumeración:

* *regeneración natural en monte alto o por semillas*

* *regeneración natural en monte bajo o por brotes*

* *regeneración artificial.*

La regeneración natural en monte bajo es inmediata a la corta y se produce con seguridad, siempre que se respeten las prácticas ortodoxas del método de beneficio. Las referencias expuestas sobre esta cuestión en el Capítulo V y las que se harán más adelante, excusan ampliar en este momento.

Se dedica, por tanto, este epígrafe a definir, comentar los condicionantes y factores, y a comparar las ventajas e inconvenientes de la regeneración natural tras las cortas por semillas, o simplemente regeneración natural, y de la regeneración artificial.

VI.5.1.- Regeneración natural.

Se pueden plantear dos definiciones para la regeneración natural de las masas forestales. La primera considera la regeneración natural (DANIEL *et al.*, 1982), por oposición a la regeneración artificial, como aquella que se produce sin intervención humana en lo referente a la distribución de la semilla y su germinación, aunque se apliquen ayudas sobre el vuelo o sobre el suelo para facilitar la germinación y mejorar la viabilidad de las plántulas.

La segunda definición (LANIER, 1986) se centra en concretar el origen de la semilla. Se define como regeneración natural aquella cuyas semillas proceden de los pies del rodal que se está tratando. Bajo esta definición se incluye la actividad que consistiera en recolectar semillas del rodal a regenerar, almacenarlas debidamente y proceder más adelante a su siembra o incluso a producir planta en un vivero para posteriormente, y tras una correcta preparación del suelo, instalarlas en el rodal a regenerar. Los autores que aceptan esta definición se refieren a esta última hipótesis como regeneración natural ayudada. Salvando esta excepción, ambas definiciones son coincidentes.

La regeneración natural, obtenida ordinariamente por la dispersión de las semillas de la masa que se está tratando, constituye la herramienta básica de trabajo en la selvicultura extensiva, mientras que la aplicación de la regeneración artificial o de la natural en monte bajo, tiende a definir a la selvicultura intensiva, todo ello salvando numerosas excepciones.

Se insiste en que la consecución de la regeneración natural suele requerir la aplicación de ayudas previas y cuidados posteriores, además de una correcta planificación de las cortas en consonancia con la estación y con los caracteres culturales de la especie o especies de que se trate. El modo en que se consigue la regeneración natural en el tiempo y en el espacio condicionará en gran manera la composición, la estructura y la evolución de la nueva masa. Los factores y condicionantes que influyen en la regeneración natural son muy variados, difíciles de enumerar y de cuantificar. Un intento, de gran utilidad didáctica, de sistematizar y agrupar este análisis se encuentra en la obra de DANIEL *et al.* (1982) al hablar del triángulo de la regeneración natural: las semillas; el medio de germinación; y la estación. En la figura VI.1 se reproduce la propuesta comentada.

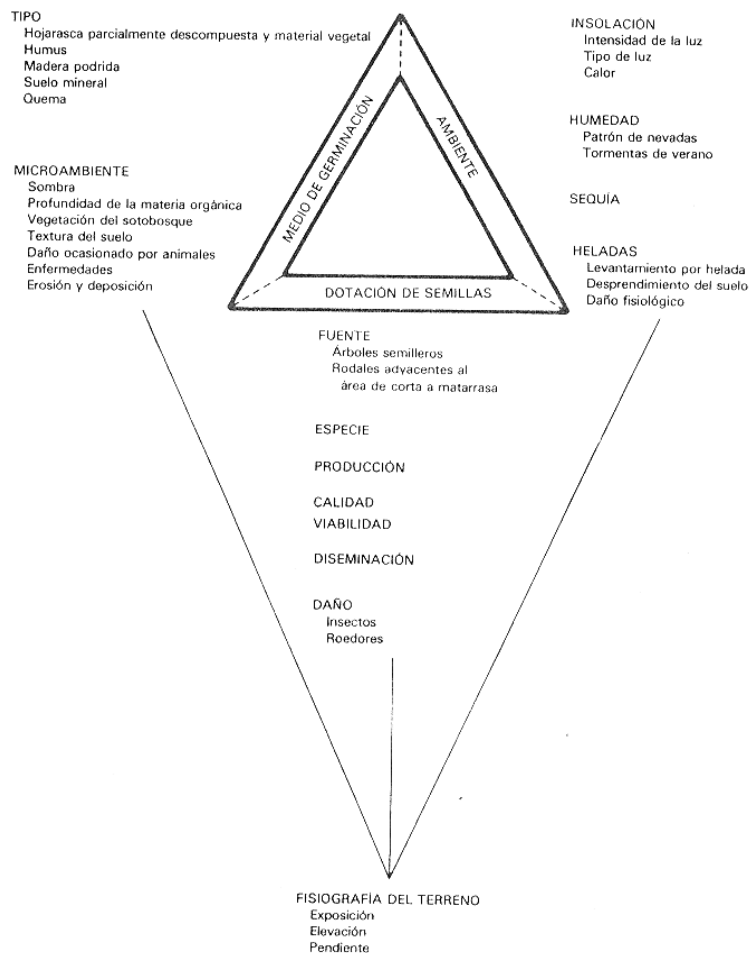


FIGURA VI.1.- Factores que afectan al establecimiento y a la supervivencia de plántulas de *Picea*. (De Roe et al., 1970)

Por otra parte, HAWLEY y SMITH (1982) enumeran los pasos o etapas de la regeneración natural, de los que se pueden deducir los factores y condicionantes que sobre ella influyen:

- * suministro de semillas: madurez de la masa, fertilidad, vecería de la especie, ...
- * dispersión de la semilla: predación, procedimiento (viento, animales, gravedad, agua,...)
- * germinación: absorción de humedad, temperatura, desarrollo de la raíz, predación, competencia de herbáceas, ...
- * supervivencia de las plántulas durante el primer año, hasta alcanzar la edad natural de repoblado, que puede estar amenazada por: plagas, enfermedades, predación, exceso o defecto de luz según el temperamento, heladas, sequías, ...

Trataremos de resumir presentando las *condiciones y factores que influyen en la regeneración natural*, agrupándolos en cinco bloques, a la vez que se comentan respecto de cada uno de ellos las posibilidades de mejora que el selvicultor puede tratar de aplicar:

1.- Factores referentes a la estación.

La regeneración natural sólo se puede obtener cuando la especie se encuentra en condiciones favorables de los factores ecológicos que definen su estación. Si se trata de regenerar una masa natural, esta condición podría estar garantizada y resultar ocioso el comentario. Sin embargo se pueden plantear tres hipótesis en las que está justificado el análisis: los casos de localización marginal de estación de masas naturales enfrentarán mayores problemas; la regeneración natural de masas artificiales; y, finalmente, si se confirma la hipótesis del cambio climático, en algunos lugares podría plantearse la imposibilidad de regeneración de una especie ya instalada por causa de una aridificación del clima.

En relación con este grupo de factores, la regeneración natural es especialmente sensible a condiciones meteorológicas extremas, siendo un frecuente motivo de fracaso las germinaciones prematuras, que pueden sufrir heladas tardías, o las germinaciones tardías, que dan lugar a plántulas poco desarrolladas en la estación seca.

De forma directa las posibilidades de actuación del selvicultor en relación con este grupo de factores son inexistentes. Indirectamente hay que tenerlos en cuenta respecto de la elección de composición específica de la masa y para aplicar cautelas mayores en los casos de marginalidad estacional.

2.- Factores referentes a la masa.

La regeneración natural sólo se produce a partir de árboles fecundos, por lo que la masa a regenerar deberá tener madurez y producción suficiente de semilla. Se pueden favorecer la cantidad y la calidad de la fructificación, siempre teniendo presente la dificultad que entraña la *vecería* de algunas especies, con las siguientes actividades:

- * la aplicación de cortas preparatorias previas a la regeneración, que al reducir la espesura global proporcionando mayor iluminación a las copas de los pies de la masa, aumentan la calidad y la cantidad de la fructificación.

- * selección de pies portagranos de alta producción, según las modalidades de corta que luego se estudian, para asegurar abundante diseminación en la zona a regenerar.

- * aunque no es frecuente, podrían aplicarse tratamientos parciales de mejora de la fructificación sobre la masa a regenerar como son las podas y las fertilizaciones.

- * escoger la edad más adecuada para cada especie y estación.

- * aplicar las cortas de regeneración en la época del año en que se haya completado la maduración. De esta forma, los pies extraídos o bien ya han diseminado o bien depositan alta densidad de semillas en la zona donde queda depositada su copa y la diseminación de los árboles que quedan en pie se produce en zonas con menor espesura.

- * control de patógenos que puedan reducir la fructificación sobre la masa en tratamiento.

3.- Factores referentes a la superficie del suelo.

Independientemente de que las propiedades del suelo (profundidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, fertilidad, ausencia de disfunciones y estado de micorrización) sobre el que se asienta el rodal serán concordantes con la especie, como ha quedado explicado al referir el grupo de factores relacionados con la estación, las condiciones superficiales del suelo deberán ser adecuadas para la germinación de las semillas y para el desarrollo inicial de las plántulas.

Las causas de las dificultades puede ser alguna o algunas de las siguientes:

- * presencia de compactación superficial, provocada frecuentemente por pastoreo o por paso de maquinaria, que dificulta el contacto de la semilla con la tierra mineral y sobre todo el adecuado enraizamiento.

- * presencia de abundantes despojos orgánicos, hojarasca, ramillas, etc..., procedentes bien de los despojos de corta, bien de una defectuosa descomposición anterior, que impide la germinación por evitar el contacto de la semilla con la tierra, o que provoca enraizamientos con el cuello de la raíz sobre el nivel del suelo y/o con la radícula retorcida.

- * presencia de un tapiz herbáceo denso y continuo, que además de impedir el contacto de la semilla con la tierra, en caso de germinación dificulta el enraizamiento mecánicamente y por competencia por agua y por nutrientes.

- * presencia de abundante matorral, con efectos similares a los descritos para el herbazal, aunque con menor importancia en esta fase del proceso.

Se deduce de lo expuesto la conveniencia y posibilidad de aplicar ayudas a la regeneración natural en relación con este grupo de factores, tratamientos a aplicar sobre el suelo o sobre el vuelo. Relacionando los problemas enunciados con sus soluciones podemos resumir:

- * para casos de compactación de capas de suelo superficiales se deben aplicar escarificaciones o gradeos, labores que con inversión de la tierra, mullen un espesor de 5 a 20 cm. La ejecución puntual suele ser manual, mientras que para aplicaciones en fajas o a hecho se hace mecanizadamente. Este tipo de labores sirve además para incorporar despojos orgánicos, reducir el herbazal y matorrales de poca espesura o talla.

- * para la presencia de abundantes despojos orgánicos, además de aplicar la escarificación o el gradeo, se puede optar por los decapados, que acumulan los despojos en cordones o montones, la eliminación por quema en montones, o por la eliminación por quema a hecho, operación que debe ser sometida a diversas restricciones sobre condiciones de masa y estación y de ejecución.

- * para casos de herbazal continuo la mejor opción es la escarificación o el gradeo. La siega o el pastoreo previos conducen a mayor densidad de los sistemas radicales de las herbáceas. El problema en la aplicación de esta ayuda estriba, bien en el coste, bien en que no es de fácil mecanización por la pendiente o por la espesura de la masa, bien por el riesgo de erosión hídrica que puede inducir.

* para los casos de presencia de matorral, la solución es un desbroce, que puede plantearse por roza o por arranque en cuanto a la acción sobre el matorral, y como manual o mecanizado en relación con el modo de ejecución, atendiendo en cada caso a la eliminación de los despojos. Sobre equipos y procedimientos a aplicar en los trabajos descritos en este punto y anteriores, se ampliará información en el capítulo dedicado a los tratamientos parciales.

En cada caso, según la especie, la estación y el problema planteado se optará por una o varias ayudas a la regeneración, combinando eficacia, coste y que no haya riesgo de erosión. En este sentido hay que hacer notar que resulta frecuente que una correcta ejecución de las operaciones de desembosque de los pies apeados en una corta de regeneración, produce escarificaciones que pueden ser suficientes y mejorantes del proceso de regeneración. Por el contrario, operaciones de saca de maderas mal diseñadas o ejecutadas provocan efectos nocivos: compactación de capas superficiales del suelo; aumento de la escorrentía sobre todo el monte o vías o calles de saca mal localizadas; daños sobre el diseminado y repoblado ya logrado; etc...

4.- Factores referentes al desarrollo del diseminado.

Una vez que se ha conseguido el diseminado, tras la superación de los posibles inconvenientes planteados en los factores anteriores, es necesario que el diseminado prospere. Puede ser perjudicado su desarrollo o existencia por causas abióticas, como la helada y la sequía, aspectos comentados en el grupo de factores estacionales. Puede ser afectado por agentes bióticos, predación, plagas o enfermedades, como se verá en el siguiente punto. Interesa, por tanto, resaltar ahora las causas de daños sobre el diseminado derivadas de la competencia y/o competición.

En cualquier masa que no está sometida a cortas de regeneración se puede observar o suponer que hay una diseminación más o menos abundante o continua, que nacen los brinzales, pero que no hay viabilidad para ellos. Es la espesura, entendida en sentido genérico, la que impide su crecimiento o provoca su muerte. Es indispensable reducir la espesura, en la forma adecuada al temperamento de cada especie, para conseguir la regeneración natural. Detallamos las posibles circunstancias de competencia o competición sobre el diseminado:

* la *masa principal remanente*, cuya espesura inicial ha sido disminuida por las cortas de regeneración, provoca sobre el diseminado aparecido tras dichas cortas una reducción de la iluminación que impide su desarrollo en mayor o menor grado según el temperamento de la especie a regenerar. En este análisis (intensidad de corta y plazos) están basados los distintos métodos de corta que serán explicados en capítulos sucesivos. También se produce una competencia por el agua y los nutrientes, pero de importancia relativa menor respecto de la luz. Este factor es causa frecuente de retrasos en la regeneración.

* la *masa accesoria*, herbazal y matorral, compiten con el diseminado por la luz, el agua y los nutrientes, por lo que se deben aplicar escardas y desbroces después de haber conseguido la regeneración.

* el *propio regenerado*, si se consigue con una excesiva densidad, provoca trastornos en su propio desarrollo, lo que hay que atender con cuidados culturales denominados clareos que más adelante se explican, y que junto con los cuidados culturales enumerados anteriormente, contribuyen a ir superando satisfactoriamente las clases naturales de edad.

5.- Factores referentes a la presencia de predación, plagas y enfermedades.

Entre la fauna silvestre abundan las especies granívoras, que antes o después de la diseminación, pueden reducir la cantidad de semilla disponible. Sin embargo, esta predación no suele comprometer, salvo excesivas concentraciones, la regeneración natural por lo que no es necesario actuar en este sentido. Incluso muchos mecanismos de zoocoria, basados en la aludida predación, colaboran a una buena dispersión de las semillas.

Más preocupante es la predación de herbívoros sobre los brinzales nacidos. La causa puede estar en herbívoros silvestres de pequeña talla (conejos, aves, etc...), herbívoros silvestres de gran talla (caza mayor), y ganado doméstico. Los primeros no suelen plantear problemas graves, los segundos si, lo que tiende a resolverse mediante cercados de las zonas en regeneración.

El ganado doméstico es una frecuente causa de fracaso de la regeneración natural en nuestro país. Desde el punto de vista administrativo se decreta el acotado al pastoreo de las zonas bajo cortas de regeneración, y también de las zonas incendiadas, produciéndose sanciones en caso de infracción. Para facilitar el pastoreo libre también se suele acudir a los cercados.

La presencia de plagas, perforadores y defoliadores, sobre los regenerados es ocasionalmente importante y se resuelve con la aplicación de insecticidas. Entre las enfermedades la que mayor incidencia puede tener es *damping-off*, respecto de la que no es posible en estas circunstancias aplicar medidas preventivas ni curativas.

La regeneración natural ayudada antes mencionada, recogida de semillas en el mismo rodal que se está tratando y posterior siembra o plantación, se aplica cuando la incidencia de factores explicados en este punto es grave. El coste de este tipo de regeneración tiende a ser más caro que el de la regeneración artificial a causa del proceso de recogida de semilla.

Cuestiones finales.- Para terminar este epígrafe conviene hacer mención a dos cuestiones importantes relacionadas con la cuantificación de la regeneración natural en masas forestales, independientemente del método de corta que se les aplique. Son de aplicación especialmente a las masas regulares pues, como se verá, la cuantificación de la regeneración en masas irregulares tiene aspectos inseparables del método de corta. Las dos cuestiones a tratar son la definición de la densidad suficiente y la clasificación de los pies del regenerado a efectos de inventario forestal.

La *definición de densidad suficiente* en la regeneración natural en monte alto de masas regulares debe hacerse atendiendo, entre otras cuestiones a:

* temperamento de la especie, debiendo ser la densidad superior cuanto más de sombra.

* calidad de la estación, pudiendo ser menor la densidad cuanto menor es la calidad.

* función preferente de la masa, por lo que la densidad inicial deberá ser concordante con la espesura normal al final del turno.

Por tanto, es difícil dar cifras respecto de la densidad suficiente o excesiva de una regeneración natural de este tipo, o lo que es lo mismo, en cada caso concreto se deberá proponer la densidad correcta. No obstante, se puede apuntar a título indicativo, que densidades del orden de 2.000 a 2.500 pies/ha, pueden considerarse suficientes para especies de luz en estaciones medianas tras cortas ordinarias para obtener masas regulares. Para especies de sombra en buenas estaciones las densidades suficientes se deben considerar a partir de 10.000 pies/ha, siendo valores del orden de 40.000 pies/ha excesivos, para la misma estructura de masa.

La *clasificación de los pies del regenerado* a efectos del inventario forestal es cuestión relacionada con lo explicado al tratar las clases naturales de edad y en *Dasometría*.

En la práctica habitual del inventario forestal se considera como diámetro mínimo inventariable 2,5 cm, estableciéndose una primera clase diamétrica denominada pies menores con diámetros normales entre 2,5 y 7,5 (marca de clase 5 cm, que podría corresponder con el latizal bajo de las clases naturales de edad si se ha iniciado la poda natural). La primera clase diamétrica de los pies mayores es la comprendida entre 7,5 y 12,5 cm (marca de clase 10 cm, correspondiente al latizal alto de las clases naturales de edad).

Se denomina en inventario forestal, por tanto, regeneración a los pies con menos de 2,5 cm de diámetro normal y que se corresponden con las clases naturales de edad de monte bravo, repoblado y diseminado que define la selvicultura, todo ello independientemente de que en la masa en estudio se hayan practicado cortas de regeneración.

Para clasificar las categorías de desarrollo del regenerado se propone la siguiente *clasificación*:

- 1.- pies de 1,30 m de altura hasta 2,5 cm de diámetro normal, equiparable a la clase natural de edad de monte bravo en todo caso, y con mayor propiedad si existe tangencia de copas.
- 2.- pies de 0,5 m a 1,30 m de altura, que podría ser equiparable a la clase de repoblado.
- 3.- pies de menos de 0,5 m de altura, correspondiente con la clase de diseminado.

El inventario de la regeneración natural por clases de desarrollo debe ser complementado con información acerca de su *viabilidad*. Pies que han permanecido durante muchos años en sombra, según su temperamento, pueden no responder a la puesta en luz. Daños inferidos por el ganado pueden dar lugar imposibilidad de desarrollo normal.

El inventario da una información instantánea del estado del regenerado, pero inventariar por estados de desarrollo y según viabilidad puede permitir una interpretación dinámica de tan importante proceso selvícola.

VI.5.2.- *Regeneración artificial.*

La regeneración que se consigue a partir de semillas de pies de masa diferente a la que se está tratando, según una forma de definir, lo que supone una acción humana para realizar la consiguiente siembra o plantación, según otra forma de definir, es la regeneración artificial.

Aplicando la regeneración artificial se puede, caso más frecuente, mantener la misma o mismas especies principales, o bien proceder, caso menos frecuente, a sustituir la especie principal. Algunos autores, especialmente de habla inglesa, utilizan el término regeneración artificial cuando no hay cambio de especie, emplean el término repoblación forestal o reforestación cuando se aplica una regeneración artificial con cambio de especie, y finalmente utilizan forestación para definir la introducción de una masa arbórea allí donde no existía previamente.

Nosotros emplearemos el término regeneración natural según ha quedado definido, regeneración artificial, indistintamente del cambio de especie o no, cuestión a aclarar en cada caso, y repoblación forestal, con sus sinónimos reforestación y forestación, para indicar la introducción de una masa forestal donde no existe previamente.

La aplicación de la regeneración artificial tiende a realizarse tras la extracción completa o casi completa de los pies de la masa principal que se está tratando, su ejecución es, normalmente, simultánea en toda la superficie a regenerar dando lugar a masas coetáneas, todo lo cual asocia a este tipo de proceder con las cortas continuas. No obstante, pueden plantearse excepciones.

Las técnicas necesarias para conseguir la regeneración artificial, incluido el estudio de semillas forestales y viveros, son las mismas que las empleadas en la repoblación forestal. Dada la gran variedad de técnicas y situaciones que la repoblación forestal impone en España, es tradicional separar estas enseñanzas de la impartición de la Selvicultura, por lo que no se incluyen las explicaciones en este momento y remitimos a otros textos (SERRADA, 2000). Nos limitamos a enumerar las ventajas e inconvenientes de la regeneración artificial, frente a las correspondientes a la regeneración natural, y en el marco de los tratamientos generales.

VI.5.3.- *Ventajas e inconvenientes de las formas de regeneración.*

Definidas las formas de regeneración se puede pasar a enumerar las ventajas e inconvenientes de una frente a la otra, todo lo cual podrá ayudar a tomar la decisión sobre cuál aplicar en cada caso en función de la especie, la masa, su objetivo preferente y la estación. Otra consecuencia de este breve análisis es que en la práctica de la selvicultura no se debe adoptar una postura exclusivista de un modo de regeneración respecto del otro. En la selvicultura extensiva especialmente, la regeneración natural será el objetivo principal, pero en caso de fracaso o demora excesiva, no es incompatible aplicar la regeneración artificial.

Ventajas de la regeneración natural:

1.- Se perpetúa el ecotipo supuestamente mejor adaptado a la estación, estableciéndose una selección genética positiva en el futuro de la masa.

2.- Derivado de lo anterior, los regenerados están mejor adaptados a las condiciones ecológicas y tendrán mayor resistencia a plagas, enfermedades y daños abióticos. Al ser la localización de los pies aleatoria, los que ocupan mejores emplazamientos según las propiedades edáficas tienen una mayor viabilidad y expectativas de crecimiento. Esta ventaja no se manifiesta en la regeneración natural ayudada.

3.- Al ser, en la regeneración natural, gradual la reducción de la espesura de la masa principal, el regenerado se beneficia de su protección, lo que es ventajoso en especies tolerantes.

4.- En este procedimiento se mantiene con menor alteración: la flora y la fauna edáficas; la flora fanerógama acompañante; y el microclima al nivel del regenerado.

5.- Se adapta mejor a la regeneración de masas mixtas compuestas por especies de diferente temperamento.

6.- Los pies de la masa reservada para mantener la diseminación, especialmente en especies de sombra, producen unos buenos crecimientos mientras dura la regeneración, lo que constituye una ventaja de tipo económico.

Inconvenientes de la regeneración natural:

1.- No siempre es fácil de conseguir, está sometida a múltiples probabilidades de fracaso, lo que obliga a mantener una gestión intensa e inversiones en ayudas.

2.- Requiere una gran dedicación, experiencia y seguimiento.

3.- Debe tener prevista la aplicación de ayudas (escarificaciones, desbroces, etc...) y cuando son necesarias, deben ser realizadas en un preciso momento.

4.- Los regenerados bien conseguidos, normalmente de densidad superior a la de los artificiales, comportan tratamientos parciales posteriores frecuentes y costosos.

5.- La regeneración natural debe conseguirse en un plazo muy determinado, si no se consigue se puede perder dicha posibilidad por la invasión de herbáceas o de matorral.

6.- Obliga en todo caso a excluir la ganadería en plazos más largos y de todo el territorio en regeneración.

Las ventajas e inconvenientes de la regeneración artificial podrían deducirse de la enumeración anterior, no obstante conviene repasarlas:

Ventajas de la regeneración artificial:

1.- Su aplicación permite planificar y ejecutar con precisión en el espacio y en el tiempo las cortas finales, asegurando el éxito de la regeneración.

2.- Pueden evitarse los problemas por daños bióticos y abióticos en los primeros años de vida de las plantas, al poderse aplicar en el vivero tratamientos fitosanitarios y poder regular las condiciones de humedad y temperatura.

3.- Se aplica para sustituir masas que, aunque sean de origen natural, presentan individuos genéticamente deficientes por variedades de mayor productividad o resistencia. Las masas naturales deficientes pueden provenir de prácticas anticulturales.

4.- Planteamos como ventaja el hecho de que el coste de la regeneración artificial es equiparable al de la regeneración natural cuando se aplican ayudas o mejoras sobre el suelo, pues la diferencia estará únicamente en la siembra o plantación.

5.- Es la única vía de reparar los fracasos que se han podido producir en la regeneración natural.

6.- Permite acortar los períodos de acotamiento al pastoreo.

7.- Su aplicación es sencilla y rápida, y se puede regular la densidad inicial de la masa desde el origen para ahorrar posteriores tratamientos parciales.

Inconvenientes de la regeneración artificial:

1.- La aplicación a especies de temperamento delicado es difícil.

2.- Requiere control y seguridad en la calidad genética de la semilla empleada, pues en caso contrario no sólo degenera la masa en regeneración sino también las colindantes.

3.- No se adapta bien a la regeneración de masas mixtas de especies de distinto temperamento.

4.- Se alteran en mayor medida el suelo y la vegetación.

5.- Existe el riesgo de que el regenerado no tenga una buena adaptación estacional, aún cuando esté garantizada la calidad genética, por errores en los estudios de homologación. La colocación sistemática de los pies en el espacio puede no aprovechar las relativamente mejores localizaciones edáficas.

VI.6.- Bibliografía.

DANIEL, P.W.; HELMS, U.E. y BAKER, F.S. - 1982. *Principios de Silvicultura*. Mc Graw Hill. México.

DIRECCIÓN GENERAL DE MONTES, CAZA Y PESCA FLUVIAL. - 1970. *Instrucciones para la Ordenación de Montes Arbolados*. Ministerio de Agricultura. Madrid.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Silvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y de los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

LANIER, L. - 1986. *Précis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

SERRADA, R. - 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. 3ª Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.

SERRADA, R. - 2003. Regeneración natural; situaciones, concepto, factores y evaluación. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For. N° 15: 11 -15 (2003)*. Actas de la III Reunión sobre Regeneración Natural del Grupo de Silvicultura. Lourizán.

CAPÍTULO VII.- CORTAS A HECHO

VII.1.- DENOMINACIÓN

VII.2.- DEFINICIÓN

VII.3.- CLASES

VII.4.- PROCEDIMIENTO GENERAL

VII.5.- CORTAS A HECHO EN UN TIEMPO SIMPLES

VII.6.- CORTAS A HECHO POR FAJAS ALTERNANTES Y/O INTERMITENTES

VII.7.- CORTAS A HECHO EN DOS TIEMPOS

VII.8.- CONDICIONANTES GENERALES A LA APLICACIÓN DE LAS CORTAS A HECHO

VII.9.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS CORTAS A HECHO

VII.10.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS CORTAS A HECHO

CAPÍTULO VII.- CORTAS A HECHO.

VII.1.- Denominación.

El tipo de cortas al que se refiere este capítulo recibe las siguientes denominaciones:

Español: *cortas a hecho* y *cortas en blanco*. En México se denominan también *método de tala rasa* o *cortas a tala rasa*.

Francés: *coupes à blanc étoc* o *coupe rase* o *coupe unique*.

Inglés: *clear cutting*.

Alemán: *kahlschlag*.

Italiano: *a taglio raso*.

VII.2.- Definición.

Las cortas a hecho son cortas continuas que dan lugar a masas regulares, consistentes en la extracción total de los pies de la masa principal que forman el rodal en regeneración, en un corto período de tiempo.

Aunque no se excluye en principio que las masas resultantes sean mixtas, normalmente serán monoespecíficas.

La aplicación de cortas a hecho puede estar en relación con los tres mecanismos básicos de regeneración, lo que establece un primer e importante criterio de clasificación de las mismas: natural en monte bajo; natural en monte alto; y artificial. En este capítulo nos referiremos principalmente a la regeneración en monte alto, sea natural o artificial, pues la regeneración en monte bajo regular, que también aplica cortas a hecho (en este caso se pueden denominar *cortas a matarrasa*), será tratada en un posterior capítulo.

VII.3.- Clases.

Dentro del conjunto de cortas a hecho para regeneración en monte alto (natural o artificial), una primera división de sus clases se establece en relación con el plazo en que se extrae la masa principal:

* cortas a hecho *en un tiempo*, extrayendo en una sola vez todos pies del rodal.

* cortas a hecho *en dos tiempos* (*coupe unique avec réserve de semenciers*, en francés; *seed-tree method*, en inglés), que deja una reserva de árboles padre tras la principal y primera corta. Los árboles padre pueden quedar diseminados o en grupos.

Otra división de las cortas a hecho se puede realizar atendiendo a la forma y disposición espacial de las unidades superficiales de corta:

* cortas simples o sin restricciones de este tipo.

* cortas en fajas, de modo que las unidades de corta son largas y estrechas.

* cortas por fajas alternantes y/o intermitentes, según la disposición espacial y la frecuencia de las cortas.

VII.4.- Procedimiento general.

La descripción del procedimiento general de cada tipo de corta se hará enumerando los pasos que ordenadamente se dan para aplicarlo, con referencia a cuestiones que son generales en relación con todas sus posibles variantes, todo ello como introducción a la explicación con mayor detalle de dichas variantes.

Los pasos en la aplicación de las cortas a hecho son:

1°.- Inventario y formación del cuartel.

2°.- Determinación del turno (T).

3°.- División del cuartel en unidades de corta, denominadas *tranzones*, cuyo número puede ser igual al de años que tiene el turno, o bien igual a un submúltiplo del mismo.

n° de tranzones = T ó T/k; siendo k el periodo de intermitencia y submúltiplo de T.

La formación de menos tranzones que años tiene el turno implica que no se cortará todos los años, siendo recomendable esta práctica por conveniencia económica o por escasa superficie del cuartel. En este caso las cortas serán intermitentes (MADRIGAL, 1994).

4°.- La superficie o cabida de cada tranzón puede ser constante (constancia de posibilidad a igualdad de estación, *tranzones iguales*) o inversamente proporcional a la calidad de la estación de cada uno (*tranzones equiproductivos*).

5°.- La posibilidad se determina y señala por cabida. Cada año o período se cortan todos los pies (en una o dos fases, según la modalidad) del tranzón que corresponda, se procede a la saca de productos maderables, a la eliminación de los despojos de corta y, en su caso, a aplicar las ayudas previas para la regeneración.

6°.- El tranzón aprovechado pasa a regeneración, sea natural o artificial.

Las distintas formas de aplicar las cortas a hecho se diferenciarán por la forma de los tranzones, en correspondencia al tipo de regeneración a aplicar, y por su distribución en el espacio.

VII.5.- Cortas a hecho en un tiempo y simples.

Cuando la regeneración posterior a la corta es inmediata y segura, como en el caso de los montes bajos o de la regeneración artificial, la forma y el tamaño del tranzón no tiene mayor importancia.

Como recomendación general para estos casos se puede proponer que no sean contiguos dos tranzones correspondientes a años consecutivos, todo ello para evitar el riesgo de que algún trastorno (biótico o abiótico) importante sobre una clase de edad pueda provocar rasos demasiado extensos. Un ejemplo de este proceder se representa en la Figura VII.1, tomada de SMITH (1986)

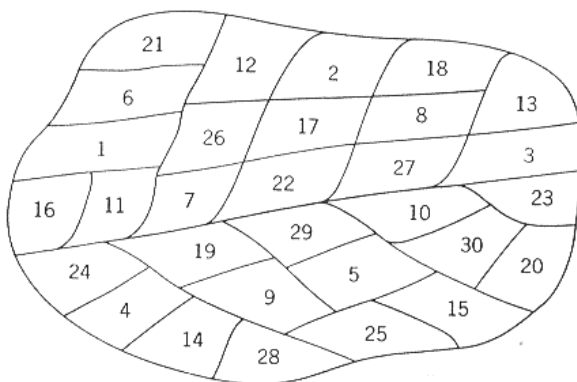


FIGURA VII.1.- Esquema de la división de un cuartel en treinta tranzones equiproductivos, de forma que dos contiguos no entren en regeneración de manera consecutiva. Los números indican el orden para la corta.

No obstante lo anterior, cuando hay necesidad de permitir el pastoreo como aprovechamiento secundario, caso frecuente en los montes bajos de producción de leñas, para facilitar que el acotado se produzca en una única zona del cuartel, favoreciendo el careo o el cercado, se disponen los tranzones de forma que sean contiguos los regenerados de cada año.

Para el caso de la regeneración natural en monte alto, la procedencia de las semillas será en la mayor parte de los casos la diseminación lateral desde tranzones colindantes. Otras alternativas pueden ser las semillas de los pies que se han apeado o las existentes en el banco de semillas del suelo, pero estas dos últimas fuentes no suelen ser suficientes.

Por tanto, teniendo en cuenta que la regeneración tiene que producirse por diseminación lateral desde masas fecundas, la forma y la cabida del tranzón estarán condicionadas, como se puede observar en la figura VII.2, tomada de HAWLEY y SMITH (1982).

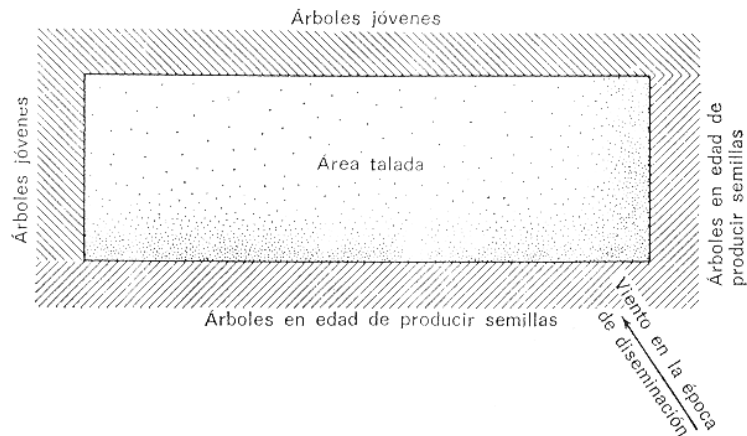


FIGURA VII.2.- Diseminación lateral desde masas fecundas sobre una zona cortada a hecho. Los puntos indican la densidad de la regeneración.

Los condicionantes sobre la forma y tamaño del tranzón en cortas a hecho seguidas de regeneración natural en monte alto serán:

- * la forma tenderá a ser una faja, con limitación en su anchura entre una vez y cinco veces la altura dominante de la masa colindante de la que proviene la regeneración (HAWLEY y SMITH, 1982). Normalmente, y para mayor seguridad, la anchura se hará del orden de dos veces la mencionada altura. Recordar a este respecto el patrón de dispersión de semillas descrito en V.10.1.
- * el lado mayor de la faja tiene que disponerse perpendicularmente a los vientos dominantes durante la diseminación, avanzando las cortas contra el viento, es decir, dejando la masa vieja y pendiente de corta a sotavento.
- * el lado menor de la faja debe estar apoyado en vías de saca para facilitar la extracción de maderas y evitar daños sobre regenerados de otros tranzones. La misma idea se puede expresar indicando que las vías de saca cortan o son perpendiculares a las fajas. Para ilustrar estas cuestiones se incluyen las figuras VII.3 y VII.4, tomadas de GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948).

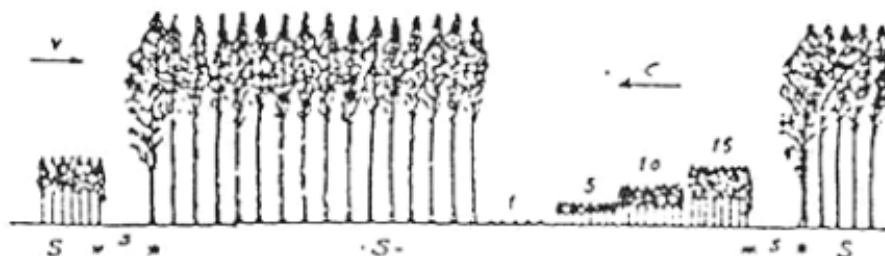


FIGURA VII.3.- Proyección vertical de cortas a hecho en fajas: V, dirección del viento; C, dirección de las cortas; 1, 5, 10 y 15 edad de los pies de la masa regenerados con un intervalo de 5 años (cortas intermitentes).

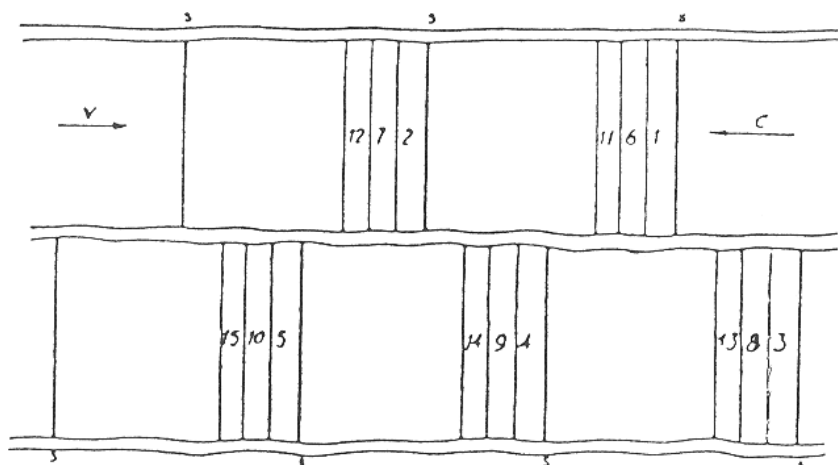


FIGURA VII.4.- Diagrama que representa una parte de la masa, en terreno de llanura, con indicación de la situación de las vías de saca y de las fajas de corta: V, dirección del viento; C, dirección de las cortas.

* en terreno con pendientes admisibles las fajas se pueden disponer, en función de la pendiente y del riesgo de erosión, en líneas de máxima pendiente o en curvas de nivel.

* el tamaño de la faja o tranzón será variable con la especie, la fisiografía y el tamaño del monte. No es recomendable en ningún caso que supere las 50 ha, por lo que se ajustará el tamaño del cuartel para que no resulten tranzones muy grandes. Valores entre 2 y 10 ha pueden resultar razonables para especies de luz y con semillas ligeras.

* según lo anterior, el tamaño del tranzón y su número (turno) condicionará el tamaño del cuartel.

VII.6.- Cortas a hecho por fajas alternantes y/o intermitentes.

La alternancia y/o intermitencia de las fajas de corta se refieren a su disposición en el espacio y la organización temporal de las cortas, todo ello para facilitar la regeneración natural en monte alto. Si se estableciera una serie de fajas que progresan contra el viento dentro de la masa vieja, de forma que cada año se corta una y al año siguiente la contigua (cortas simples), el plazo para obtener una diseminación suficiente sería de un año, lo que puede no producirse en tan corto plazo.

Para ello se puede y debe variar la organización espacial y/o temporal. Cuando se impone la condición de que no se corten fajas colindantes en años consecutivos, se denomina al sistema de fajas *alternantes*, también *progresivas* (HAWLEY y SMITH, 1982). Para ello, se divide el cuartel en un número entero y divisor del turno de *áreas o secciones de corta*, que quedan divididas a su vez en tranzones. Cada año se corta, en orden constante, en una de las áreas, de manera que el tranzón cortado mantiene en su colindancia una masa adulta diseminando sobre él durante tantos años como áreas de corta se hayan formado.

Lo anterior queda ilustrado por la figura VII.5, tomada de GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948).

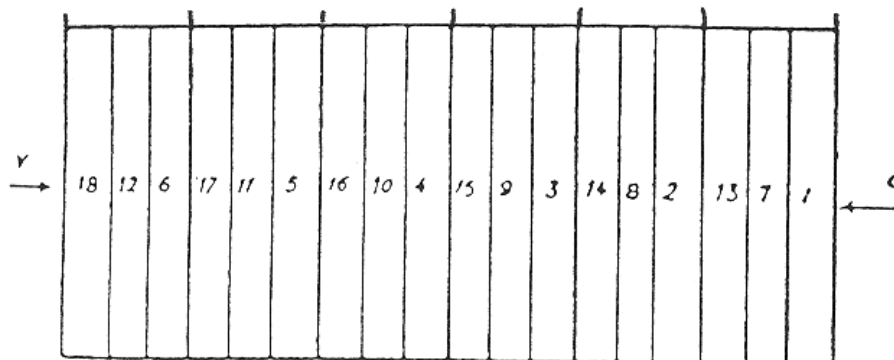


FIGURA VII.5.- Diagrama que representa un cuartel dividido en seis áreas o secciones de corta, para un total de 18 tranzones, con tres tranzones por área. V, dirección del viento; C, dirección de las cortas; la numeración de los tranzones indican su orden de entrar en corta.

Aplicando cortas alternantes se mejora la posibilidad de diseminación sobre los todos los tranzones, excepto los últimos de cada área de corta que al colindar con masas relativamente jóvenes, pueden requerir que se les aplique la regeneración artificial.

Cuando se impone la condición de no cortar todos los años, se denomina al sistema de fajas *intermitentes* (MADRIGAL, 1994). Para ello se determina una frecuencia de cortas que sea divisor del turno. Si se corta por fajas simples e intermitentes, cada tranzón cortado mantiene masa adulta colindante durante el período entre corta y corta, como se puede observar en la figura VII.3, con intermitencia de 5 años.

Si se corta por fajas *alternantes* e *intermitentes*, se alarga mucho más el plazo de la colindancia con la masa adulta, equivalente al producto del número de áreas de corta y del período de intermitencia. Si para el esquema representado en la figura VII.5, suponemos que el turno es de 54 años, la misma disposición en 6 áreas de corta es válida, por ejemplo, con un período de intermitencia de tres años, que requiere, lógicamente, 18 tranzones ($54:3 = 18$). Bajo esta hipótesis, el plazo que permanece la masa adulta junto a la zona cortada es de 18 años para todos los tranzones. La edad de la masa colindante con el último tranzón de cada una de las cinco primeras áreas de corta es de 33 años, lo que puede ser suficiente para la regeneración natural de una hipotética masa cuyo turno es de 54 años. El último tranzón de la última área de corta es el único que no tiene garantizada la colindancia con masa adulta según la dirección del viento, salvo que en el cuartel colindante exista dicha masa.

VII.7.- Cortas a hecho en dos tiempos.

Otra alternativa de mejora de las posibilidades de regeneración natural en monte alto cuando se aplican cortas a hecho, es la modalidad, que algunos autores tipifican como un método de corta independiente (SMITH, 1986), de la corta a hecho en dos tiempos.

En esta variante, el apeo total de los pies del tranzón se realiza en dos fases: en la primera se cortan todos menos unos 50 a 75 pies/ha (espaciamientos medios de 14 a 11,5 m) que sirven de portagranos o de árboles padre que tienen la doble misión de diseminar sobre el tranzón en regeneración y de proteger al regenerado en caso de que fuera necesario según el temperamento de la especie; y la segunda fase consiste en la extracción de estos pies en un plazo que será del orden de 5 a 10 años, siempre menos de 20 años o de la duración de las clases artificiales de edad, una vez que la regeneración se ha conseguido.

La densidad de los pies señalados como padres o portagranos resultará de dejar del orden de un 20 a 30%, siempre menos del 50%, de la densidad existente al inicio de la regeneración. Es conveniente que el espaciamiento medio de estos pies sea entre una y dos veces su altura.

Esta forma de proceder se puede aplicar sobre cualquiera de las organizaciones temporales y espaciales que se han descrito anteriormente.

Cuando se practica la corta a hecho en dos tiempos, cuya concepción corresponde a regeneración natural en monte alto, la forma y el tamaño de los tranzones de corta no está tan condicionada como si se corta en un tiempo.

Lógicamente, la aplicación de las cortas a hecho en dos tiempos es preferible cuando la especie presenta alguno o varios de las siguientes características: temperamento de media luz; vecería; dificultad en el transporte de semillas.

La distribución en el espacio de los pies padre o portagranos debe ser lo más homogénea posible y admite dos variantes: árboles padre diseminados o aislados; y árboles padre agrupados en golpes, según se aprecia en la figura VII.6, tomada de HAWLEY y SMITH (1982).

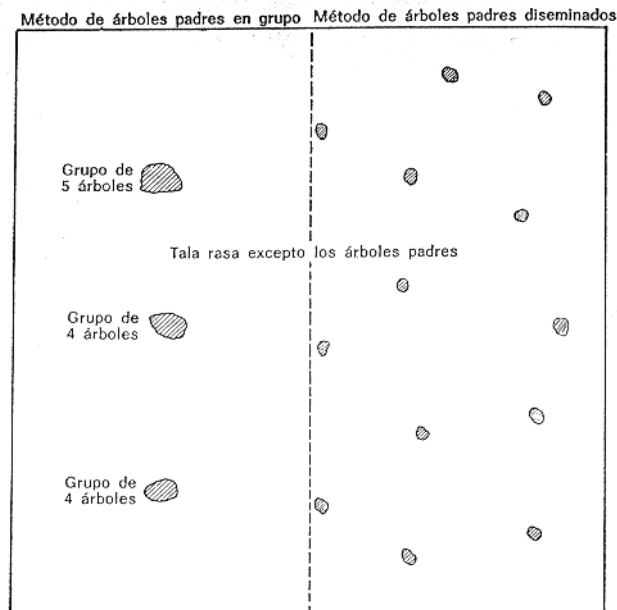


FIGURA VII.6.- Comparación entre las dos formas de distribuir los árboles padre en las cortas a hecho en dos tiempos. En la figura se han dejado los mismos pies y el mismo volumen en los dos casos. Las áreas sombreadas indican las porciones de terreno que ocupan las copas de los árboles padre.

Las ventajas de dejar árboles en golpes son: favorecer la polinización entre ellos; y coprotección frente a vientos y nevadas. Los inconvenientes se centran en una diseminación menos uniforme.

La elección de los pies padre debe hacerse, aparte de su homogénea distribución, según los siguientes criterios: pies del estrato dominante y de amplia y proporcionada copa que permita abundante fructificación; fuste grueso o escasa esbeltez, que permita resistencia al viento; ausencia de deformaciones o afecciones de patógenos, que puedan indicar un genotipo inferior. No es necesario insistir en los inconvenientes que puede tener elegir como padres en una corta a hecho en dos tiempos a pies dominados, esbeltos, de escasa producción de semilla o con fenotipo defectuoso. De HAWLEY y SMITH (1982) se toma la figura VII.7, que ilustra la elección de los pies padre.

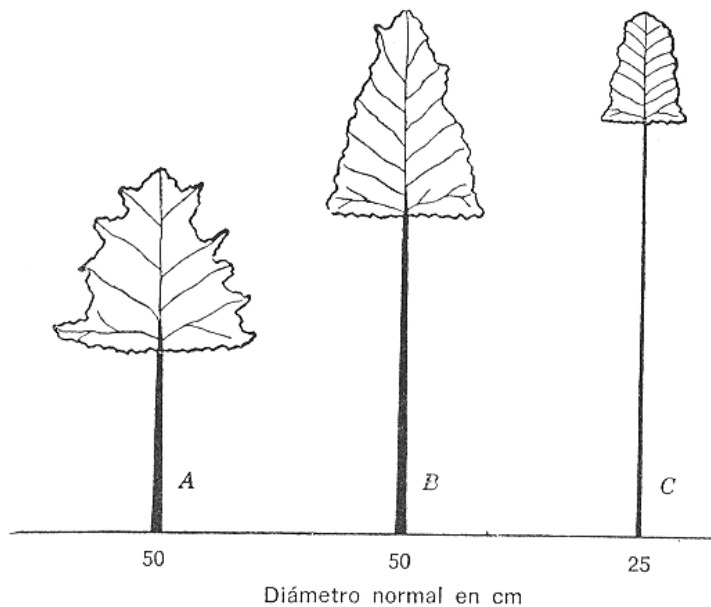


FIGURA VII.7.- Árboles padres adecuados (A y B) y defectuoso (C) del mismo rodal. El árbol A es de fuste fuerte, corto, con una copa amplia y profunda; es más joven que los otros dos árboles, y se formó en situación aislada, dentro de un hueco de la masa principal, debe ser muy resistente al viento y buen productor de semillas. El árbol B es un dominante, tipo más frecuente en las masas que el A, también será resistente al viento y buen productor de semillas. El árbol C, con su copa estrecha y corta su tronco esbelto, es menos resistente al viento y tardará más tiempo en producir grandes cantidades de semilla.

Las cortas a hecho en un tiempo bien planificadas no producen daños sobre los regenerados conseguidos con anterioridad a la hora de la saca de las maderas. Por el contrario, la corta de los pies reservados como padres en la corta a hecho en dos tiempos produce daños de este tipo que deben ser minorados con una correcta ejecución del aprovechamiento.

Un aspecto general de una masa regenerada por corta a hecho en dos tiempos se puede observar en la figura VII.8, tomada de CAPELLI (1991).

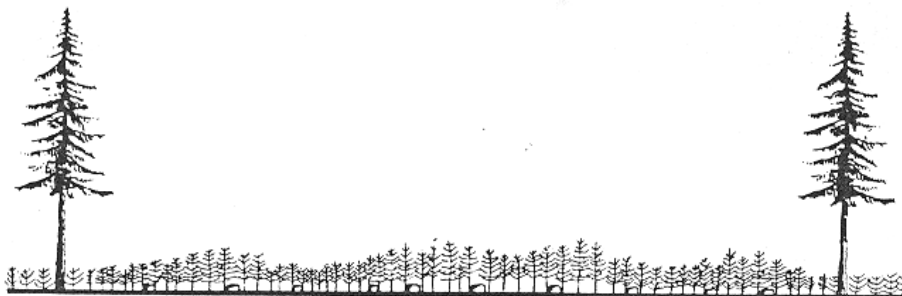


FIGURA VII.8.- Esquema del aspecto de una corta a hecho en dos tiempos.

VII.8.- Condicionantes generales a la aplicación del método de cortas a hecho.

La aplicación de las cortas a hecho en cualquiera de sus variantes se podrá realizar tras el detallado estudio de la masa y de la estación, teniendo presentes los siguientes condicionantes:

1.- *Respecto de la especie*

Se aplica preferentemente, para la regeneración natural en monte alto, a especies de luz o de media luz, poco veceras, de fructificación abundante, de diseminación anemócora, con piñas serotinas y condiciones favorables para la germinación con insolación y altas temperaturas.

Para la regeneración natural en monte bajo, la edad de la masa estará comprendida entre las edades mínima y máxima para la capacidad de brotar.

Para la regeneración artificial los condicionantes específicos no son tan restrictivos, aunque el temperamento relativamente intolerante se debe mantener.

2.- *Respecto de la estación*

Los condicionantes más importantes para las cortas a hecho resultan ser los estacionales y dentro de ellos, los edáficos:

1.- No habrá riesgos de *erosión hídrica* por la eliminación transitoria de la vegetación de alta espesura. Las causas de este riesgo hay que buscarlas en la torrencialidad de las precipitaciones, las fuertes pendientes y la sensibilidad e impermeabilidad del suelo. Se trata, por tanto, de evaluar conjuntamente tres tipos de información:

- la pendiente en primer lugar, que puede implicar riesgos a partir de un 35 %, factor LS de la USLE.

- la torrencialidad, evaluada a través de estudios propios de la hidrología forestal, preferentemente con la aplicación del factor R de la USLE;

- y de estudios edafológicos basados en el conocimiento de la profundidad, la pedregosidad, la textura y la humificación, factor k de la USLE.

2.- No habrá riesgos de *compactación* del suelo a causa de la textura, la falta de estructura por pérdida de materia orgánica o la formación de horizontes petrocálcicos. Recordar a este respecto los ejemplos propuestos en el Capítulo IV. La compactación se deriva, por una parte de la muerte de los sistemas radicales de los pies extraídos como ha quedado explicado, y por otra del paso de la maquinaria, concentrada por la intensidad del aprovechamiento, que puede reducir la permeabilidad del perfil en un 35% por compactación hasta profundidades del orden de 30 a 40 cm. El riesgo de compactación por maquinaria se reduce actuando con suelo seco o helado.

3.- Será evaluada la *reducción de la concentración de nutrientes* en el suelo que se induce. La concentración de nutrientes en un suelo es, en principio, una expresión de su nivel de fertilidad.

Sin embargo, hay que tener presente que, en un enfoque puramente edáfico, las cortas a hecho pueden presentar ventajas en estaciones con suelos ácidos y clima frío, donde tiende a bloquearse la humificación y la mineralización, y donde las cortas a hecho mejoran las propiedades edáficas al incrementar la temperatura del suelo. Este caso, de alta concentración de nutrientes en el suelo, no resulta ser un ejemplo de mayor fertilidad. Esta aparente paradoja se explica si tenemos en cuenta que la verdadera fertilidad está más relacionada con la transferencia de nutrientes entre suelo y vegetación que con la acumulación de los mismos, especialmente si están en forma orgánica compleja.

Esta velocidad de transferencia está dificultada por el frío y la falta de humedad. Por tanto, el efecto de la reducción del contenido en nutrientes en el suelo, dentro un marco climático dado, que en todo caso produce la corta a hecho, debe ser valorado en función de diversos factores.

Por una parte, la reducción de concentración se explica a través de la interrupción brusca del desfronde y de la extracción más o menos completa de la madera, las cortezas, las ramas y las hojas.

Por otra parte, la cantidad total de materia orgánica humificada que el suelo contiene, evaluada por su valor relativo, contenido en tierra fina y profundidad total, puede soportar una reducción transitoria sin graves trastornos edáficos, en la medida en que la nueva masa se instale con espesura suficiente y brevedad.

Resumiendo, una corta a hecho puede ser aplicada sin graves trastornos edáficos cuando concurren las siguientes circunstancias:

- clima húmedo o subhúmedo, con régimen térmico templado o no muy caluroso.
- suelo profundo y poco pedregoso, con relativamente alto contenido en materia orgánica.
- pendiente no muy acusada que pueda favorecer los procesos de lavado oblicuo.
- corta de monte alto (los montes bajos, por el rápido proceso de regeneración que implican no presentan este problema) que atienda a una rápida instalación de la nueva masa.
- la saca deja en el monte el conjunto de ramas y hojas, que es tratado mediante troceado o trituración.

Las limitaciones en la aplicación de las cortas a hecho, de naturaleza edáfica son:

- zonas montañosas, de fuertes pendientes, donde el riesgo de erosión hídrica y de degradación edáfica es alto.
- suelos con texturas y pedregosidad que los hacen poco permeables y en aquellos con presencia de caliza activa.
- suelos de muy escasa fertilidad por bajo contenido en materia orgánica y por escasa profundidad.

3.- Respecto de la gestión

Debe estar asegurada la posibilidad de acudir a la regeneración artificial en caso de fracaso de la regeneración natural en monte alto.

No es demasiado restrictiva, por ser fácil de organizar, la planificación de la saca para evitar daños en el regenerado.

Se aplicarán medidas complementarias de ayuda a la regeneración como: eliminación de los despojos de corta, que con las restricciones que se estudiarán más adelante y en la corta a hecho en un tiempo, puede ser por quema sobre toda la superficie; escarificaciones totales o parciales; desbroces; subsolados, para mejorar la profundidad del perfil aprovechando la ausencia de la masa; control de predadores de semilla o plantas; control del pastoreo.

En relación con cuestiones sociológicas, las cortas a hecho no tienden a ser bien comprendidas, y por tanto son discutidas, salvo que experiencias anteriores hayan demostrado su eficacia.

4.- Respecto de la economía

Las cortas a hecho son de aplicación cuando la producción preferente es la madera o las leñas, en una silvicultura que tiende a intensiva. Además, el mercado demanda maderas muy homogéneas en cuanto a dimensiones.

Otra cuestión económica ligada a las cortas a hecho es que el valor unitario de las maderas aprovechadas sea bajo, normalmente por causa de su baja calidad, lo que hace muy necesario reducir los costes del aprovechamiento a base de concentrar las cortas.

VII.9.- Ventajas e inconvenientes de las cortas a hecho.

La enumeración de ventajas e inconvenientes de cada método de corta que se presenta al final del estudio de cada uno de ellos viene a ser una especie de resumen de cuestiones apuntadas en dicho estudio.

Por otra parte, las ventajas e inconvenientes se deducen de la comparación de los diferentes métodos entre si, por lo que en este primer método estudiado puede hacerse difícil la comprensión o la justificación de alguna ventaja o de algún inconveniente, hasta que no se complete el estudio de todos los métodos de corta. La siguiente enumeración se refiere especialmente a regeneración natural en monte alto, por lo queda parcialmente excluido el análisis del monte bajo, a tratar en otro capítulo.

Ventajas de las cortas a hecho

- 1.- Es eficaz en la regeneración de masas de especies de temperamento muy robusto.
- 2.- Al ser las cortas muy concentradas, el coste de saca es mínimo y por tanto es máxima la retribución al monte.
- 3.- Los lotes de madera son homogéneos en cuanto a dimensiones.
- 4.- Economía, sencillez y facilidad de control en la gestión técnica.
- 5.- Se producen menos daños sobre el regenerado en la saca de productos.
- 6.- Los acotados al pastoreo son más pequeños y menos duraderos.
- 7.- En estaciones con suelos ácidos y clima frío, donde tiende a bloquearse la humificación y la mineralización, las cortas a hecho mejoran las propiedades edáficas al incrementar la temperatura del suelo.
- 8.- En casos de masas degradadas por causa del tratamiento anterior, que haya podido dar lugar a una mala selección genética o a un estado deficiente del vigor vegetativo, las cortas a hecho restauran con rapidez y eficacia.

Inconvenientes de las cortas a hecho

- 1.- Su aplicación está muy limitada por la dificultad de regeneración natural de la masa o condicionada a aplicar regeneración artificial.
- 2.- Los regenerados sufren en mayor medida el riesgo de daños bióticos y abióticos.
- 3.- Tiene limitaciones graves en zonas montañosas, de fuertes pendientes, donde el riesgo de erosión hídrica y de degradación edáfica es alto.
- 4.- Se favorece con la corta tan intensa la invasión de matorral heliófilo y de herbazales, según estaciones, que compiten con el regenerado e incrementan el riesgo de incendios.
- 5.- Debe estar limitada la aplicación en suelos con texturas y pedregosidad que los hacen poco permeables y en aquellos con presencia de caliza activa.
- 6.- Impacto paisajístico negativo, por la regularidad de las masas obtenidas y por la forma generalmente rectilínea de las separaciones entre tranzones.
- 7.- Se modifica el microclima y se altera la composición florística de la masa accesoria en mayor medida que con otros métodos.
- 8.- En relación con la gestión, siempre es necesario poder aplicar la regeneración artificial.

VII.10.- Aplicaciones prácticas de las cortas a hecho.

Los casos más frecuentes de aplicación de las cortas a hecho en la selvicultura española se pueden resumir en los siguientes nueve casos, agrupados a su vez según el modo de regeneración:

a).- Con regeneración en monte bajo. Aunque en el capítulo correspondiente al método de beneficio de monte bajo se dará más información, se enumeran los casos importancia:

1.- Masas de especies del género *Quercus* para producción preferente de leñas y carbón, con turnos de 15 a 30 años, se aplica el método en su forma más simple y con división en tronzones equiproductivos.

2.- Masas de especies del género *Eucalyptus*, con producción preferente de madera para pasta de papel, con turnos de 12 a 16 años, se aplica el método en su forma simple y con división en tronzones equiproductivos.

3.- En masas de castaño, con turnos tecnológicos variables en función del producto a obtener.

b).- En monte alto con regeneración artificial:

4.- En choperas de *Populus x euramericana*, considerado como monte alto aunque las plantas proceden de reproducción vegetativa, para producción preferente de madera y turnos del orden de 12 a 14 años.

5.- En masas de *Pinus radiata* y de *Pinus pinaster* subsp. *atlantica* para producción de madera, para sierra, celulosas y tableros, con turnos de 20 a 40 años.

6.- En este punto se plantea un caso hipotético. Se trata de masas protectoras artificiales sobre suelos muy degradados en los que al alcanzarse la edad del turno aún no se ha conseguido una mejora edáfica suficiente para permitir una buena regeneración natural.

c).- En monte alto con regeneración natural, se puede aplicar en los casos de especie y estación en los que se observa una buena regeneración natural, por ejemplo, tras los incendios. Los casos más usuales son:

7.- Masas de *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis* con producción preferente de madera y secundaria de resinas, con turnos del orden de 80 años, con más eficacia si se aplica la modalidad de corta a hecho en dos tiempos.

8.- Masas de *Pinus halepensis*, en los casos poco frecuentes en que por la escasa pendiente sea posible asignar una producción preferente de madera, con turnos de 60 a 80 años, donde se puede aplicar indistintamente la corta a hecho en dos tiempos o las fajas alternantes e intermitentes.

9.- Masas de *Pinus sylvestris* en estaciones de buena calidad, con suelo ácido, escasa pendiente y orientación a umbría, para producción preferente de madera, con turnos del orden de 100 años y regeneración natural ayudada por siembras complementarias. Mejor cortas a hecho en dos tiempos.

VII.11.- Bibliografía.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Selvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

SMITH, D.M. - 1986. *The Practice of Silviculture*. Willey and sons. New York.

CAPÍTULO VIII.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO UNIFORME

VIII.1.- DENOMINACIÓN

VIII.2.- DEFINICIÓN

VIII.3.- PROCEDIMIENTO GENERAL

VIII.3.1.- CORTAS PREPARATORIAS

VIII.3.2.- CORTAS DISEMINATORIAS

VIII.3.3.- CORTAS SECUNDARIAS

VIII.3.4.- RESUMEN

VIII.4.- CONDICIONANTES GENERALES DEL MÉTODO

VIII.5.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MÉTODO

VIII.6.- APLICACIONES PRÁCTICAS

VIII.7.- EL ACLAREO SUCESIVO EN LA ORDENACIÓN DE MONTES

CAPÍTULO VIII.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO UNIFORME.

VIII.1.- Denominación.

El tipo de cortas al que se refiere este capítulo recibe las siguientes denominaciones:

Español: *cortas por aclareo sucesivo uniforme*, o en desuso *cortas á clareo sucesivo* (ARTIGAS, 1890; DEL CAMPO, 1915). En México se denominan también *cortas de protección*.

Francés: *coupes progressives*.

Inglés: *shelterwood method* o *uniform system*.

Alemán: *schirmschlagbetrieb*.

Italiano: *fustaia a tagli successivi*.

VIII.2.- Definición.

Las cortas por aclareo sucesivo uniforme (ASU) son cortas continuas que dan lugar a masas regulares, consistentes en la extracción total de los pies de la masa principal de una forma paulatina y en un período de tiempo que no supere la duración de una clase artificial de edad.

Su aplicación está orientada a conseguir la regeneración natural en monte alto, aunque puede requerir ayudas a esta regeneración, e, incluso en caso de fracaso, aplicar regeneración artificial de forma complementaria. Se puede aplicar indistintamente a masas puras y mixtas.

El plazo en que se trata de conseguir la regeneración natural de un determinado rodal se denomina *período de regeneración*, y como ha quedado dicho debe ser menor o igual que la duración de una clase artificial de edad. La clase artificial de edad tiene una duración igual o inferior a 20 años o la cuarta parte del turno, según las vigentes Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados. Sin embargo y en su caso, el planteamiento selvícola del método puede alargar el período de regeneración hasta los 30 años.

El modo en que se produce la regeneración al aplicar cortas por aclareo sucesivo uniforme es único, tal como se explica en el procedimiento general. Las variantes que se pueden distinguir se refieren únicamente a la forma o localización de las zonas a regenerar dentro del cuartel. Por tanto, se trata de un procedimiento sin clases en su enfoque selvícola, pero con numerosas variantes en lo relacionado con la ordenación de montes.

VIII.3.- Procedimiento general.

Para explicar el procedimiento general de las cortas por aclareo sucesivo uniforme se enumeran ordenadamente los pasos de su aplicación:

1°.- Inventario y formación del cuartel.

2°.- Determinación del turno mediante aplicación de uno o varios combinados criterios de cortabilidad. Determinación del período de regeneración con base en las experiencias comarcales de este tipo de cortas, en relación con: la especie; la estación; las condiciones superficiales del suelo; y la acción de los predadores sobre semillas o plantas. Se ajustarán ambas cifras de modo que el turno sea divisible entre el período de regeneración.

3°.- División del cuartel en unidades de corta, denominadas *tramos*, cuyo número será igual al cociente que resulta de dividir el turno entre el período de regeneración:

$$N^{\circ} \text{ de tramos} = T / PR, \text{ donde}$$

T, es el turno en años

PR, es el período de regeneración en años.

4°.- La formación de tramos, por agrupación de cantones de inventario, se puede hacer de modo que resulten aproximadamente de igual cabida o que sean de cabida inversamente proporcional a la calidad de estación o a las existencias, lo que se denominará como tramos equiproductivos.

La superficie de cada tramo puede quedar bajo una misma linde (tramos cerrados) o estar compuesta por superficies no colindantes (tramos abiertos), lo que dará lugar a diferentes métodos de ordenación, como luego se verá. Para la presente explicación se considera en principio el caso de tramos cerrados y de igual cabida, que se denominará *cabida periódica*, cuyo cálculo es bien sencillo:

$$S_{tr} = (S / T) PR, \text{ donde}$$

S_{tr} , es la superficie del tramo o cabida periódica, en ha.

S, es la superficie del cuartel en ha.

El criterio preferente para unir cantones en la formación de tramos es la igualdad de edad de los pies de la masa.

5°.- Una vez dividido el espacio (tramos) y el tiempo (períodos de regeneración), en este paso se procede a asignar cada tramo a un período, en función de la edad de masa que cada tramo tiene, procurando minimizar los sacrificios de cortabilidad. Se entiende por sacrificio de cortabilidad el desfase temporal entre la edad real de corta de un rodal y el turno que se le haya asignado.

Realizada la asignación de tramos a períodos, en cada momento únicamente hay un tramo en regeneración. Se suele denominar a este tramo como *tramo en destino*, que es sobre el que se aplican las cortas de regeneración. El resto de los tramos estará afectado de cortas de mejora.

6°.- La posibilidad se determina y señala por volumen. La posibilidad del cuartel está formada por la posibilidad de mejora, obtenida de los tramos que no están en regeneración, más la posibilidad de regeneración, obtenida del tramo en regeneración y calculada normalmente por la fórmula:

$$P_{\text{reg}} = (V_{\text{tr}} / \text{PR}) + (I / 2), \text{ donde}$$

P_{reg} , es la posibilidad de regeneración en $\text{m}^3/\text{año}$

V_{tr} , son las existencias en el tramo de regeneración al inicio del período en m^3

PR , es el período de regeneración en años

I , es el crecimiento corriente de la masa del tramo en $\text{m}^3/\text{año}$.

Para expresar la posibilidad de regeneración en relación a la unidad de superficie, en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$, será preciso dividir por la superficie del cuartel.

7°.- Se procede, una vez cuantificada la posibilidad, al señalamiento de los pies del tramo en destino de una forma paulatina, en lo que se puede denominar tres fases o tipos de cortas: cortas preparatorias; cortas diseminatorias; y cortas secundarias, compuestas estas últimas de aclaratorias y final. La forma de materializar estas tres etapas o tipos de corta son la esencia del método.

VIII.3.1.- Cortas preparatorias.

Las *cortas preparatorias* (en francés *coupes préparatoires*; en inglés *preparatory cuttings*), teniendo en cuenta que son las primeras a aplicar sobre un rodal supuestamente regular y en edad de madurez, pero de espesura muy diferente según los casos, tiene como objetivo alguno o varios simultáneamente de los siguientes:

- * eliminar pies de modo que los que queden puedan resistir mejor su aislamiento futuro, y puedan tener mayor iluminación en la copa para empezar a producir semilla abundantemente.
- * homogeneizar la espesura en el conjunto del tramo, en caso de ser necesario.
- * extraer preferentemente pies que no interesa que se regeneren. Este interés puede estar relacionado con la composición específica o con el mal estado sanitario de los pies extraídos o con su deficiente fenotipo.
- * inducir, mediante el calentamiento del suelo, una aceleración de la descomposición de la materia orgánica fresca, para favorecer en el futuro la germinación y arraigo.

Teniendo en cuenta los objetivos enunciados, las cortas preparatorias extraen preferentemente: pies dominados; pies pequeños que no interesa que se incorporen a la masa futura; enfermos; afectados por plagas o daños abióticos; deformes (ahorquillados, con copa asimétrica, etc...); y los pertenecientes a especies cuya proporción no interesa que aumente en la masa futura.

Una cuestión muy importante en relación con las cortas preparatorias es que en caso de que no se presenten en la masa a tratar las circunstancias que han quedado descritas al enumerar sus posibles objetivos, pueden evitarse. Así, sobre un rodal regular y maduro en el que se han aplicado correctas cortas de mejora en etapas anteriores, será frecuente encontrar que está formado por pies robustos, de amplia copa, sanos, en la composición específica ideal y con gran homogeneidad de la espesura en todas sus zonas, por lo que será posible pasar directamente a las cortas diseminatorias.

De todo lo anterior se deducen las cifras que pueden orientar la aplicación de este tipo de cortas:

+ plazo: deberán estar terminadas antes del cuarto año del período de regeneración en especies de luz y antes del 10º año para el caso extremo de especies de sombra y masas de muy alta espesura. (0 a 4 años; 0 a 10 años).

+ nº de cortas: como no se debe retrasar la preparación, en el caso extremo se deberá conseguir con dos intervenciones como máximo. (0 a 2 cortas).

+ intensidad de las cortas: será muy variable según las condiciones iniciales. Para clima húmedo y especies de sombra los autores recomiendan no extraer más del 50% de la densidad inicial (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1948) o el 30% del volumen inicial (HAWLEY y SMITH, 1982). Para climas más secos y temperamentos más robustos, las cifras se reducen: 20% de la densidad inicial o 10% del volumen. (0 a 1/5 de N o 0 a 10% de V; 0 a 1/3 de N o 0 a 30% de V).

VIII.3.2.- Cortas diseminatorias.

Las *cortas diseminatorias* (en francés *coupe d'ensemencement*; en inglés *seeding cuttings*) son las más importantes e imprescindibles del método, pues su objetivo es lograr la regeneración natural a través de la creación de huecos progresivos y suficientes en la masa principal. La producción de semilla de los árboles que están en pie, mejorada con las cortas preparatorias y reforzada por las diseminatorias, cae uniformemente en una superficie donde se han acelerado los procesos de descomposición y donde la extracción de las maderas ha producido cierta escarificación. Los brinzales nacidos reciben una intensidad luminosa, variable con el temperamento, que les permite sobrevivir y crecer normalmente.

Las cortas diseminatorias se ejecutan coincidiendo con los años de buena cosecha en las especies veceras, tras la maduración para que las semillas de los pies apeados queden en el suelo y sean viables, y antes de la diseminación para que la que procede de los árboles en pie se produzca cuando se hayan retirado las maderas y los despojos de corta.

El criterio de señalamiento en una corta diseminatoria es conseguir que los árboles que quedan en pie tengan: una distribución regular; buen fenotipo; y abundante fructificación.

Al final de las cortas de regeneración la superficie del tramo debería estar cubierta por una densidad suficiente de nuevos pies en los que la diferencia extrema de edad sea inferior a una clase artificial de edad.

Al igual que para las cortas preparatorias, se indican cifras sobre plazo, número de cortas e intensidad de las mismas:

+ plazo: como las cortas diseminatorias deben hacerse en los años de buena diseminación, el plazo debe ser amplio. Se pueden iniciar el primer año si no son necesarias las preparatorias y deben quedar finalizadas unos cinco años antes del final del período de regeneración, 15 años para períodos de 20 años, 20 o 25 años para períodos de 30 años. (1 a 15 años; 1 a 25 años).

+ nº de cortas: está claro que el número mínimo de cortas diseminatorias será uno. El número de cortas dependerá de la espesura inicial de la masa, de la duración del período de regeneración y del temperamento de la especie. No será superior a cuatro intervenciones en los casos extremos y la suma total de las intervenciones extraerá la intensidad que se expone a continuación. (1 a 4 cortas).

+ intensidad del conjunto del grupo de cortas: los factores a considerar para marcar la intensidad de las cortas diseminatorias son:

- la estación, siendo menos intensas cuanto mayor pendiente o riesgo de erosión existe o mayor incidencia de heladas.

- la especie, más intensas cuanto más robusto sea el temperamento, más facilidad tenga la semilla para dispersarse y mayor sea la fructificación y menor la vecería.

- estado de la cubierta del suelo, más intensas cuanto mayor sea la necesidad de ayudas.

- espesura inicial de la masa, con mayor número de intervenciones y por tanto mayor intensidad global de las diseminatorias cuanto mayor sea esta espesura.

- composición específica de la masa inicial, pues si hay especies de diferentes temperamentos deberá ser alto el número de intervenciones para que la reducción gradual de la espesura permita regenerarse al principio a las especies de sombra y al final a las de luz.

- riesgo de invasión del suelo por el matorral o herbazal heliófilo, siendo en este caso de menor intensidad.

Las cifras sobre intensidad de las cortas diseminatorias que proponen los autores tienden a ser coincidentes: dejar al final de las mismas un 30% (LANIER, 1986) o un 25% (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1948) de la densidad, con lo que se habrá extraído en esta fase entre un 50% y un 75% de la densidad inicial; dejar al final un 25% del volumen inicial (HAWLEY y SMITH, 1982), con lo que se habrá extraído entre un 45% y un 75% de dicho volumen. (1/2 a 3/4 de N; 45% a 75% de V).

Al final de las cortas diseminatorias se puede encontrar la situación en alguno de los siguientes casos: densidad de regenerado homogénea y suficiente, con lo que las ayudas a aplicar serán desbroces que reduzcan la competencia del matorral inducido por la iluminación del suelo con el regenerado; densidad homogénea pero no suficiente, con lo que las ayudas serán desbroces y escarificaciones para que la diseminación de los pies que han quedado la completen; densidad suficiente en unas zonas si y otras no, a resolver con el mismo tipo de ayudas o si fuera necesario con la regeneración artificial.

VIII.3.3.- Cortas secundarias.

Las *cortas secundarias* (en francés *coupes secondaires*; en inglés *removal cuttings*), las últimas del método, extraerán toda la masa que ha quedado después de las diseminatorias, siendo su objetivo doble: completar la diseminación en caso de ser necesario; graduar la protección/competencia de la masa vieja sobre el regenerado en función del temperamento de la especie.

En caso de ejecutarse en varias fases, las primeras cortas secundarias se denominarán *aclaratorias* y a la última se le denomina *final*. La corta final puede ejecutarse fuera del período de regeneración sin alteración importante del método, aunque se recomienda que no se demore demasiado por los trastornos que inducen los pies adultos sobre los regenerados ya instalados, incluso en especies de temperamento delicado.

Las cifras sobre plazo, número de cortas e intensidad de las cortas secundarias se deducen de lo indicado anteriormente:

+ plazo: en el último quinquenio del período de regeneración, e incluso la final fuera de él. (15 a 20 (+5) años; 25 a 30 (+5) años).

+ nº de cortas: es frecuente en las masas españolas que las cortas secundarias se reduzcan a una única corta final, aunque en especies de sombra y sobre masas de alta espesura inicial podría llegarse a aplicar hasta 3 o 4 cortas secundarias. (1 a 4 cortas).

+ intensidad: estará muy condicionada por la masa que ha quedado en pie, según las cifras anteriores, del orden del 25% al 30% de la densidad inicial o del volumen inicial. (1/3 a 1/4 de N; del 30% al 25% de V).

VIII.3.4.- Resumen.

A modo de resumen, una vez explicadas las tres fases del aclareo sucesivo uniforme, se puede indicar que en relación con la intensidad de las cortas el reparto de la densidad inicial será del orden de: 1/4 para preparatorias; 1/2 para diseminatorias; y 1/4 para secundarias.

Otra regla que puede resumir la evolución de la espesura en las cortas por aclareo sucesivo uniforme, referida a la Fcc, es la siguiente: después de las preparatorias queda entre un 80% y un 66% de Fcc; tras las diseminatorias queda entre 50% y 33% de Fcc; las cortas secundarias extraen el remanente de la masa vieja.

En relación con el número de intervenciones total, en función del temperamento de la especie y de la espesura inicial, la aplicación del aclareo sucesivo uniforme supone la ejecución de entre 3 y 9 cortas para la extracción total de la masa a regenerar. Un número inferior a 3 cortas convertiría el procedimiento en una corta a hecho en dos tiempos, y un número superior a 9 lo desvirtuaría como corta continua. Lo normal es que el número total de cortas de regeneración esté entre 4 y 6. La evolución temporal del volumen de un rodal regular sometido a este tipo de cortas puede quedar ilustrado por la Figura III.14 (página 79).

Dichas cortas se aplican en un plazo de tiempo del orden de 20 años, por lo que al final de las mismas el regenerado conseguido tendrá edades comprendidas entre 0 y 20 años, con pertenencia a las tres primeras clases naturales de edad, aunque comprendidas en una única clase artificial, por lo que se le podrá considerar como una masa regular. El desarrollo futuro de esta masa, ayudado por las cortas de mejora que más adelante se explican, tenderá a homogeneizar el tamaño de los pies que la forman.

En relación con la aplicación de las cortas de regeneración dentro de un tramo, hay dos cuestiones prácticas importantes a considerar:

* la primera es que para organizar las diversas fases de las cortas, aprovechar más convenientemente los años de fructificación; organizar la aplicación de ayudas; y conseguir que la posibilidad anual tienda a ser constante, los tramos en regeneración deben ser suficientemente grandes y quedar a su vez divididos en 2 a 4 subtramos.

* la segunda se refiere a que cuando en las cortas de ASU se encuentran en la masa pequeños rodales, bosquetes, grupos o golpes en los que la edad de los pies es sensiblemente inferior (regeneración anticipada por cualquier motivo, lo que es muy frecuente en aplicaciones prácticas) a la edad del turno y de viabilidad suficiente, no es necesario apearlos y se consideran como *masa incorporada*, que por supuesto supera la edad que le correspondería, pero su apeo implicaría un importante sacrificio. También en este caso la regulación posterior de edades o tamaños quedará encomendada a las cortas de mejora.

Terminada la regeneración de un tramo en destino dentro de un cuartel y finalizado por tanto un período de regeneración, se pasa inmediatamente a destinar otro tramo, aquel cuya edad más se aproxime al turno, continuando la organización del espacio y del tiempo en esta forma indefinidamente.

Terminamos la descripción del procedimiento general presentando cuatro series de figuras cuyo estudio ayudará a una mejor comprensión.

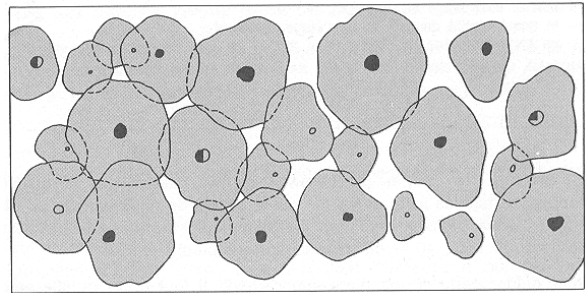
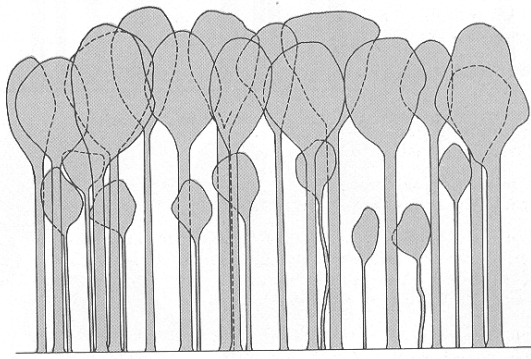


FIGURA VIII.1.a.- Representación de una superficie de un octavo de ha con masa inicial a base de: robles (punto negro) que constituyen el estrato dominante, en edad del turno (180 años), regularmente repartidos, con diámetro de copa de 8 a 10 m; algunas hayas en el estrato dominante (medio punto negro); un arce (cuarto de punto negro); estrato dominado a base de carpes (círculo).

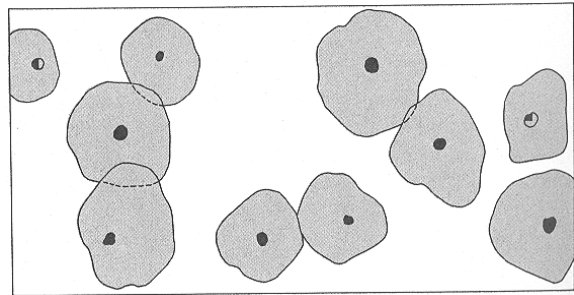
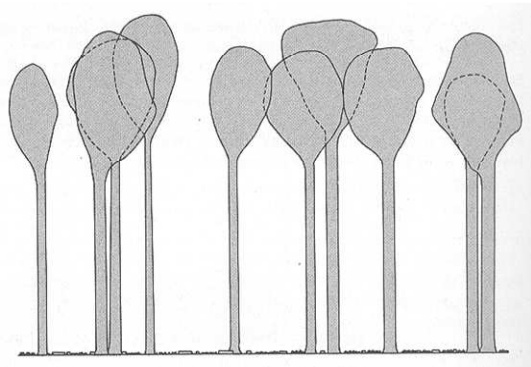


FIGURA VIII.1.b.- Estado de la masa anterior tras las cortas preparatorias y alguna diseminatoria que han extraído: el estrato dominado de carpes; casi todas las hayas; y los robles mal formados o localmente demasiado juntos.

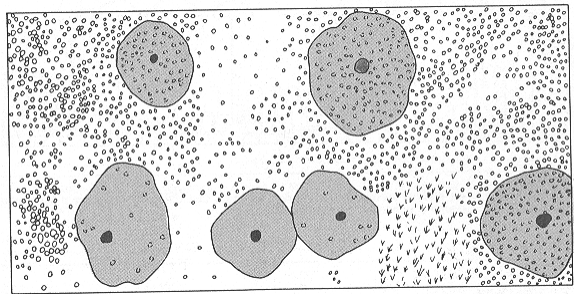
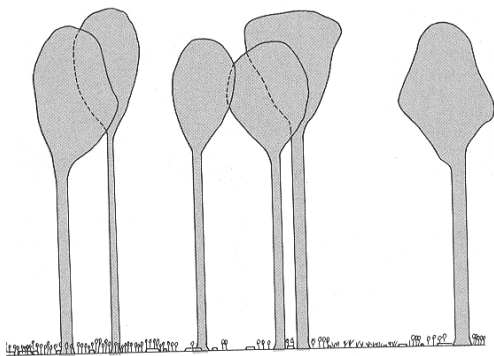


FIGURA VIII.1.c.- Estado de la masa anterior en la fase de cortas secundarias. Se han extraído el haya y el arce (se supone que se han regenerado suficientemente). Se conservan los robles bajo los que la regeneración es incompleta. Se prevé una segunda corta secundaria seguida de la corta final. La zona invadida de hierba, abajo a la derecha, deberá ser completada probablemente por plantación.

FIGURA VIII.1.- Ilustración del método de cortas por aclareo sucesivo uniforme, tomada de LANIER (1986).

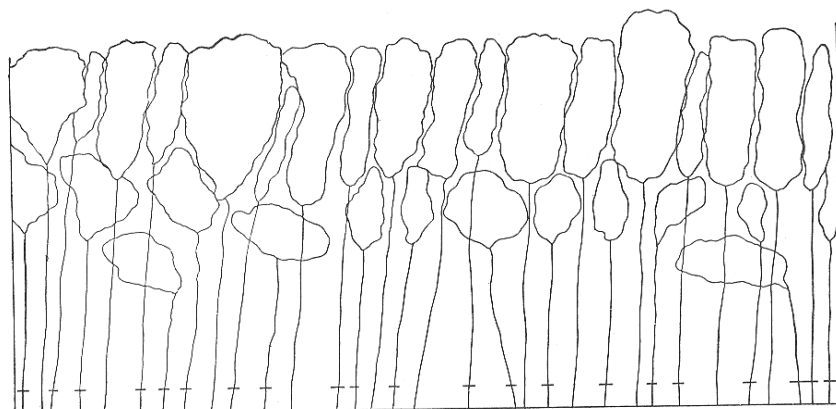


FIGURA VIII.2.a.- Rodal de frondosas que no ha tenido cortas de mejora con anterioridad (abundancia de pies en el estrato dominado y espesura trabada) antes de iniciar las cortas preparatorias. Los pies a extraer en esta fase están señalados por trazos y pertenecen todos al estrato dominado.

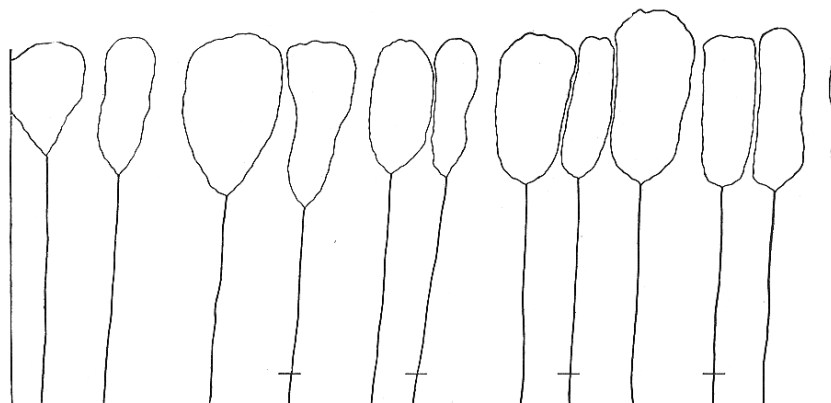


FIGURA VIII.2.b.- El rodal anterior tres años después de ejecutadas las cortas preparatorias. Están señalados los pies para una corta diseminatoria.

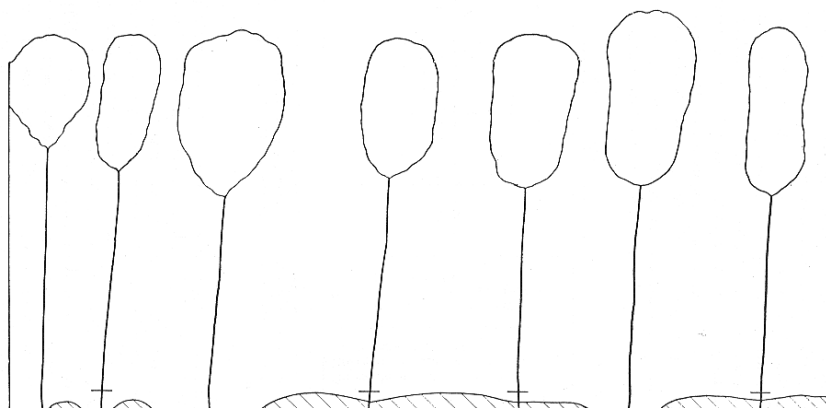


FIGURA VIII.2.c.- El rodal anterior cinco años después de la corta diseminatoria. La regeneración (zona rayada) se ha iniciado. Están señalados con un trazo los pies a extraer en una corta secundaria para que no interfieran el crecimiento del regenerado.

FIGURA VIII.2.- Método de cortas por aclareo sucesivo uniforme, tomada de HAWLEY y SMITH (1982).

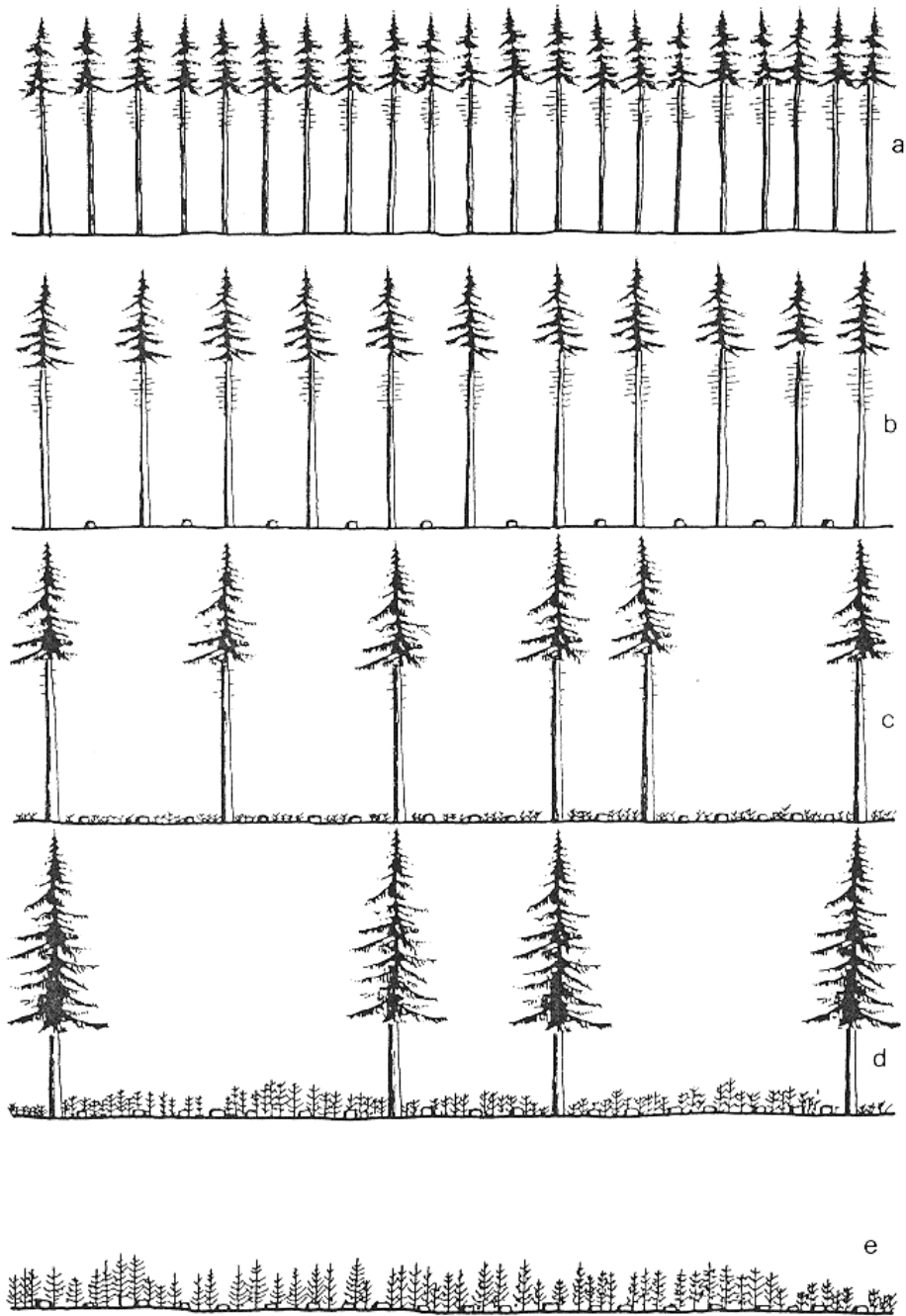


FIGURA VIII.3.- Esquema ilustrativo de la evolución de las cortas por aclareo sucesivo uniforme en una masa pura: a) fustal adulto en la madurez; b) después de las cortas diseminatorias; c) después de una corta secundaria; d) antes de la corta final; e) después de la corta final. Según PAVARI (1953), tomado de CAPELLI (1991).

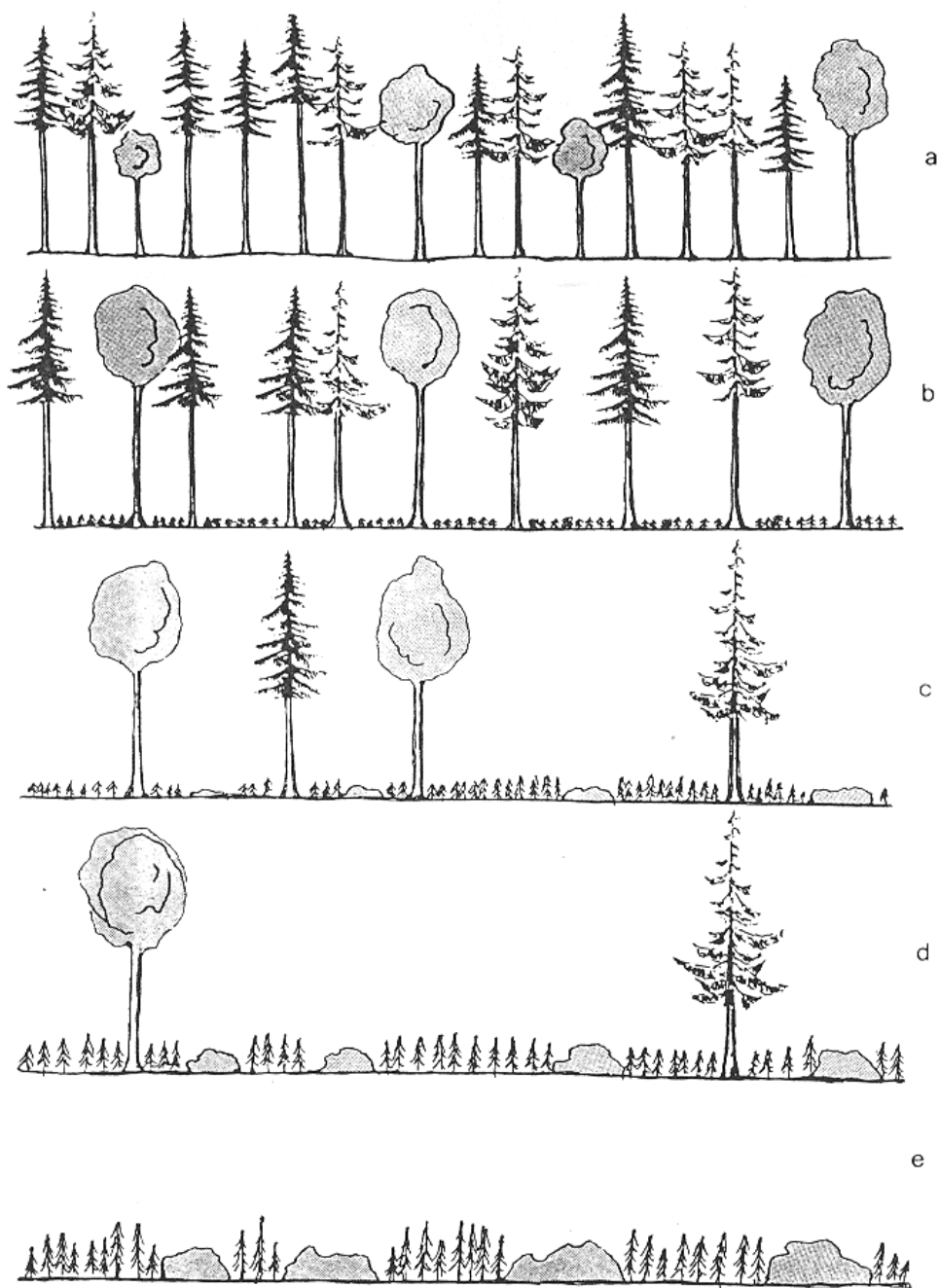


FIGURA VIII.4.- Esquema de la evolución de una masa mixta regenerada por cortas de aclareo sucesivo uniforme: a) fustal mixto de picea, abeto y haya de edad media de 60 años (40 - 80) dispuesta para el inicio de las cortas de regeneración; b) después de la primera corta diseminatoria se observa el diseminado de haya; c) corta aclaratoria con regeneración de haya y abeto, se inicia la regeneración de picea (la especie más intolerante de las tres); d) última corta aclaratoria con reserva de muy pocos pies de la masa vieja; e) ejecutada la corta final, el regenerado es una masa mixta de composición similar a la inicial. Según PAVARI (1953), tomada de CAPELLI (1991).

VIII.4.- **Condicionantes generales del método de ASU.**

La aplicación de las cortas por aclareo sucesivo uniforme se podrá realizar tras el estudio de la masa y de la estación, teniendo presentes los siguientes condicionantes:

1.- *Respecto de la especie*

Como ha quedado dicho, no existen restricciones importantes por razón de la especie. El método se aplica para regeneración natural en monte alto de masas puras o mixtas, de especies de todos los temperamentos y aunque presenten vecería acusada. Estas circunstancias podrán modificar la duración del período de regeneración y la intensidad de las cortas, pero no impiden en principio la aplicación del método.

2.- *Respecto de la estación*

No existirán riesgos de erosión hídrica por la práctica de las cortas diseminatorias. Tampoco debe existir riesgo de daños catastróficos por agentes meteorológicos sobre la masa que queda en pie tras las cortas de aclareo. Los daños bióticos y la predación sobre el regenerado regular podría ser otro condicionante.

3.- *Respecto de la gestión*

La superficie del cuartel debe ser suficiente para que los tramos de regeneración tengan un tamaño adecuado a este tipo de cortas. Por tanto, los valores extremos de referencia para la cabida periódica del tramo serán: no inferior a 50 ha, pues con cabidas menores no hay espacio para obtener una posibilidad anual del cuartel en alguno de los tipos de cortas a aplicar; no superior a 200 ha por el exceso de continuidad de la masa joven y por las dificultades de organización de las cortas o de la división en subtramos. La cabida del orden de 100 ha hay que tomarla como conveniente.

Suponiendo un total de cuatro cortas para la aplicación del método y la división en tres subtramos, se aplican, dentro del período de regeneración de 20 años, 12 cortas cuya cuantía individual puede aproximarse a la posibilidad anual del cuartel.

La gestión debe asegurar que la saca de las cortas, especialmente las secundarias, no provoquen daños importantes sobre el regenerado conseguido.

Se dispondrá de la posibilidad de aplicar escarificaciones y/o desbroces como ayuda a la regeneración.

Durante cada período de regeneración y a ser posible unos años antes y después, deberá estar acotado al pastoreo el tramo en destino. Antes para evitar empujamientos y compactación superficial del suelo, después para que no sean dañados los últimos pies incorporados al regenerado.

4.- *Respecto de la economía*

El mercado de madera demanda productos uniformes. El valor unitario de la madera es relativamente alto como para permitir que el coste de la saca no reduzca la retribución al propietario.

VIII.5.- **Ventajas e inconvenientes del ASU.**

Comparando con otros métodos de corta, enumeramos como resumen las ventajas e inconvenientes del aclareo sucesivo uniforme.

Ventajas del ASU

- 1.- El regenerado natural se consigue con mayor eficacia y está más protegido que con las cortas a hecho.
- 2.- El suelo queda más defendido de la erosión y de la pérdida de fertilidad que en las cortas a hecho. También implica menor impacto negativo paisajístico y sobre la fauna.
- 3.- Se obtiene mayor calidad y homogeneidad en las maderas que en masas semirregulares o irregulares.
- 4.- En algunas especies y según algunos autores, las masas regulares generadas por aclareo sucesivo uniforme son menos atacadas por hongos e insectos que las irregulares, por causa del menor turno.
- 5.- Comparando con las cortas a hecho a igualdad de turno, algunos autores aportan como ventaja el buen desarrollo y calidad de los pies destinados a las cortas secundarias.

Inconvenientes del ASU

- 1.- Respecto de las cortas a hecho, requiere una gestión técnica más laboriosa y experimentada.
- 2.- También respecto de las cortas a hecho, la menor concentración de los señalamientos encarece los gastos de saca.
- 3.- Hay importante riesgo de causar daños al regenerado con las cortas secundarias, lo que obliga a una cuidadosa orientación de las cortas y planificación de la saca.
- 4.- Aplicado este método a especies de luz o de media luz, el regenerado crece más despacio en las primeras edades que con cortas a hecho, lo que obliga a aplicar turnos comparativamente más largos.

VIII.6.- Aplicaciones prácticas del ASU.

El aclareo sucesivo uniforme es el método de regeneración más extendido en los montes ordenados españoles. Habiendo sido propuesto por Hartig y Cotta a principios del siglo XIX, las Instrucciones de Ordenación españolas de 1890 lo recogen y recomiendan bajo la denominación, como método de ordenación, de *método de ordenar transformando*. Con alguna pequeña variante, también lo recomiendan las Instrucciones de Ordenación de 1930. Entre los métodos que se contemplan en las vigentes Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de 1970, están basados en las cortas por aclareo sucesivo uniforme los siguientes: método de tramos permanentes; método de tramos revisables; método de tramo único; y método de tramo móvil.

Por tanto, en España existe gran experiencia y tradición en la aplicación de este tipo de cortas, en la mayoría de los casos con muy buenos resultados. Esta gran variedad no permite hacer un resumen completo de sus aplicaciones, por lo que enumeramos las especies en que se ha empleado: masas de *Pinus pinaster* subesp. *mesogeensis* en resinación; *Pinus sylvestris*; *Pinus nigra*; *Pinus uncinata*; *Quercus robur*, *Q. petraea* y *Q. pyrenaica* para madera; *Quercus suber* para corcho; *Fagus sylvatica*; etc...

La duración de los períodos de regeneración para aplicar ASU en España oscila entre 16 y 30 años, y la de los turnos entre 80 y 140, todo ello según especies y estaciones.

Es notable la aplicación que de este método de corta se realiza en Centroeuropa para la producción de madera de alta calidad de roble, con turnos superiores a los 140 años.

La base para la aplicación de las formas complementarias de masa, que más adelante se explican, suele ser el aclareo sucesivo uniforme.

VIII.7.- El aclareo sucesivo uniforme en la Ordenación de Montes.

Los métodos de ordenación de montes que utilizan como método de regeneración las cortas por aclareo sucesivo uniforme son variados (MADRIGAL, 1994): método de tramos permanentes; método de tramos revisables; método de tramo único; método de tramo móvil en regeneración; y método de ordenación por rodales.

Las explicaciones respecto del procedimiento general que se han dado anteriormente se corresponden con la aplicación del método de tramos permanentes, que es el de mayor rigidez en todas las determinaciones sobre espacio y tiempo. El orden en que se han enumerado los métodos de ordenación anteriores se corresponde con flexibilidad espacio-temporal creciente, aunque en todos ellos el mecanismo de la regeneración es el mismo.

Para mejor comprender la aplicación de las cortas de ASU, independientemente del método de ordenación aplicado, se hará una breve comparación entre el método de tramos permanentes y el método del tramo móvil en regeneración.

En tramos permanentes, ya se ha explicado, los tramos son cerrados, la asignación a un período de regeneración concreto es definitiva y la superficie del tramo (cabida periódica) es:

$$S_{tr} = (S / T) PR.$$

Aplicando el método del tramo móvil en regeneración:

- los tramos son abiertos, formados por cantones que no necesariamente son todos colindantes
- independientemente del valor del turno y del período de regeneración a aplicar, se establecen tres tramos: el de regeneración para el próximo período (tramo azul); el de preparación, que entrará en regeneración tras el período que se inicia (tramo amarillo); y el de mejora, donde se hacen cortas de mejora y está compuesto por cantones recientemente regenerados (tramo blanco)
- en cantones del tramo en regeneración se aplican cortas diseminatorias y secundarias, y al final del período los cantones regenerados pasan al tramo de mejora, los cantones con dificultades de regeneración permanecen en el de regeneración un período más y, finalmente, se completa el tramo en regeneración con cantones del tramo en preparación.
- lógicamente, para esta forma de proceder es necesario que la cabida del tramo en regeneración sea mayor que la cabida periódica, pero no tan grande como para que sean excesivamente fuertes las cortas de regeneración. Para ello, las normas francesas proponen la siguiente restricción:

$$S_{tm} = (S / T) PR k, \text{ donde}$$

S_{tm} = superficie del tramo móvil en regeneración

S = superficie del cuartel

T = turno en años

PR = período de regeneración en años

k = coeficiente que tendrá un valor comprendido entre 1,3 y 1,9.

Las normas españolas indican para fijar la superficie del tramo móvil en regeneración que habrá de ser superior a la cabida periódica e inferior al 40% de la superficie del cuartel, es decir:

$$(S/T) PR \leq S_{tm} \leq 0,4 S.$$

Se comprueba la gran diferencia en la organización del tiempo y del espacio entre las dos formas de proceder, aunque el modo de conseguir la regeneración mediante cortas por aclareo sucesivo uniforme sea similar.

VIII.8.- Bibliografía.

ARTIGAS, P. - 1890. *Silvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta Moreno y Rojas. Madrid.

CAMPO, M. del - 1915. *Silvicultura; Apuntes 1º curso*. Imprenta Alemana. Madrid.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Silvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

LANIER, L. - 1986. *Precis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

CAPÍTULO IX.- TRATAMIENTO DEL MONTE ALTO SEMIRREGULAR

IX.1.- DEFINICIÓN, DENOMINACIÓN Y CLASES

IX.2.- PROCEDIMIENTO GENERAL

IX.3.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO POR BOSQUETES

IX.4.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO POR FAJAS

IX.5.- CORTAS POR ACLAREO SUCESIVO EN CUÑAS

IX.6.- CONDICIONANTES GENERALES

IX.7.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

IX.8.- APLICACIONES PRÁCTICAS

CAPÍTULO IX.- TRATAMIENTO DEL MONTE ALTO SEMIRREGULAR

IX.1.- Definición, denominación y clases.

Anteriormente se ha definido como monte alto semirregular la situación en que, dentro de un mismo rodal, conviven pies de dos clases artificiales de edad cíclicamente contiguas.

Los tratamientos generales del monte alto semirregular se denominan *cortas semicontinuas*, y se definen como aquellas que generan y mantienen masas semirregulares.

Las cortas semicontinuas consisten en la extracción total de los pies de la masa principal de una forma paulatina y en un período de tiempo superior al intervalo de una clase artificial de edad. Se aplican en monte alto y para conseguir la regeneración natural, especialmente para especies de media sombra y de sombra, con vecería muy marcada y en situaciones de difícil estación.

El plazo, superior a una clase artificial de edad, en que se producen las cortas, se llama *período de regeneración*, que suele ser igual a la duración de dos clases artificiales de edad, por tanto entre 40 y 60 años, o igual a la mitad del turno.

Se podrían describir este tipo de cortas como cortas por aclareo sucesivo uniforme, iguales que las explicadas en el capítulo precedente, pero con período de regeneración de duración doble. Consecuentemente, el tramo de regeneración, a igualdad de superficie en el cuartel, tiende también a tener una superficie doble. El gran tamaño del tramo en regeneración es la causa de los tipos o clases de cortas semicontinuas, basadas en la organización espacial del tramo para repartir en él las cortas.

Así, las clases de cortas semicontinuas que se pueden considerar son: por aclareo sucesivo por bosquetes; por aclareo sucesivo por fajas; y por aclareo sucesivo en cuñas.

IX.2.- Procedimiento general.

Para explicar el procedimiento general de las cortas semicontinuas se enumeran ordenadamente los pasos de su aplicación:

1º.- Inventario y formación del cuartel.

2º.- Determinación del turno mediante aplicación de uno o combinación de varios criterios de cortabilidad. Determinación del período de regeneración en cifra normalmente equivalente a dos veces la duración de una clase artificial de edad. Se ajustarán ambas cifras de modo que el turno sea múltiplo del período de regeneración.

3°.- Se divide el cuartel en un número de tramos igual al cociente de dividir el turno por el período de regeneración. Los tramos se pueden formar como iguales o como equiproductivos y tendrán, a igualdad de turno y tamaño del cuartel para el ASU en monte alto regular, el doble de extensión.

4°.- Los tramos se forman como cerrados y permanentes.

5°.- Cada tramo se asigna o destina a un período de regeneración.

6°.- La posibilidad se determina y se señalará en volumen. La posibilidad del cuartel se desglosa en posibilidad de regeneración, a extraer en el tramo en destino, y posibilidad de mejora, a extraer del resto de los tramos.

7°.- Las cortas de regeneración a aplicar en el tramo constan de tres fases: *preparatorias*, *diseminatorias* y *secundarias (aclaratorias y final)*, cuyos objetivos son iguales a los explicados al exponer el ASU.

La variación de la forma de aplicar las cortas de aclareo, respecto de las cortas continuas, se refieren a: el plazo para cada fase, que será mas largo en esta modalidad; el número de intervenciones, que será mayor; y a la intensidad de cada intervención, que será menor.

Las dificultades para aplicar estas cortas se derivan de la gran extensión del tramo en regeneración, lo que obliga a dividirlo o compartimentarlo de forma que la aplicación de las fases de corta en aclareo sea ordenada. De los diferentes modos de división del tramo se derivan las siguientes modalidades de cortas semicontinuas, participando todas ellas del mismo procedimiento general que se ha explicado.

IX.3.- Cortas por aclareo sucesivo por bosquetes.

En esta modalidad se procede señalando, de forma homogéneamente repartida por toda la superficie, una serie de puntos que serán centro de un bosquete. Estos centros se eligen preferentemente en donde se haya producido una regeneración anticipada, aunque sea de muy escasa superficie.

Una vez fijados los centros se inician las cortas preparatorias en círculos de unos 200 m² al principio (más de 16 m de diámetro) y se progresa en coronas circulares aumentando paulatinamente el diámetro del bosquete.

Durante los años de buena fructificación se aprovecha para realizar cortas diseminatorias en zonas preparadas anteriormente.

Conseguido el regenerado, se procede de la misma forma con las cortas aclaratorias y final, de forma que los bosquetes van creciendo hasta que se hacen tangentes y ocupan la totalidad del tramo. Para mejor comprender la forma de realizar las cortas se incluyen las figuras IX.1 y IX.2.

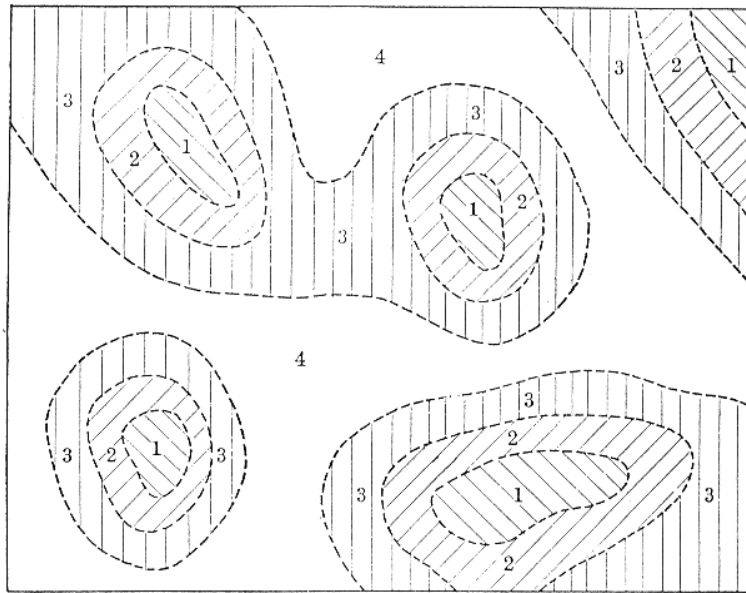


FIGURA IX.1.- Planta de una zona de un tramo en regeneración para cortas por aclareo sucesivo por bosquetes, en una fase intermedia de un período de regeneración: 1, centros de los bosquetes con regeneración anticipada o conseguida y con cortas preparatorias y diseminatorias realizadas; 2, zonas donde se ejecutan cortas diseminatorias; 3, zona donde se están aplicando cortas preparatorias; 4, zonas en las que no han llegado las cortas de regeneración. Tomado de HAWLEY y SMITH (1982).

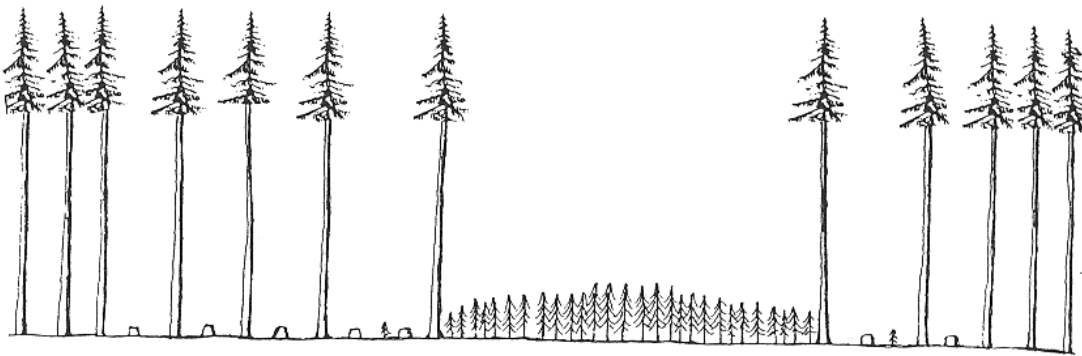


FIGURA IX.2.- Alzado de un bosque. En la zona central se ha realizado la corta final, mientras que en los extremos no han llegado las cortas preparatorias. Tomado de CAPELLI (1991).

Estos tratamientos fueron empleados por primera vez en Baviera y son particularmente idóneos en masas mixtas y para la transformación de una masa pura en una masa mixta, con plantación de la especie que se desea incorporar, y también en estaciones donde son frecuentes los daños abióticos.

Hay que cuidar el apeo de los árboles y su saca para evitar daños en el regenerado del propio bosque y de los colindantes, marcando itinerarios de desembosque de las maderas que eviten el paso por el centro de los bosques.

La denominación de este tipo de cortas en otros idiomas es: en francés, *coupes de régénération par groupes ou par trouées*; en inglés, *group system*; en alemán *gruppenschirmschlag*; y en italiano, *tagli successivi a gruppi*.

IX.4.- Cortas por aclareo sucesivo por fajas.

Se opera señalando sobre el tramo en regeneración una serie de rectas paralelas entre si y separadas más de 100 metros, que sean normales a la dirección de los vientos dominantes o paralelas a las curvas de nivel.

Cada una de estas rectas es el inicio de una faja de corta, que avanza o crece en sentido contrario al viento, mediante ampliaciones de la misma realizadas a base de iniciar las cortas preparatorias, luego las diseminatorias en zonas ya preparadas y finalmente las secundarias en zonas ya regeneradas, todo ello en una progresión similar a la explicada para las coronas circulares descritas en el método anterior.

Una ventaja evidente de este modo de proceder respecto del anterior es que cada faja puede estar apoyada en una vía de saca, de modo que los itinerarios de desembosque resultan mucho más cortos y evidentes, todo ello con menor riesgo de daños al regenerado y menor costo de saca, manteniendo la protección de los regenerados frente al viento.

La figura IX.3 ayuda a comprender este tipo de cortas.

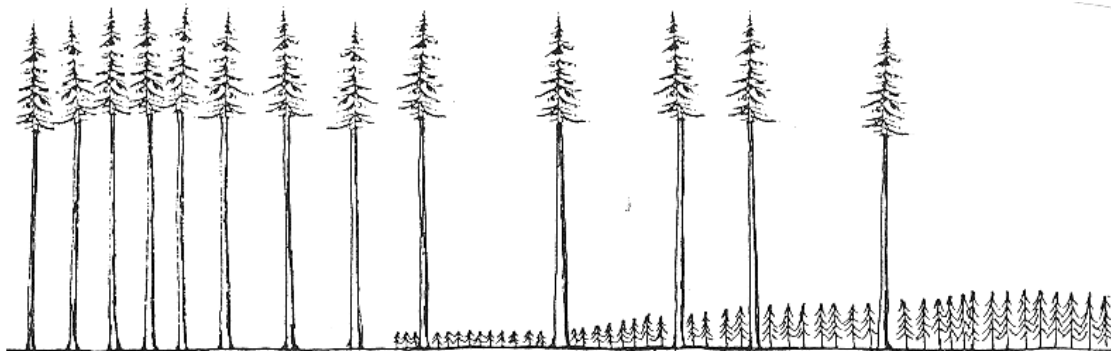


FIGURA IX.3.- Alzado de una faja en un momento intermedio del período de regeneración. De izquierda a derecha: fustal maduro y sin cortas; zona con cortas preparatorias; zona con cortas diseminatorias; zona con regenerado conseguido y corta final realizada. Tomado de CAPELLI (1991).

La denominación de este tipo de cortas en otros idiomas es: en francés, *coupe d'abri en lisière ou en coulisses ou sur bandes*; en inglés, *strip system*; en alemán, *saumschlag*; y en italiano *tagli successivi a strisce*.

IX.5.- Cortas por aclareo sucesivo en cuñas.

Este método, también llamado cortas de Wagner, es una variante de la corta en fajas en la que las fajas se replantean en forma de zig-zag. Se recomienda que las fajas avancen desde el este hacia el oeste para que en todo momento el regenerado que se va consiguiendo tenga la protección de la masa vieja frente a la insolación. También pueden avanzar contra el viento dominante.

La denominación de este tipo de cortas en otros idiomas es: en inglés, *wedge system*; en alemán, *keilschirmschlag*; y en italiano *tagli successivi a cuneo*.

Se incluye, en relación con este procedimiento, la figura IX.4.

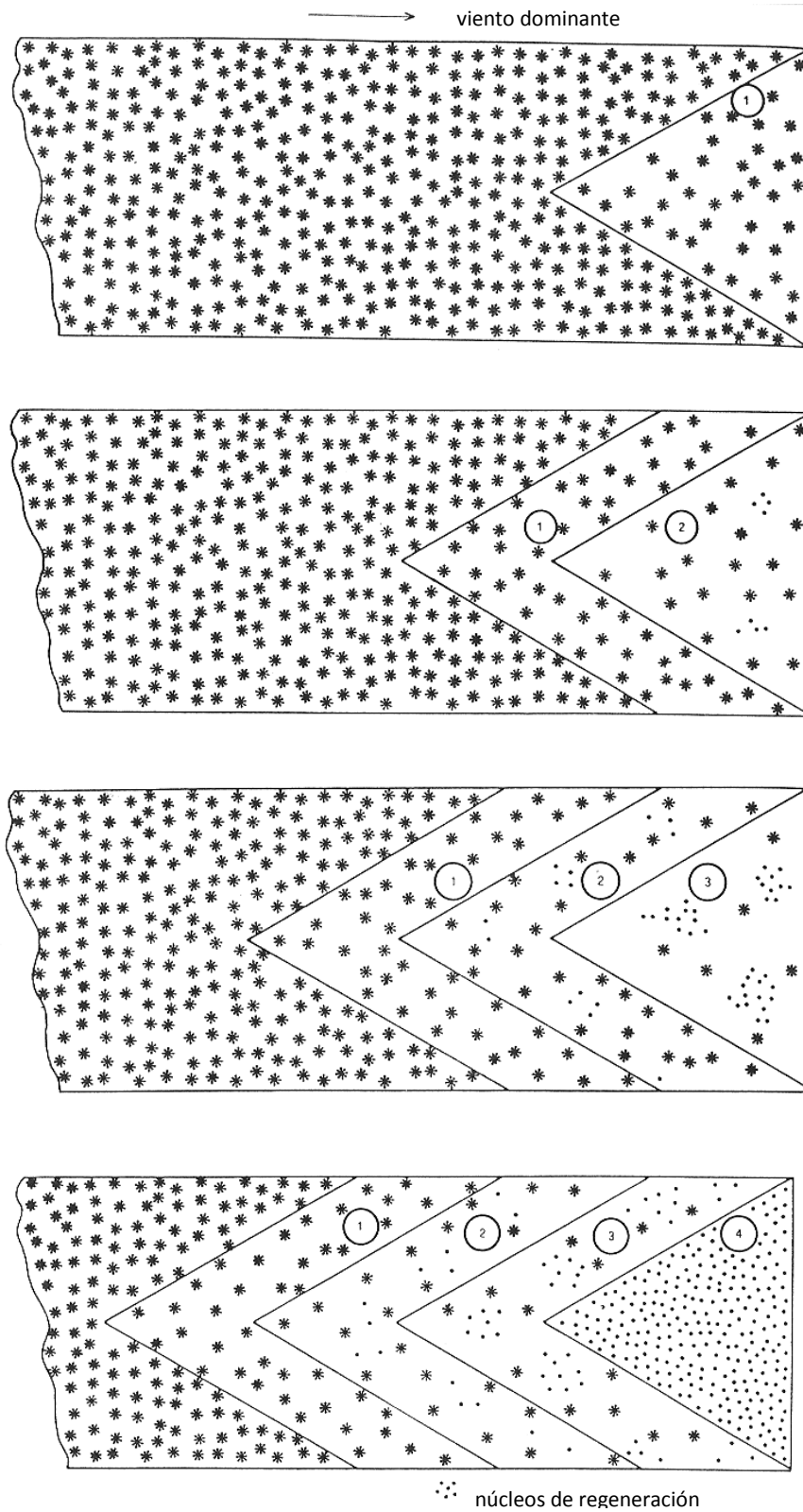


FIGURA IX.4.- Diferentes etapas, sobre el mismo rodal, de la aplicación de cortas por aclareo sucesivo en cuñas: 1, masa con cortas preparatorias y diseminatorias realizadas; 2, después de una corta aclaratoria; 3, pendiente de corta final; 4, regenerado conseguido y corta final realizada. Tomado de CAPELLI (1991).

IX.6.- Condicionantes generales de las cortas semicontinuas.

Para la aplicación de las cortas semicontinuas es preciso tener presentes los siguientes condicionantes:

1.- Respecto de la especie

Son métodos apropiados a masas de especies de temperamento muy delicado y a masas mixtas, con producción de semilla muy escasa y vecería acusada, con regeneración difícil por cualquier motivo, lo cual lleva a comprobar que no se puede alcanzar una suficiente regeneración en plazos inferiores a 20 o 30 años.

2.- Respecto de la estación

Se requiere asegurar gran protección al suelo en relación con el riesgo de erosión hídrica o pérdida de permeabilidad, o al regenerado en relación con daños abióticos.

3.- Respecto de la gestión

El cuartel tiene suficiente extensión pues los tramos, para que sea viable la aplicación, serán mayores de 100 ha, preferiblemente serán de 200 ha. Los acotados al pastoreo son extensos y de larga duración en la misma zona.

4.- Respecto de la economía

Los costes de saca y la gestión detallada encarecen los productos maderables, con lo que la productividad financiera en este sentido tiende a disminuir.

IX.7.- Ventajas e inconvenientes de las cortas semicontinuas.

Comparando con otros métodos de corta, se enumeran las ventajas e inconvenientes de las cortas semicontinuas.

Ventajas de las cortas semicontinuas

- 1.- La protección al regenerado es más intensa que en los procedimientos anteriores, por lo que es un método ventajoso en especies de temperamento muy delicado.
- 2.- Se adapta bien a especies muy veceras, con poca producción de semilla y zoócoras.
- 3.- Tiene ventajas frente a métodos explicados anteriormente en relación con la defensa del suelo de la erosión hídrica.

Inconvenientes de las cortas semicontinuas

- 1.- La gestión técnica requiere mucha dedicación y experiencia.
- 2.- Los costos de saca son relativamente más elevados.
- 3.- Los riesgos de daños al regenerado son mayores que con las cortas continuas.
- 4.- Existe tendencia a que la masa se convierta en irregular.
- 5.- Los pies tienden a ser más ramosos que en las masas regulares, por lo que se hacen más necesarias las podas de mejora de calidad de madera, lo que reduce el beneficio neto del monte.

IX.8.- Aplicaciones prácticas de las cortas semicontinuas.

Este tipo de cortas se ha aplicado y descrito en Centroeuropa, especialmente en Alemania.

En España las cortas semicontinuas no se aplican en la práctica, pues en los casos en que por condicionantes de especie y de estación pudieran estar indicadas, siempre se ha preferido acudir a las cortas discontinuas y al mantenimiento de masas irregulares, lo que se explica en el siguiente capítulo.

IX.9.- Bibliografía.

BOUDRU, M. - 1989. *Fôret et Sylviculture: traitement des fôrets*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L. Gembloux.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

CAPÍTULO X.- CORTAS POR ENTRESACA

X.1.- DENOMINACIÓN

X.2.- DEFINICIÓN

X.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MASA IRREGULAR

X.2.2.- DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE CORTABILIDAD

X.3.- PROCEDIMIENTO GENERAL

X.4.- ENTRESACA POR COMPARACIÓN CON EL M.E.I.

X.5.- ENTRESACA REGULARIZADA

X.6.- ENTRESACA POR HURONEO

X.7.- ENTRESACA POR BOSQUETES

X.8.- CONDICIONANTES GENERALES DEL MÉTODO

X.9.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MÉTODO

X.10.- APLICACIONES PRÁCTICAS

CAPÍTULO X.- CORTAS POR ENTRESACA

X.1.- Denominación.

El tipo de cortas al que se refiere este capítulo, dedicado al estudio del tratamiento del monte alto irregular, recibe las siguientes denominaciones:

Español: *cortas por entresaca* o *cortas discontinuas*. En Hispanoamérica se denominan *método de selección*.

Francés: *régime de jardinage*.

Inglés: *selection system, uneven-aged silviculture*.

Alemán: *pflgeplenterung, plenterung, plenterhieb*.

Italiano: *taglio saltuario, taglio a scelta colturale*.

X.2.- Definición.

Las cortas por entresaca son cortas discontinuas que generan y mantienen masas irregulares. Esta breve definición es suficientemente precisa, pero de difícil comprensión si no se tienen en cuenta las diferentes definiciones del monte irregular, que se han apuntado en los capítulos II y VI. En una primera aproximación (capítulo II) decíamos que una masa irregular es aquella que contiene pies de todas las clases de edad. Con un análisis más detallado (capítulo VI) se plantean tres casos de irregularidad: masas con un 90% de sus pies perteneciendo a tres clases artificiales de edad cíclicamente contiguas; masa en la que están presentes todas las clases de edad y con densidad decreciente según ésta o masa irregular ideal; y masa irregular por bosquetes medios o grandes.

Como hasta el presente hemos estudiado los tratamientos que dan lugar a las masas regulares y semirregulares, trataremos de mejorar la comprensión de las cortas por entresaca haciendo comparaciones con los conceptos expuestos en los capítulos anteriores:

- a).- Por similitud con las cortas por aclareo, podría explicarse la corta por entresaca diciendo que cuando el período de regeneración de un rodal o tramo se alarga hasta alcanzar la misma duración que el turno, se produce que en cualquier punto de esa superficie existen pies de todas las clases artificiales de edad, característica que define a una masa irregular.
- b).- De acuerdo con lo anterior, si el período de regeneración es igual al turno, existe un único tramo de regeneración en el conjunto del cuartel, por lo que toda la superficie del mismo, y durante todo el tiempo, está dedicada a la regeneración.
- c).- La cobertura del suelo por el vuelo es permanente en toda la superficie del cuartel.

d).- Al contrario que en las masas regulares o semirregulares, en las que es posible conocer la edad de un pie en función del tramo en que está situado, en las masas irregulares la edad de un pie no está relacionada con su situación geográfica.

e).- La cuestión anterior nos lleva a que el concepto de turno, hasta ahora utilizado, deja de tener interés y utilidad en las masas irregulares. Se sustituye el turno por la fijación de un diámetro de corta o de madurez, debiéndose definir para el tratamiento cuál es la clase diamétrica máxima que puede existir dentro de la masa.

f).- En las masas regulares y semirregulares se distinguen dos tipos de corta: de regeneración (estudiadas en capítulos precedentes) y de mejora (se estudiarán en el capítulo XII), en función del objetivo que persiguen. Sin embargo, las cortas por entresaca, únicas, tienen el doble objetivo de regeneración y de mejora sin que, en principio, pueda separarse según este criterio ni en el espacio ni en el tiempo.

Para completar la definición de las cortas por entresaca y como materia previa al estudio del procedimiento general del método, exponemos, con mayor detalle que anteriormente, lo relativo a la descripción de la masa irregular y a la determinación del diámetro de cortabilidad.

X.2.1.- Descripción de la masa irregular.

La forma más completa de masa irregular o monte entresacado ideal (MEI) es aquella que contiene pies de todas las clases de edad (ver III.3.2). Para asegurar el reemplazo de unas clases diamétricas por las anteriores, al existir cierta mortalidad natural y la necesidad de aplicar cortas en el tratamiento, es lógico pensar que la densidad de las clases de edad pequeñas será mayor que la de las grandes, todo ello de forma ordenada.

El modo de definir la estructura ideal de una masa irregular se ha abordado por dos procedimientos:

- el *areal*, atribuido por Olazábal a BERANGER (MACKAY, 1961), que se basa en conocer el valor modular de cada clase diamétrica referente a la proyección de la copa (s_i , en m^2). A continuación se procede a asignar a cada clase diamétrica una cabida igual, o lo que es lo mismo, a dividir la cabida total en tantas partes iguales como clases diamétricas se han establecido, de donde se deduce el número de pies que deben existir en cada clase diamétrica (n_i , en pies/ha):

n_i (pies/ha) = $[10.000/m]/s_i$, donde n_i es la densidad en pies/ha de la clase diamétrica i ; m es el número de clases diamétricas que componen la masa; s_i es la proyección de la copa de los pies con diámetro d_i , en m^2 .

Este procedimiento tiene los inconvenientes de: tener que suponer que la fracción de cabida cubierta vale 100% a lo largo de la vida de la masa; basarse en la estimación de valores modulares de proyección de copa que pueden no ser constantes en función del tratamiento y espesura de cada rodal. No obstante, puede aplicarse en algunos casos, especialmente cuando la espesura normal deba ser una espesura incompleta y la calidad de estación no tenga grandes variaciones en el espacio, por su simplicidad de cálculo.

- el procedimiento o criterio *biológico*, atribuido a DE LIOCOURT, establece que el decrecimiento del número de pies desde una clase diamétrica a la siguiente superior sigue una proporción geométrica. Es decir, se basa en obtener la densidad de cada clase diamétrica en función de la siguiente, mediante un decrecimiento de dicha densidad, con la edad o tamaño, de tipo exponencial.

Una primera forma de expresar la composición instantánea de una masa irregular según este procedimiento ya fue apuntada en III.3 y III.3.2, como un caso particular de la distribución WEIBULL, en la que $c = 1$:

$$N_i = k e^{-aD_i}, \text{ donde:}$$

N_i = densidad de los pies de la clase diamétrica D_i ,

e = base de los logaritmos neperianos, igual a 2,72,

k = constante característica en cada modelo, función de la especie y de la calidad de la estación, que expresa la densidad de la clase en la que D tiende a cero,

a = constante característica en cada modelo, función de la especie y de la calidad de la estación, que expresa la velocidad de decrecimiento de la densidad de una clase diamétrica a las siguientes superiores.

Fijando los valores de k y a en cada caso se puede conocer la composición del monte entresacado.

Tomando logaritmos en la expresión anterior, para mayor facilidad de cálculo y de representación gráfica, se obtiene:

$$\log N_i = -a' D_i + k', \text{ donde:}$$

N_i = densidad de los pies de la clase diamétrica D_i ,

$k' = \log k$

$a' = a \log e$, que expresa la pendiente de la recta que representa a la población en papel semilogarítmico.

La figura X.1, tomada de CAPELLI (1991), ayuda a comprender lo expuesto.

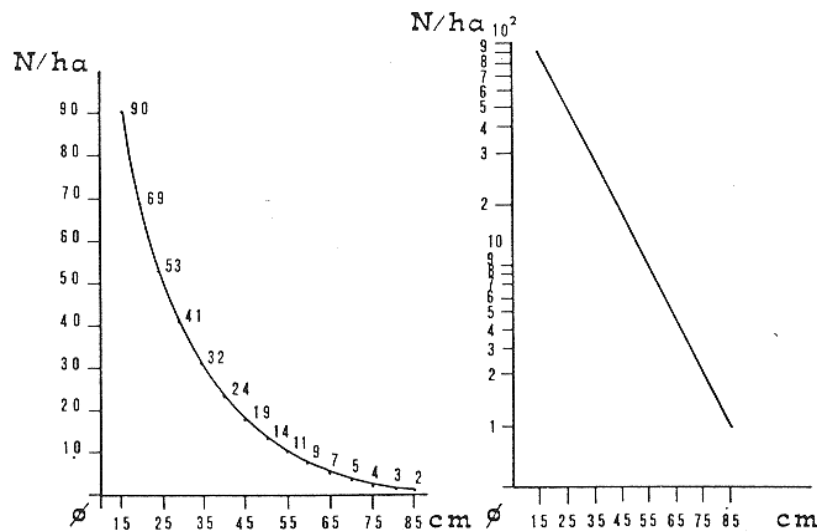


FIGURA X.1.- A la izquierda, curva de distribución de los pies en función de su diámetro en un monte entresacado ideal. A la derecha, en escala semilogarítmica, la curva exponencial anterior se convierte en una recta.

Existe otro modo de expresar la composición de un monte entresacado ideal según la ley de DE LIOCOURT, conforme a la expresión de una progresión geométrica de la siguiente forma:

$$N_i = N_{i+1} q, \text{ donde:}$$

N_i = número de pies de la clase diamétrica i ,

N_{i+1} = número de pies de la clase diamétrica inmediatamente superior a i ,

q = factor que define la progresión geométrica, que según se ha formulado tiene que ser superior a la unidad, cuyo significado biológico se refiere a la tasa de decrecimiento de la densidad con la edad (mortalidad y cortas) y que lógicamente es función del valor de a que figura en las expresiones anteriores, según la siguiente relación que es de fácil demostración:

$$q = e^{a\delta}, \text{ donde:}$$

q = factor de la progresión geométrica,

$\delta = D_{i+1} - D_i$, que es el intervalo de las clases diamétricas fijado por el inventario.

Esta forma de expresión, a través de la progresión geométrica, es la más habitual por la facilidad de cálculo, y define la masa irregular como:

$$N_m$$

$$N_{m-1} = N_m q$$

$$N_{m-2} = N_m q^2$$

.....

$$N_{m-i} = N_m q^i$$

.....

$$N_1 = N_m q^{(m-1)}$$

Sin embargo, las masas irregulares en equilibrio obtenidas en la realidad tras muchos años de tratamiento no responden exactamente al modelo de valor de q constante para todas las clases diamétricas. Este valor tiende a hacerse mayor en las clases diamétricas altas, por lo que la representación de la masa en papel semilogarítmico no es exactamente una recta, sino que presentan una concavidad hacia abajo, como se observa en la figura X.2, tomada de LANIER (1986).

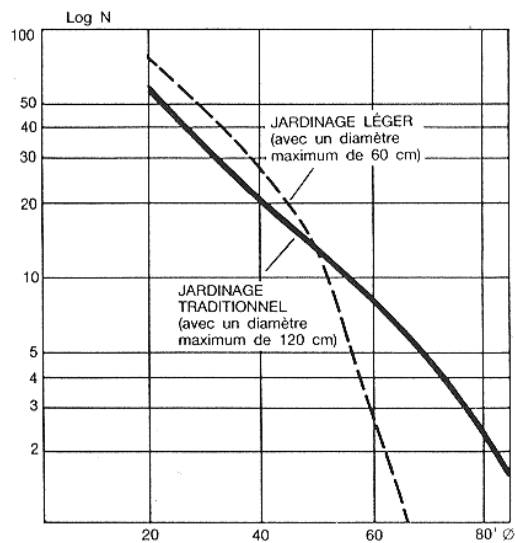


FIGURA X.2.- Curvas de equilibrio de masa irregular para dos tipos de entresaca, sobre una masa mixta de haya y abeto. En ordenadas, logaritmo de la densidad en pies/ha; en abscisas, diámetro normal en cm. Trazo grueso, entresaca tradicional con diámetro máximo de 120 cm. Trazo discontinuo, entresaca con diámetro máximo de 60 cm.

Por tanto, en la propuesta o definición de una masa irregular el valor de la constante q de De Liocourt no tiene que ser necesariamente el mismo entre todas las clases diamétricas, y se pueden aplicar modelos con valor mayor en las clases diamétricas superiores. Para las explicaciones de este capítulo se supone el mismo valor en todos los casos.

Resumimos lo anterior diciendo que una masa irregular ideal queda definida, según el criterio biológico, cuando de ella se conocen o fijan los siguientes valores:

D_m = diámetro máximo o de cortabilidad, en cm,

N_m = densidad de los pies de la clase diamétrica máxima, en pies/ha,

D_1 = diámetro mínimo inventariable, en cm,

δ = intervalo de clase diamétrica para inventario, en cm,

q = factor de la progresión geométrica, adimensional y mayor que la unidad,

m = número de clases diamétricas que componen la población.

t_δ = tiempo necesario para que se produzca un cambio de clase diamétrica en un pie, en años. Se denomina módulo de rotación.

Conocidos estos valores se deducen las densidades de cada clase (N_i , en pies/ha), la densidad total (ΣN_i , en pies/ha), el área basimétrica (G , en m^2/ha) y, conocidos los valores modulares de cubicación por clases diamétricas (v_i , en m^3/pie), las existencias de la masa (V , en m^3/ha).

Sobre las relaciones entre los valores enumerados y la forma de determinarlos se trata en el siguiente epígrafe.

X.2.2.- **Determinación del diámetro de cortabilidad.**

El diámetro máximo, o diámetro de cortabilidad o de madurez, de una masa irregular es fundamental en la definición de la estructura de la misma, sustituye al concepto de turno de las masas regulares y tiene consecuencias importantes tanto en la regeneración y estabilidad de las masas irregulares como en su producción.

El diámetro de cortabilidad se determina como límite superior que no debe ser sobrepasado por ningún ejemplar de la masa, aunque en la práctica se aplique con gran flexibilidad el cumplimiento de esta norma, con base en alguno de los siguientes criterios:

a).- *Biológico o físico*, atendiendo a la dimensión en la se produce un extremado envejecimiento del pie, o la incapacidad de realizar una función. Por ejemplo: pérdida de la capacidad de producir semilla (ver V.9 y V.10.1); imposibilidad de descorche en el alcornoque. Puede atender también a la imposibilidad de crecimiento diametral en relación con la calidad de estación y la especie.

b).- *Tecnológico*, en función del tamaño del árbol para que pueda ser sometido a un determinado despiece. Es un criterio poco aplicado en este método

c).- *Económico*, en correspondencia con la maximización de la rentabilidad teniendo en cuenta la producción en especie y el valor unitario de la madera.

d).- *Selvícola*, en algunos casos el diámetro máximo queda limitado por la mayor probabilidad de que se produzcan pudriciones de tronco u otras enfermedades cuando se alcanza un cierto diámetro.

Las posibilidades de fijar diámetros máximos grandes o relativamente pequeños y las consecuencias de esta decisión en el resto de los valores que definen el monte entresacado ideal se discuten a continuación:

- en relación con la *especie*, las posibilidades de fijar valores más o menos altos estarán condicionadas por el desarrollo de cada una. Así, en *Pinus uncinata* será difícil superar los 40 cm, mientras que en *Abies alba*, se pueden superar los 100 cm.

- a igualdad de especie, en relación con la *calidad de estación* se pueden fijar diámetros mayores cuando la calidad de la estación sea favorable para la especie, como queda expresado en la figura X.3.

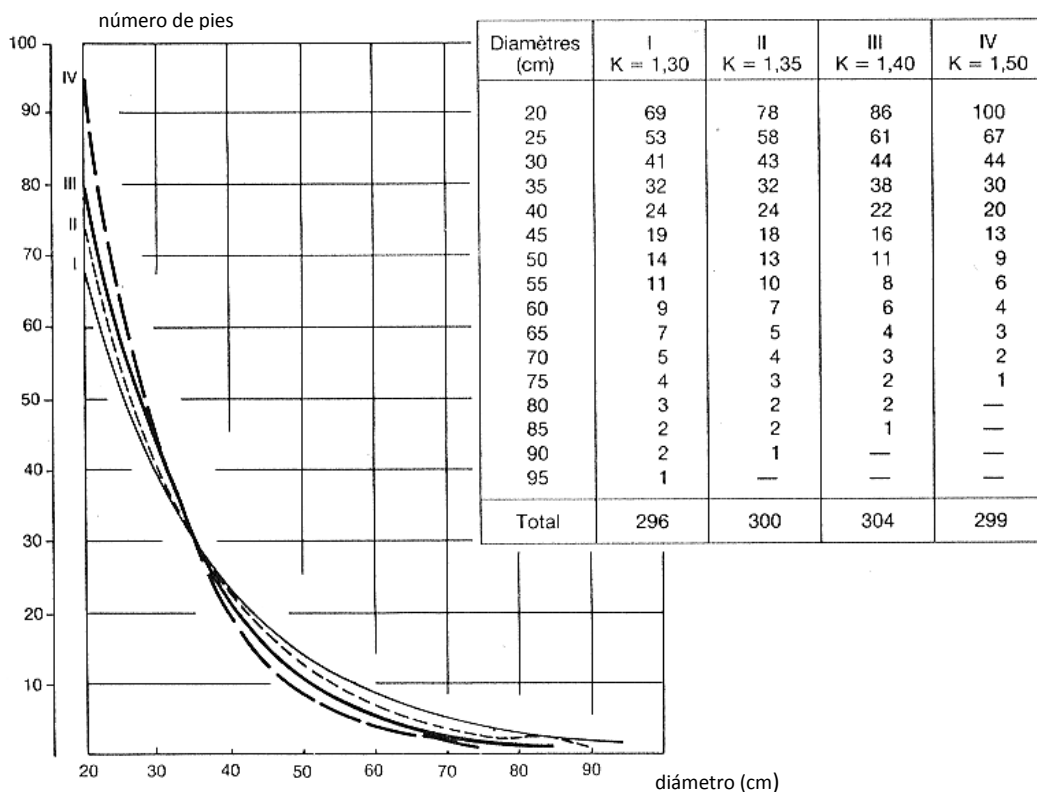


FIGURA X.3.- Tipos de composición de monte entresacado ideal en función de la calidad de estación. Según SCHAEFFER, GAZIN y D'ALVERNY, tomado de LANIER (1986). (La notación *k* de la tabla se corresponde con la *q* empleada en este texto).

- la fijación de un valor alto para D_m debe implicar que el valor de q sea bajo, con el fin de que la *densidad total* no resulte excesivamente elevada. La figura X.4, tomada de LANIER (1986) y que se corresponde con las curvas representadas en la figura X.2, ilustra esta cuestión.

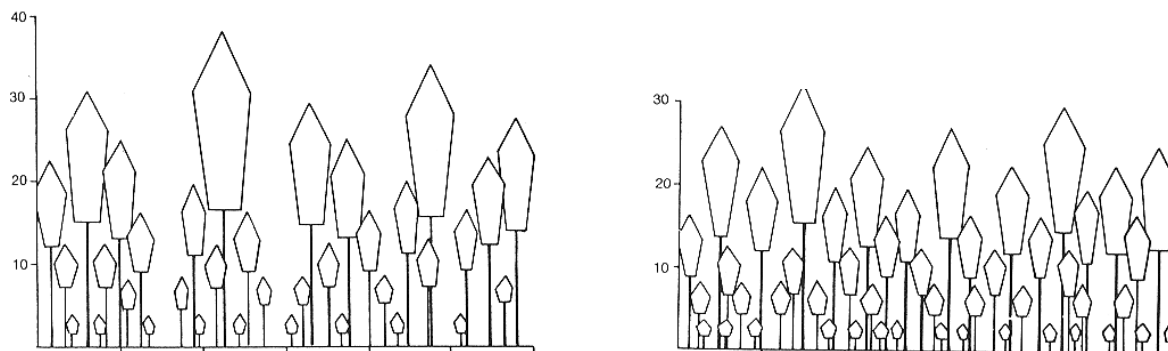


FIGURA X.4.- Perfiles tipo teóricos de masas irregulares ideales de hayedo y abetar, sobre la misma estación, con variación de diámetro máximo de cortabilidad: izquierda, $D_m = 120$ cm; derecha, $D_m = 60$ cm.

- la fijación del D_m influye en las *existencias normales* de la masa y en su crecimiento, como se deduce de la tabla X.1.

TABLA X.1.- Simulación de volúmenes en pie y crecimientos corrientes correspondientes a diferentes tipos de monte entresacado ideal sobre una misma estación, variando el diámetro máximo de cortabilidad. Tomado de SCHÜTZ (1997). Condiciones de aplicación: estaciones de hayedo con abeto, vertiente norte, región de Couvert, Jura suizo. Los modelos se han calculado de manera que esté garantizado el equilibrio en la incorporación (regeneración) de nuevos pies.

Tipo de entresaca según diámetro máximo (cm)	Volumen en pie correspondiente (m^3/ha)	Crecimiento corriente ($m^3/ha,año$)
60	261	7,86
80	305	7,74
100	338	7,49
120	359	7,27

Los valores de q , superiores a la unidad, oscilan en las propuestas de la selvicultura centroeuropea entre 1,2 y 1,5, teniendo en cuenta la especie, calidad de estación y D_m que se haya fijado. Según lo expuesto anteriormente, los valores bajos corresponden a buenas calidades de estación, con D_m altos y densidades relativamente bajas en las clases diamétricas inferiores. En montes entresacados propios de la selvicultura mediterránea, con espesuras normales incompletas y valores de N_m altos, el valor de q puede bajar hasta 1,1, mientras que en montes protectores con D_m bajo y necesidad de altas espesuras puede subir el valor de q hasta 1,9.

El valor que se le dé a q influye en gran medida, fijado el D_m , en la espesura que tendrá el monte entresacado ideal. Dicha espesura, valorada en densidad total, área basimétrica y volumen en pie, tiene una gran trascendencia: en los aspectos selvícolas, porque si es excesiva se impide la necesaria regeneración; en los aspectos económicos, porque si resulta pequeña se pierde posibilidad.

Los valores antes mencionados: N_m ; D_1 ; δ ; m , tienen influencia indirecta en el valor a dar a q , pues con una espesura global fijada, el valor de q será tanto más alto cuanto mayor sea el intervalo de clase diamétrica, y por tanto menor el número de clases.

X.3.- Procedimiento general.

El procedimiento general para organizar las cortas por entresaca o para tratar el monte alto irregular con mezcla de edades pie a pie se resume en los siguientes pasos:

1°.- Se procede al inventario de la masa, especialmente en lo relacionado con la distribución diamétrica y al crecimiento diametral, y se forma el cuartel.

2°.- Se determina la composición del monte entresacado ideal, según lo que se ha explicado en epígrafes anteriores: D_m ; N_m ; D_1 ; q ; δ ; m ; t_δ ; ΣN_i ; G ; V .

La definición del monte entresacado ideal debe ser realista, basada en experiencias próximas y en la espesura actual de la masa y, en todo caso, debe tomarse como una referencia o indicación, no como una directriz inexorable, que puede ser revisada en cualquier momento. A este respecto indica LANIER (1986) que si el comportamiento de la masa se aleja de la norma, es mejor cambiar ésta que esforzarse en ajustar la masa al modelo.

3°.- Se determina la posibilidad, que según las diferentes modalidades de método de ordenación podrá ser anual o periódica e igual o desigual. El cálculo de la posibilidad se debe basar en la suma de los volúmenes de los pies que cada año o periódicamente cambian de clase diamétrica, de forma que la estructura de la masa permanezca igual a sí misma, de modo que las existencias en pie no varían con el tiempo (ver III.4.7).

El cálculo más detallado de la posibilidad se verá al estudiar la entresaca pura en el siguiente epígrafe.

4°.- Conocida la posibilidad, se procede al señalamiento y apeo de los pies que la completan, teniendo en cuenta que las cortas tienen el doble objetivo de conseguir la regeneración, sobre los huecos creados por los pies gruesos que se extraigan, y de mejora en la medida que se atiende a la estabilidad física y biológica, a través de favorecer el desarrollo de los árboles que quedan en pie y de la extracción selectiva de pies enfermos, defectuosos o de escaso desarrollo.

El señalamiento, extendido a todo el cuartel o parte de él según las modalidades que luego se verán, se basará en los siguientes criterios:

- pies que han superado el diámetro de cortabilidad.
- pies que no tienen un crecimiento aparente.
- pies que estorban el desarrollo de otros de menor tamaño que tienen vigor suficiente.
- pies enfermos, afectados de plagas, moribundos y secos.
- pies que estorban el desarrollo de ejemplares seleccionados como árboles "de porvenir", escogidos para llegar al diámetro máximo por su buen porte y adecuada distribución.

El criterio de señalamiento se complementa con los casos en que *pueden ser excluidos* de la corta los pies que han alcanzado o superado el diámetro máximo (HAWLEY y SMITH, 1982):

- los que son vigorosos y aumentan su volumen o valor.
- los que si se apean pueden causar fuertes daños sobre pies en estado de repoblado o monte bravo.
- los que cumplen la misión de árboles padre en rasos, claros y bordes del monte.
- los que se dejen por motivos estéticos o de singularidad faunística.
- los que están protegiendo alguna circunstancia especial en relación con el suelo o el regenerado.

5°.- Puede plantearse un tipo de corta, exclusivamente de mejora para reducir exceso de espesura en algunos bosquetes formados por pies de diámetro inferior al inventariable.

6°.- Se debe proceder a inventarios periódicos y reiterados que permitan comprobar la evolución de la masa, especialmente en lo referente a los siguientes extremos: que la regeneración se produce adecuadamente, a través del inventario de la "regeneración a la espera" o presencia de pies inferiores a D_1 y a través de la comprobación de la incorporación de un número suficiente de pies a la primera clase diamétrica; que el modelo de estructura de masa que se ha fijado como ideal se mantiene o tiende a ser alcanzado.

En su caso, puede ser modificado el modelo de masa, reduciendo espesura si la regeneración es insuficiente, aumentando espesura si la regeneración es abundante y el crecimiento individual es alto.

X.4.- Entresaca por comparación con el monte entresacado ideal o entresaca pura.

En esta modalidad de entresaca, que recibe las denominaciones expresadas en el epígrafe y que también es conocida como *entresaca generalizada*, es de aplicación en toda su extensión el procedimiento general expuesto anteriormente y se plantea, en principio, para extracciones de posibilidad iguales y anuales y, finalmente, se aplica sin divisiones dasocráticas en el cuartel. Por tanto, la descripción del método se centrará únicamente en la descripción del cálculo de la posibilidad y del modo de señalarla.

Para el cálculo de la posibilidad partimos de los datos que definen el MEI: D_m ; N_m ; q ; δ ; t_δ ; D_1 . Si se trata de que las cortas no alteren la composición de la masa, que suponemos en estado ideal, la extracción de pies en una clase diamétrica (a_i) durante el tiempo de cambio de clase (t_δ) será:

$$a_i = N_i - N_{i+1},$$

es decir, se cortará a lo largo de t_δ años en cada clase un número de pies igual a los que tiene dicha clase menos los que debe haber de la clase siguiente.

Si los volúmenes modulares de cada clase son v_i , en m^3/pie , la posibilidad del monte entresacado ideal para un tiempo de cambio de clase será:

$$P(t_\delta) = \sum (N_i - N_{i+1}) v_i, \text{ o bien}$$

$$P(t_\delta) = a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + a_i v_i + \dots + N_m v_m, \text{ (m}^3/\text{ha, } t_\delta \text{ años).}$$

Compruébese que $\sum a_i = N_1$ y que $a_1/N_1 = a_2/N_2 = \dots = a_i/N_i$.

La posibilidad anual será la resultante de dividir el valor anterior por el tiempo de cambio de clase:

$$P = (\sum a_i v_i) / t_\delta \text{ (m}^3/\text{ha, año).}$$

Realizados estos cálculos se conoce el volumen anual a extraer y el número de pies de cada clase diamétrica que deben ser señalados. Sin embargo, un señalamiento realizado según estas directrices resulta de muy compleja ejecución en la realidad.

Para evitar este inconveniente, ya a finales del siglo XIX y para la aplicación del método de control, DE LIOCOURT y GURNAUD fijaron la regla de realizar los señalamientos por lotes de grosor de los pies: a las maderas finas o menores de 20 cm le corresponde el 20% de la posibilidad; a las maderas medias, de 20 a 40 cm le corresponde el 30% de la posibilidad; y a las maderas gruesas, de más de 40 cm, le corresponde el 50% de la posibilidad.

Esta regla de señalamiento, conocida como 20/30/50, y que se puede expresar como:

$$P = 0,2 P (\text{finas}) + 0,3 P (\text{medias}) + 0,5 P (\text{gruesas}),$$

La regla de señalamiento puede y debe ser adaptada a cada tipo de monte según los valores que le definen, especialmente en lo referente a D_m , δ y los límites de grosor, pero también influye la especie y la estación, como se comprueba en la tabla X.2, tomada de SCHÜTZ (1997).

TABLA X.2.- Repartición ideal del volumen en pie según clases de grosor en distintos tipos de masa. Clases diamétricas de 5 cm. Valores para un diámetro máximo correspondiente a la edad de 100 años. Según distintos autores, tomado de SCHÜTZ (1997).

Estación y especie	% de maderas finas (clases 20 a 30)	% de maderas medias (clases 35 a 50)	% de maderas gruesas (clases 55 y mayores)
Hayedo y abetal (Couvet)	18	37	45
<i>Picea abies</i> (Jura)	21	22	57
Abetal (Jura)	21	37	42
Abetal (Alpes)	26	39	35
<i>Picea abies</i> con arándano	34	42	24
Hayedo (Jura)	15	34	51

La influencia del valor de D_m en estas proporciones de repartición de las existencias según grosor es muy importante según se deduce de la tabla X.3.

TABLA X.3.- Simulación de diferentes estructuras de masa en función del diámetro de cortabilidad, para hayedos con abetos en terrenos montañosos de Couvet. Según SCHÜTZ (1997).

Diámetro máximo (cm)	Volumen en pie ($m^3 ha^{-1}$)	Crecimiento corriente ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$)	Repartición por clases de grosor		
			finas (%) 20-30	medias (%) 35-50	gruesas (%) ≥ 55
60	261	7,86	30,7	57,0	12,3
70	287	7,82	25,3	49,5	25,2
80	305	7,74	21,8	43,5	34,7
90	325	7,60	19,9	40,0	40,1
100	338	7,49	18,4	37,1	44,5
110	349	7,35	17,1	34,9	48,0
120	359	7,27	16,3	33,2	50,4

La aplicación de estas reglas de repartición permite realizar señalamientos en tres lotes sin que la composición y estructura de la masa sufra desequilibrios, facilitando la gestión. Es posible relacionar el número de pies a cortar en cada clase diamétrica con la posibilidad (anual o periódica) y con las existencias de cada clase de grosor.

El cálculo de la posibilidad se ha establecido para el caso poco frecuente de que la composición de la masa a tratar sea la del MEI. Pero más frecuentemente se producirá que la composición real (N'_i) sea diferente de la ideal (N_i). Las hipótesis en esta situación pueden ser:

1ª.- $N'_i > N_i$ en todas las clases, lo que implica $N'_i > N_{i+1}$. Se puede cortar en todas las clases diamétricas ($a'_i = N'_i - N_{i+1}$) y transcurridos t_δ años, la masa habrá adquirido la estructura ideal. En esta hipótesis se cumple que $P' > P$. Si esta desigualdad fuera muy importante, se podría considerar que las cortas son excesivamente bruscas por lo que es posible aplicar una posibilidad intermedia (P''), tal que $P' > P'' > P$.

2ª.- $N'_i < N_i$ y $N'_i < N_{i+1}$, en todas las clases. Procede en este caso esperar un módulo de rotación completo sin cortar para que la masa aumente las existencias. Ahora bien, si no se quiere sacrificar completamente la producción del monte, se puede fijar una posibilidad transitoria (P') tal que $P \gg P'$.

3ª.- $N'_i < N_i$ y $N'_i > N_{i+1}$, en todas las clases. Procede en este caso durante un módulo de rotación completo cortar de acuerdo a lo siguiente: $a'_i = N'_i - N_{i+1}$. La posibilidad transitoria (P') será $P' < P$.

4ª.- En unas clases $N'_i > N_{i+1}$ y se cortará en ellas $a'_i = N'_i - N_{i+1}$; en otras clases $N'_i < N_{i+1}$ y no se cortará en ellas. Se obtendrá una posibilidad transitoria (P') cuyo valor en relación a la ordinaria (P) será variable según el grado de desigualdad de $N_i < > N'_i$ y de las clases implicadas. La posibilidad de que en un único módulo de rotación se consiga el MEI también depende del grado de desigualdad. Las cortas aplicadas en esta hipótesis reciben por algunos autores la denominación de claras de entresaca o claras de transformación o claras de irregularización.

Para todas las hipótesis descritas, la posibilidad transitoria también puede ser descompuesta, a efectos de señalamiento en tres lotes, según las proporciones de las clases de grosor.

X.5.- Entresaca regularizada.

El método de entresaca regularizada se diseña y aplica para evitar que las cortas, cada año, afecten a la totalidad de la extensión del cuartel.

Se procede según los siguientes pasos:

1º.- Formado el cuartel y realizado el inventario, se determina la estructura del monte entresacado ideal y la posibilidad, según se ha explicado anteriormente ($D_m, N_m, q, \delta, t_\delta, D_1, P$). Esta determinación puede ser variable en distintas zonas del cuartel según su calidad, composición específica y espesura actual.

2º.- El intervalo de clase diamétrica no se habrá hecho muy grande, mejor cerca de 5 cm.

3°.- El tiempo de cambio clase diamétrica o módulo de rotación (t_{δ}) será investigado con precisión. Se asignará un único valor a todas las clases diamétricas, lo que no es realmente cierto pero no se inducen errores importantes por esta práctica. Recordemos a este respecto (ver III.4.2.) que, entre determinado intervalo de edad o dimensión (entre D_1 y D_m), la relación entre diámetro y tiempo tiende a ser lineal.

Por otra parte, comparando el crecimiento diametral de pies de la misma especie y en la misma estación, según que hayan vivido en masa regular o irregular, se observa que en la masa irregular se presentan variaciones del crecimiento corriente mucho más atenuadas, lo que refuerza la posibilidad de aplicar la hipótesis de t_{δ} constante. Este hecho queda ilustrado en la figura X.5.

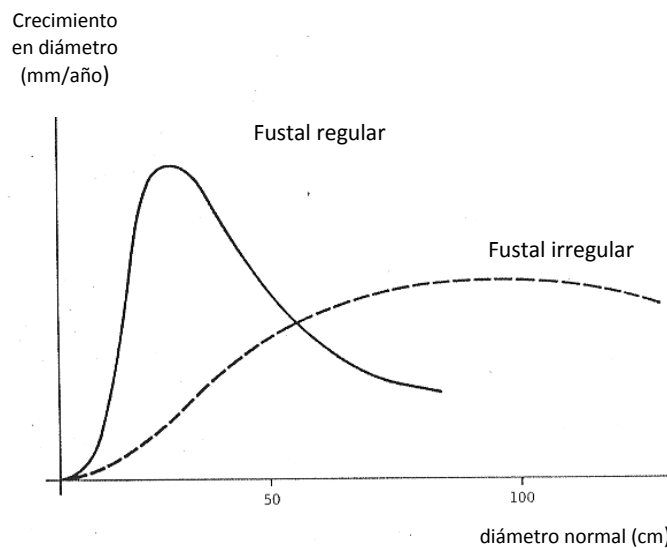


FIGURA X.5.- Diferencias de crecimiento diametral entre masa regular e irregular. Ordenadas: crecimiento corriente diametral en mm/año; abscisas: diámetro normal (a la altura del pecho) en cm. Curva continua: masa regular; curva discontinua: masa irregular. Se trata de curvas medias de varios árboles. Tomado de SCHÜTZ (1997).

La investigación de t_{δ} debe prescindir de algunos ejemplares de la masa en los que algún factor genético o de especial situación estacional o de tratamiento, provocan valores extremadamente altos o bajos. Estos ejemplares no coinciden necesariamente con los diámetros mayores de la muestra. Por supuesto, la muestra deberá ser suficientemente amplia. Es importante que estos estudios abarquen períodos del orden de 20 años o más para evitar la influencia, positiva o negativa, de las variaciones climáticas (SCHÜTZ, 1997).

Se ajustará, como ha quedado dicho en el punto 2°, el valor de δ para que el valor del módulo de rotación resulte razonable. En Centroeuropa se recomiendan valores del orden de 8 años (SCHÜTZ, 1997). En España las Instrucciones de Ordenación (MADRIGAL, 1994) establecen el módulo de rotación entre 10 y 15 años.

4°.- Se divide el cuartel en tantas *parcelas de entresaca* o *tramos de entresaca* como años tiene el módulo de rotación. Estas unidades pueden tener una cabida inversamente proporcional a la calidad de estación para que resulten equiproductivas. En casos de variación importante en la composición o estructura de las masas que componen cada parcela, puede, como se propuso en el punto 1°, asignarse diferentes modelos de MEI para cada una.

5°.- Cada año se realizan las cortas de entresaca en una de las parcelas, de forma que cuando se vuelve a la misma tras el módulo de rotación, todos los pies que quedaron tras la corta han cambiado de clase diamétrica y se ha recuperado de estructura del MEI. El cálculo de la posibilidad anual se realiza sobre la parcela, siendo la extracción en la parcela la posibilidad anual del cuartel. Esta posibilidad anual del cuartel puede ser diferente de unos años a otros.

6°.- En algunos casos especiales, el módulo de rotación y por tanto el número de parcelas puede ser diferente al de años necesarios para alcanzar el cambio de clase. Esta circunstancia se tendrá en cuenta para el cálculo de la posibilidad. Será conveniente que el módulo de rotación sea un submúltiplo, normalmente la mitad, del tiempo de cambio de clase. Un ejemplo de esta situación lo constituyen los alcornocales tratados en monte alto irregular, en los que el número de parcelas se hace coincidir con el turno de descorche.

Ventajas de la entresaca regularizada.- Se comprueba que la entresaca regularizada no difiere sustancialmente del método de la entresaca pura ni del procedimiento general de conseguir y mantener formas de masa irregulares equivalentes al monte entresacado ideal. La división del espacio de esta modalidad presenta las siguientes ventajas respecto de la entresaca pura extendida a todo el cuartel: 1- se adapta mejor a las variaciones reales de las masas; 2- se gestiona con mayor precisión y permite inventarios parciales; 3- se concentran las cortas en el espacio dando mejores rendimientos económicos; 4- hay mayores oportunidades de obtener regeneración al ser las cortas más intensas.

La regeneración en las entresacas generalizada y regularizada.- Tanto en la entresaca pura como en la regularizada, las cortas efectuadas generan pequeños huecos en los que se pueden instalar los nuevos brinzales. Estos brinzales pasan sus primeros años en un ambiente de alta espesura, si se compara con las cortas continuas, constituyendo la llamada "regeneración a la espera". Las cortas también contribuyen a que estos pies a la espera retomen un crecimiento normal para posibilitar su incorporación a la primera clase diamétrica en densidad suficiente según el modelo adoptado. Todo ello hace este tipo de tratamientos más eficaz para las especies de sombra. Los dos riesgos más importantes para la instalación de la regeneración y de su viabilidad son: la predación por herbívoros silvestres o domésticos; y el exceso de espesura de la masa adulta en relación con el temperamento de las especies principales.

La espesura en los montes entresacados ideales con producción preferente de madera varía, lógicamente, con la especie y la calidad de estación. Los autores proponen unos intervalos de espesura normal para cada caso dando una cifra inferior, por debajo de la cual se produce pérdida de renta por escasez de existencias, y una cifra superior, por encima de la cual no se puede producir la regeneración. Para hacerse idea del orden de valor de esta espesura citamos: intervalos entre 25 y 35 m²/ha de área basimétrica, según CAPELLI (1991); intervalos entre 200 y 400 m³/ha de volumen total, según SCHÜTZ (1997). Resulta interesante comparar estas cifras con las sugeridas por las tablas de producción para masas regulares.

El resultado de este tipo de regeneración es la presencia por todas partes del monte de pies de todas las edades. La comparativamente menor espesura que las masas irregulares tienen en relación con la mayor parte de la vida de las masas regulares tienen efectos importantes: 1 - los pies que las componen tienen un coeficiente de esbeltez menor y un también menor coeficiente mórfico; 2 - la poda natural sobre los mismos es menos activa; 3 - el crecimiento diametral resulta ser más sostenido y se pueden alcanzar, a igualdad de especie y estación, mayores diámetros (ver figura X.5); 4 - y, finalmente, los pies que presentan escaso crecimiento en las primeras edades por la competencia, al adquirir mayor crecimiento diametral en edades adultas pueden presentar acebolladura en el fuste.

X.6. Entresaca por huroneo.

En esta modalidad de entresaca no es necesario: determinar un diámetro máximo de cortabilidad; fijar una posibilidad previa; ni realizar divisiones en el cuartel.

Se actúa, cada año o periódicamente en toda la superficie del cuartel, aplicando un criterio de señalamiento que se concreta en apeaar aquellos pies que:

- están moribundos por estar afectados por plagas o enfermedades o están dañados por algún otro motivo como rayo, viento o nieve.
- dificultan el desarrollo de otros cercanos de menor tamaño y con buen futuro selvícola.
- influyen desfavorablemente en el paisaje.
- pertenecen a clases diamétricas excesivamente representadas, según indique el inventario.

En relación con este último criterio de señalamiento hay que hacer notar que, aunque no es objetivo de esta modalidad de cortas el conseguir una curva de equilibrio en la composición diamétrica, puede ser útil dotarse de una estructura de MEI de referencia para identificar las clases diamétricas con escasa presencia o lo contrario, todo ello para dirigir las cortas y comprobar el estado de la regeneración. Esta cuestión puede ilustrarse con la figura X.6.

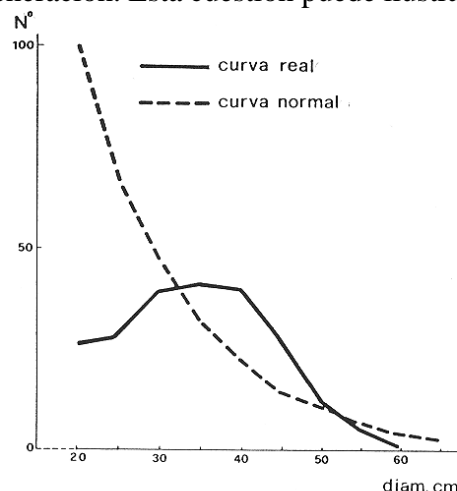


FIGURA X.6.- Parcela nº 5 del monte de Lamon. La excesiva área basimétrica, por abundancia de pies de 30 a 50 cm, impide la regeneración natural; la masa puede evolucionar hacia una estructura regular. Tomado de CAPELLI (1991).

Cada año, tras el señalamiento con el criterio apuntado, se contabiliza el volumen extraído para comprobar la posibilidad real obtenida y para comprobar la evolución del monte. Periódicamente se realizan inventarios para observar como evoluciona la masa, especialmente en lo relativo a: regeneración; distribución diamétrica; espesura y existencias. La comparación de inventarios permite modificar, en su caso, la intensidad y los criterios de señalamiento.

Esta modalidad de cortas es la que mejor se adapta a montes protectores, espacios naturales protegidos, parques periurbanos y montes adhesados. Es decir, cuando la producción preferente no resulta ser la maderable.

Las masas que se obtienen pueden ser perfectamente calificadas como irregulares y presentan un grado de naturalidad mayor que el monte entresacado ideal, que a pesar de su aspecto que puede hacer recordar a las masas no intervenidas, resulta ser una de las más sofisticadas y difíciles de mantener (LANIER, 1986).

X.7.- Entresaca por bosquetes.

Este tipo de cortas se aplica para obtener masas en el tercer grado de irregularidad, según se definió en VI.1, (MADRIGAL, 1994): masa irregular por bosquetes medios o grandes, con cabida superior a 0,5 ha e inferior a 5 ha, y sin posibilidad de agrupación por proximidad de edades entre colindantes. Los pies que contiene uno de estos bosquetes pueden ser incluso coetáneos, pero la imposibilidad de agrupación por clases artificiales de edad nos lleva a considerar el conjunto de la masa del cuartel como irregular.

Evidentemente, un suficiente aumento del tamaño del bosquete nos conduciría a un tipo de tratamiento ya estudiado, la corta a hecho en un tiempo, y a un tipo de masa de diferente calificación, masa regular (incluso coetánea). Estos comentarios ponen de manifiesto que la sistemática de las formas culturales de masa y de los tipos de tratamientos que la selvicultura general nos propone son en realidad fronteras ficticias, para conseguir un entendimiento entre las personas, mientras que la realidad de la regeneración, el tiempo y el espacio de cada monte forma parte de un continuo en donde es más importante el resultado que la denominación sistemática.

Denominación.- El procedimiento para entresaca por bosquetes (denominado en francés *jardinage par bouquets* o *jardinage par parquets*; en inglés *the group selection system*; en alemán *horstweiser plenterbetrieb*; en italiano *taglio saltuario a gruppi*)

Procedimiento general.- La entresaca por bosquetes se realiza mediante los siguientes pasos:

1º.- Tras el inventario completo del monte, dividido en unidades inventariables, se determina la edad de madurez, referencia equivalente al turno de las masas regulares y que estará en concordancia con un diámetro de cortabilidad. Esta edad de madurez será dividida en períodos equivalentes a las clases artificiales de edad para aplicar las cortas y reiterar inventarios, duración del Plan Especial en la Ordenación de Montes.

2°.- Determinar la superficie a regenerar durante el primer período, equivalente a una cabida periódica tal que $S_{reg} = (S \times CAE) / T$, siendo S la superficie del cuartel y CAE la duración de una clase artificial de edad.

3°.- Fijación del tamaño, forma y dispersión de los bosquetes. El *tamaño* del bosquete es el aspecto más trascendente. Siguiendo a MADRIGAL (1994) tenemos:

- bosquetes pequeños, de menos de 0,5 ha (un bosquete cuadrado de 0,5 ha tiene 70 metros de lado, siendo esta dimensión del orden de 2 a 3 veces la altura dominante). Se considera que, con este tamaño de bosquete o inferior, la forma de aplicar las cortas, la masa que resulta y el control de la misma son equivalentes a la entresaca pura.

- bosquete medio, de 0,5 a 1 ha (huecos de 70 a 100 m de lado si tienen forma de cuadrado).

- bosquete grande, de 1 a 5 ha. En los valores de mayor superficie la *forma del bosquete* tenderá a ser alargada.

El tamaño del bosquete se elegirá en función del temperamento de la especie principal. Cuanto más de sombra, más pequeño. No obstante, la aplicación de bosquetes grandes tiende a sobrepasar los objetivos y condicionantes del método y debe quedar reducida a cuarteles de gran superficie y poblados con especies de luz.

La *forma del bosquete* será circular o cuadrada en los tamaños menores y alargada, según curva de nivel, en los grandes.

La *dispersión* de los bosquetes que completan la superficie a regenerar en cada año, dentro del cuartel o de la unidad de gestión de inferior tamaño, se hará de forma que no se puedan agrupar por clases de edad.

El *número de bosquetes* a replantar cada año se deduce del valor S_{reg} y del tamaño del bosquete.

4°.- La *posibilidad anual* se fijará de forma indicativa, a través de la superficie anual en regeneración y de la estimación de las existencias medias del cuartel o la zona a tratar. El señalamiento se hará por cabida, es decir, se señalan los bosquetes donde cortar en cada año, según las directrices de tamaño, forma y dispersión que se han indicado en el punto anterior.

5°.- La *corta dentro de cada bosquete* puede adoptar dos formas: corta a hecho, a aplicar con bosquetes pequeños, especies de luz y cuando los pies que lo componen tienen suficiente madurez; corta de aclareo de alta intensidad o corta a hecho en dos tiempos, en condiciones de aplicación opuestas a la anterior, bosquetes grandes, especies tolerantes y presencia de pies en la masa con insuficiente madurez.

Se deben señalar los pies padre a exceptuar de la corta y comprobar que, en su caso, la masa incorporada tiene vigor suficiente.

El resultado de la aplicación de este tipo de cortas es un mosaico de pequeñas unidades en las que, en conjunto, se mezclan pies de todas las clases de edad, como se puede observar en la figura X.7, tomada de SMITH (1986).

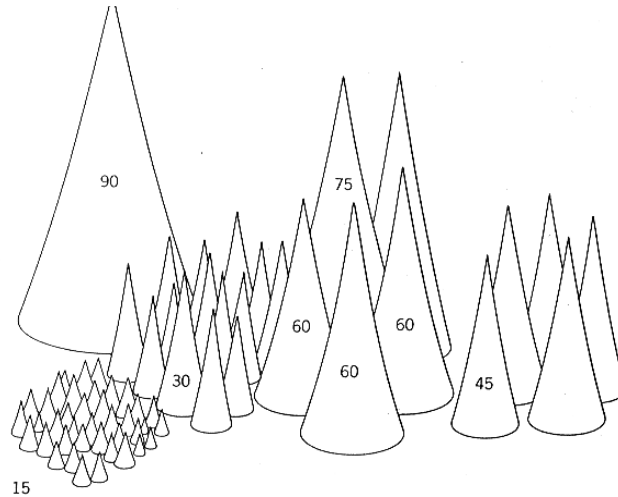


FIGURA X.7.- Perspectiva esquemática de una masa regenerada por entresaca por bosquetes. Los números indican la edad de los árboles, representados por conos. Tomado de SMITH (1986).

Contrasta esta imagen con la representación del señalamiento en una masa tratada por entresaca pura, representada en la figura X.8.

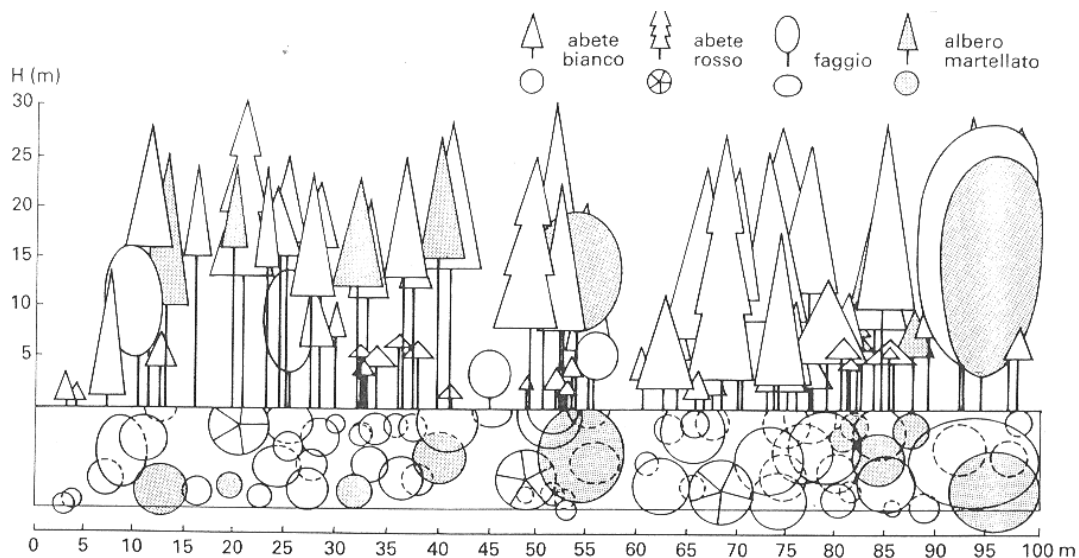


FIGURA X.8.- Ejemplo de señalamiento de pies a cortar por entresaca pura en una masa mixta de *Picea abies* (abete rosso), *Abies alba* (abete blanco) y *Fagus sylvatica* (faggio), en Val Rendena (Trento). Con sombra los pies a cortar. Tomado de PIUSSI (1997).

X.8.- Condicionantes generales del método.

La aplicación de las cortas por entresaca, en principio independientemente de su tipo, se podrá realizar tras el estudio de la masa y de la estación, teniendo presentes los siguientes condicionantes:

1.- Respecto de la especie

La aplicación es claramente favorable para especies tolerantes. En especies de temperamento más robusto, si la espesura es alta, las masas tienden a la regularidad por ausencia de regeneración. En las especies intolerantes las entresacas se deben practicar mediante la modalidad por bosquetes, especialmente si la masa a regenerar tiende a la regularidad.

En general, las cortas por entresaca son las adecuadas en todo caso en que, independientemente de la causa, la regeneración natural resulte difícil, incierta y no sea posible acudir a la regeneración artificial, pues es el sistema que extiende la regeneración a toda la superficie durante todo el tiempo.

Las cortas por entresaca también son recomendables con carácter general siempre que la masa a tratar presente cierto grado de irregularidad inicial.

2.- Respecto de la estación

No existe ninguna restricción estacional para la aplicación de este tipo de cortas. Son especialmente convenientes cuando hay que asegurar una extremada protección al suelo, al vuelo o al paisaje.

3.- Respecto de la gestión

En relación con el tamaño del monte, la entresaca no presenta ninguna restricción. Al contrario, es un tipo de corta que puede ofertar rentas constantes con cuarteles de muy pequeña superficie.

En cuanto al tipo de gestión debe ser muy detallada y atenta, con aplicación de inventarios frecuentes y que deben alcanzar, todos ellos, a toda la superficie. En este sentido, dice LANIER (1986) que la superficie a cargo de un técnico forestal en este tipo de tratamiento debe ser del orden de 3.500 ha, teniendo en cuenta que el señalamiento requiere dedicación.

Finalmente, en relación con la gestión hay que hacer notar la importancia del acotado al pastoreo, permanente y en toda la extensión, que este tipo de masas requiere. Excepción a este aspecto será el tratamiento de dehesas. También es importante el control de las poblaciones cinegéticas, que pueden retrasar o impedir la regeneración.

Los daños sobre el regenerado, potencialmente más peligrosos que otros tipos de tratamiento de monte alto, requieren una gestión del aprovechamiento muy intensa y cuidadosa. Es frecuente en Centroeuropa recurrir a la extracción con cable y al desramado en pie antes del apeo de los pies grandes (LANIER, 1986).

4.- *Respecto de la economía*

La entresaca se puede plantear como el tratamiento más adecuado cuando la producción preferente de la masa resulte ser un producto indirecto (ver I.2).

También resulta un procedimiento útil para producciones directas no maderables: frutos, corcho, pasto, y, en menor medida, resina, como se verá en un siguiente capítulo.

En relación con la producción maderable, en comparación con las masas regulares de igual especie y estación, el análisis debe atender a diferentes aspectos:

1 - En relación con la calidad de la madera, los pies procedentes masas irregulares pueden presentar dos inconvenientes: mayor nudosidad y menor coeficiente mórfoico, por menor acción de la poda natural; y posibilidad de acebolladura en las trozas basales de pies que han formado parte de la regeneración a la espera, durante mucho tiempo, hasta 150 años en el abeto (SCHÜTZ, 1997).

2 - Heterogeneidad de las dimensiones de los pies aprovechados en un mismo señalamiento, lo que junto a la dispersión de los mismos, provoca mayores costos de extracción.

3 - Las diferencias en producción total en especie entre masas regulares e irregulares son muy difíciles de estudiar, por las complicadas homologaciones específicas, estacionales y de tratamiento que requieren, y han sido muy discutidas a lo largo del siglo XX (SCHÜTZ, 1997). Hay resultados, aún no concluyentes y apoyados más en modelos de desarrollo que en producciones reales, que dan una ligera ventaja a la producción total en especie para las masas regulares, aunque algunos autores las igualan.

4 - Las diferencias en producción maderable, en estaciones de calidad alta y sin periodo de sequía estival, teniendo en cuenta las dimensiones producidas si son notables y comprobadas.

En la masa irregular se produce: por una parte que las existencias están centradas en los pies de gran diámetro, siendo muy pequeña la densidad de pies delgados para atender a la renovación; por otra parte que el crecimiento diametral sostenido (ver figura X.5) permite alcanzar dimensiones mayores.

Estos hechos conducen a que de la producción total de madera en ambos casos, en la masa irregular del orden del 80% es madera de grandes dimensiones (más de 54 cm de diámetro normal), mientras que en la masa regular esta proporción es del orden del 40% (SCHÜTZ, 1997), lo que queda reflejado en la figura X.9., que se refiere a la proporción relativa de las maderas obtenidas según su dimensión y no a producción total por unidad de superficie.

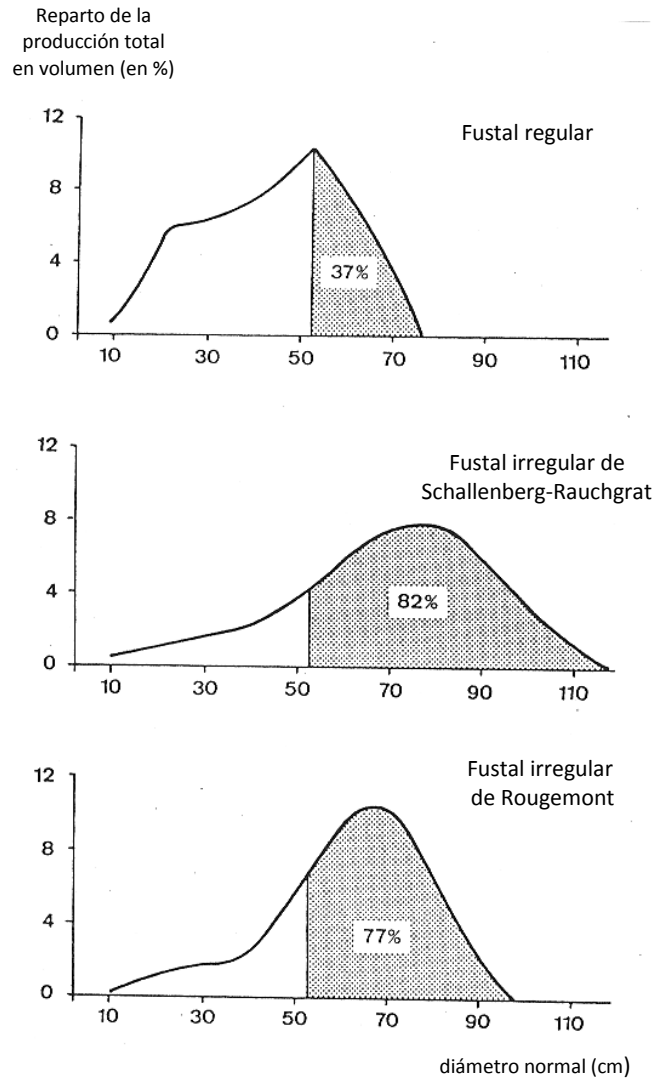


FIGURA X.9.- Diferencias de dimensión en las maderas producidas en masa regular (futaie régulière) y en masa irregular (futaie jardinée). Masas de *Picea abies* con edad de madurez de 110 años. Tomado de SCHÜTZ (1997).

5 - en la medida en que las maderas de grandes dimensiones tengan un valor de mercado mayor que las finas, en función de aplicaciones tecnológicas, la rentabilidad de las masas irregulares maderables pueden ser superiores hasta un 40% más que algunos tratamientos de monte alto regular (SCHÜTZ, 1997), sobre estaciones de gran calidad y sin período de sequía estival.

X.9.- Ventajas e inconvenientes.

Habiendo completado el estudio de los tratamientos en monte alto, la enumeración de ventajas e inconvenientes de la entresaca en relación con otros métodos, se puede comprender mejor y sirve de resumen de lo expuesto.

Ventajas de la entresaca

- 1.- Es el método que mayor protección ofrece al suelo y al regenerado de las especies de sombra.
- 2.- Las masas irregulares son las más estables frente a los daños abióticos, al presentar sus pies una menor esbeltez, valores de h/D normalmente inferiores a 80, cuando en masas regulares de igual especie y estación pueden alcanzar valores de hasta 120 (LANIER, 1986).
- 3.- Las masas irregulares son más resistentes que las regulares frente a daños bióticos.
- 4.- Las cortas por entresaca, dada su baja intensidad y la permanencia casi constante de la masa irregular, son las que menor alteración introducen sobre el microclima, el suelo, la fauna, la flora y el paisaje.
- 5.- Se consigue regenerar de forma natural masas con dificultades por: vecerías acusadas; temperamento delicado; situaciones marginales respecto de la habitación o la estación.
- 6.- El concepto y la valoración de la biodiversidad son difíciles de plantear sin una extensa discusión en relación, sobre todo, con las escalas territoriales y temporales de estudio. Sin entrar en discusión más matizada, se puede plantear como una ventaja de las masas irregulares que son favorables para el mantenimiento y mejora de la biodiversidad animal y vegetal.
- 7.- Las masas irregulares tienen un alto valor estético.
- 8.- Desde el punto de vista económico, como se ha visto en el epígrafe anterior, las masas irregulares pueden resultar más rentables en algunos casos que las masas regulares.

Inconvenientes de la entresaca

- 1.- Es el tratamiento que mayor riesgo de daños produce en el regenerado por las operaciones de saca. Esto repercute en unos mayores costes de gestión, relativamente reducidos en la entresaca regularizada, por lo que la rentabilidad del monte puede verse disminuida.
- 2.- En zonas con riesgo de incendios, las masas irregulares presentan una alta dificultad de extinción y mayor facilidad de progresión de los mismos por causa de la constante continuidad vertical del combustible. Este inconveniente es más patente frente a los latizales altos y fustales regulares con ausencia de sotobosque.
- 3.- La calidad de la madera de las masas irregulares puede verse afectada de los defectos de nudosidad, acebolladura y menor coeficiente mórfo.

4.- Se requiere un acotado constante y completo al pastoreo, así como un intenso control de los animales de caza mayor, para evitar daños en el regenerado.

5.- Se producen maderas de heterogéneas dimensiones en cada aprovechamiento dentro de una misma zona.

6.- Las operaciones culturales: desbroces, eliminación de despojos, etc..., no son mecanizables, y por tanto son más costosas.

7.- La gestión técnica debe ser muy experimentada, detallada y laboriosa. Los riesgos de error o fracaso, por tanto, son superiores a otros métodos de más fácil y barata ejecución.

X.10.- Aplicaciones prácticas de la entresaca.

La entresaca empezó a aplicarse en Francia, Suiza y Alemania a finales del siglo XIX, donde se conoció con la denominación de *método de control* y donde se ha mantenido y ampliado para producciones preferentes de madera sobre masas de abeto, píceas, haya y, más recientemente, de abeto de Douglas.

En España, con condiciones estacionales y específicas muy diferentes, las cortas por entresaca se aplican con objetivos y en condiciones mucho más dispares, que se pueden resumir en las siguientes situaciones:

a).- Masas puras y mixtas de abeto y haya en Pirineos, por ser especies de sombra, con espesura normal completa (MADRIGAL, 1994). La producción preferente será la protección y el paisaje en zonas de fuertes pendientes, y puede ser la madera sobre estaciones de menor riesgo de erosión. En este último caso se puede practicar la entresaca regularizada.

b).- Masas puras de *Pinus uncinata*, con función preferente protectora, con entresaca en cualquiera de las modalidades descritas, según condiciones de estación y masa y tamaño del cuartel.

c).- Masas puras de *Pinus sylvestris* y *P. nigra*, cuya función preferente tienda a ser protección, recreo o paisaje entre los servicios, y la producción maderable en los productos directos. Es especialmente adecuada esta estructura de masa en las zonas culminales de la distribución de estas especies y cuando la masa inicial esté irregularizada. El relativamente robusto temperamento del pino silvestre obliga a espesuras no muy altas para conseguir la regeneración cuando se trata por entresaca. Para producción de madera (especialmente de postes), las masas de particulares en cuarteles pequeños de *Pinus nigra* var. *pyrenaica* de la comarca del Solsonés, están tratadas por entresaca (GONZÁLEZ MOLINA, 2000).

d).- Espacios naturales protegidos y parques periurbanos donde, independientemente de la composición específica, dada la preferente función de la masa en relación con el paisaje y la biodiversidad, resulta favorable la entresaca por huroneo para mantener o favorecer la irregularidad. La reiteración de inventarios permite mantener un correcto diagnóstico sobre la evolución de la masa (REQUE, 2008).

En caso de ausencia de tratamientos de regeneración en estos montes, el riesgo de sufrir bruscos e intensos daños por agentes bióticos y abióticos se incrementa en la misma medida en que la ausencia de regeneración puede hacer entrar a la masa en una fase de natural destrucción temporal (ver III.1.). Todo ello compromete la persistencia y el eficaz cumplimiento de las funciones del monte.

e).- En masas protectoras frente a la erosión hídrica, incluso si las especies que las componen son intolerantes y el origen de la masa es artificial, con lo que su estructura será regular. En esta situación, la entresaca por bosquetes permite una adecuada transformación, con posibilidad de repoblaciones de enriquecimiento en los bosquetes cortados para inducir masas mixtas. Se puede practicar con corta a hecho en dos tiempos dentro de los bosquetes. En España se han aplicado con éxito estas cortas sobre *Pinus pinaster* (de BENITO, 1994) o sobre *Pinus halepensis*.

f).- En general, en montes de muy pequeña extensión, independientemente de la especie, estación y producción preferente, en los que el reducido tamaño hace difícil aplicar los aclareos sucesivos y proporciona rentas muy irregulares en el tiempo si se aplican cortas a hecho.

g).- En montes degradados, con escasas existencias y espesuras defectivas, normalmente de propiedad particular, donde la expectativa de una cierta renta periódica impide la supresión de las cortas. En estos casos los gestores de las administraciones pueden aplicar una entresaca por huroneo periódica que vaya facilitando la regeneración natural.

h).- En montes claros, o formas derivadas de masa, para producciones directas no maderables, que se estudiarán con detalle en próximo capítulo.

X.11.- Bibliografía.

BENITO, N. de - 1994. Método de Ordenación de Entresaca por Bosquetes aplicado a las repoblaciones artificiales de pinares xerófilos. *Revista MONTES*. nº 36, 2º trimestre de 1994, pp: 41 a 45. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ MOLINA, J. M. – 2000. Modelos de transformación de masa regular a irregular. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* Vol. 9 (2). 2000. INIA. Madrid.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

LANIER, L. - 1986. *Precis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.

MACKAY, E. - 1961. *Fundamentos y Métodos de la Ordenación de Montes, Primera Parte*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

MATTHEWS, J.D. - 1989. *Silvicultural systems*. Oxford Science Publications. Oxford.

PIUSSI, P. - 1997. *Selvicoltura Generale*. Unione Tipografico-Editrice Torinese. Torino.

REQUE KILCHENMAN, J. – 2008. Selvicultura en Espacios Naturales Protegidos. in SERRADA, R.; MONTERO, M. y REQUE, J. (editores) - 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. INIA y FUCOVASA. Madrid.

SCHÜTZ, J. Ph. - 1997. *Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et melangées*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.

SMITH, D.M. - 1986. *The practice of Silviculture*. 8ª Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.

CAPÍTULO XI.- TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS

XI.1.- DENOMINACIÓN, DEFINICIÓN Y CLASES

XI.2.- MASAS CON SUBPISO

XI.2.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL PARA MASAS CON SUBPISO

XI.2.2.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE MASAS CON SUBPISO

XI.3.- MASAS CON RESERVA

XI.3.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL PARA MASAS CON RESERVA

XI.3.2.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE MASAS CON RESERVA

XI.4.- MASAS CON VARIOS PISOS

CAPÍTULO XI.- TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS.

XI.1.- Denominación, definición y clases.

Las formas complementarias de masa, o formas auxiliares de masa, se definieron anteriormente como modificaciones de las formas principales por objetivos principalmente selvícolas.

Los tratamientos que dan lugar a este tipo de masas reciben en español la denominación de *tratamientos complementarios*. En francés se denominan *traitments complementaires* y en inglés *accessory systems*.

Se definen, por tanto, los tratamientos complementarios como aquellos que producen modificaciones en la estructura de las formas principales de masa, más frecuentemente regulares, con fines selvícolas.

Los diferentes tipos de tratamientos complementarios se relacionan con las clases de formas complementarias:

* *masas con subpiso*, denominadas en francés *futaie a sous-étage*, en inglés *two-storied high forest*, en alemán *zweihiebiges Hochwald*.

* *masas con reserva*, denominadas en francés *futaie a réserve sur coupe définitive*, en inglés *high forest with reserves (o standars)*, en alemán *überhalter*.

* *masas con varios pisos*, en francés *futaie a plusieurs étages*.

La forma de presentar este tipo de tratamientos como una variante de los tratamientos generales de monte alto, que estamos planteando aquí, aparece en textos clásicos o tradicionales de silvicultura general como GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948), TROUP (1952) o MATTHEWS (1989). Otros autores (BOUDRU, 1989) explican el tratamiento de las masas con subpiso como un tipo de tratamiento parcial. Otros tratados de silvicultura general más recientes, especialmente franceses e italianos, no hacen mención independiente de esta práctica selvícola o los consideran una variante del aclareo sucesivo uniforme. Mantenemos el procedimiento clásico de clasificación para dar una visión global de las alternativas que la silvicultura general ofrece.

XI.2.- Masas con subpiso.

Cuando en una masa, normalmente regular y de especie relativamente intolerante, se introduce o favorece una nueva especie que no estaba presente de forma masiva y de temperamento más tolerante, se obtiene una masa con subpiso.

También se puede decir que una masa con subpiso esta compuesta por dos estratos o masas formadas por brinzales, uno superior y otro inferior o subpiso, que crecen en íntima mezcla en el mismo lugar. El temperamento de la especie del subpiso es más tolerante (MATTHEWS, 1989).

Los objetivos que puede perseguir el establecimiento de un subpiso en una masa de monte alto regular de suficiente edad, especialmente cuando es necesario reducir su espesura, pueden ser los siguientes:

- * mantener o mejorar la fertilidad o la protección del suelo. La presencia del subpiso puede contribuir a una más eficaz defensa contra la erosión hídrica, a favorecer la descomposición de la materia orgánica fresca a la vez que mejora ésta cuantitativa y cualitativamente.

- * evitar la invasión de vegetación accesoria cuya presencia resulte inconveniente.

- * mejorar la calidad de los fustes de los pies del piso superior, acelerando su poda natural y evitando la emisión de brotes epicórmicos tras las claras.

- * mantener la posibilidad de realizar un cambio de especie principal sin necesidad de acudir a la regeneración artificial, aunque este objetivo convierte a este tipo de masa en provisional.

- * dar al conjunto mayor estabilidad frente a daños bióticos o abióticos, o mejorar los aspectos paisajísticos.

- * como objetivo subordinado y de contenido más económico que selvícola, se puede apuntar la posibilidad de obtener una mayor diversidad de productos maderables.

XI.2.1.- Procedimiento general para masas con subpiso.

Los pasos para la aplicación del procedimiento general que instala y mantiene las masas con subpiso son los siguientes:

- 1°.- Fijar el o los objetivos que persigue la instalación de la masa con subpiso.
- 2°.- Estudiar el temperamento de las especies implicadas para comprobar su compatibilidad y valorar si la calidad de estación es suficiente para mantener este tipo de masa.
- 3°.- Reducir la espesura de la masa principal, piso superior, mediante claras moderadas a fuertes, por lo alto. La edad de la masa principal sobre la que se aplican las claras será, al menos, del orden de un tercio del turno que le corresponda. Así, BOUDRU (1989) indica edades de 30 a 40 años para masas de pino silvestre y *Pinus nigra*, de 50 a 80 años para las de robles y de 25 a 30 años para las de *Quercus rubra*.
- 4°.- Tras la reducción de espesura se produce la instalación de la nueva especie, más tolerante, que formará el subpiso. Esta instalación se puede hacer artificialmente, mediante siembra o plantación, o naturalmente, bien partir de semillas procedentes de pies que con baja densidad estaban presentes en la masa, bien a partir de una regeneración previa "a la espera", bien a partir de brotes de cepa o raíz preexistentes.
- 5°.- El mantenimiento de la masa a partir de este momento deberá atender a que el subpiso no sea demasiado denso ni demasiado alto para que no interfiera con el piso superior (BOUDRU, 1989).
- 6°.- El momento de la regeneración, cuando se pretende mantener el subpiso, es el más delicado. Será necesario aplicar ayudas suficientes para la regeneración de la especie del piso superior.
- 7°.- El tratamiento general de cada una de las masas, así como el turno podrá ser, en principio igual o distinto. Sin embargo, en los casos más frecuentes de aplicación, las dos masas son regulares, tratadas por aclareo sucesivo uniforme, y si el turno del piso superior es T, el del subpiso será T/2 para especies con desarrollo en altura similar a la especie del piso principal, o T para especies cuya altura sea sensiblemente inferior a la principal.

La representación gráfica de una masa con subpiso y de su regeneración mediante aclareo sucesivo uniforme se pueden observar en la figura XI.1, tomada de HAWLEY y SMITH (1982).

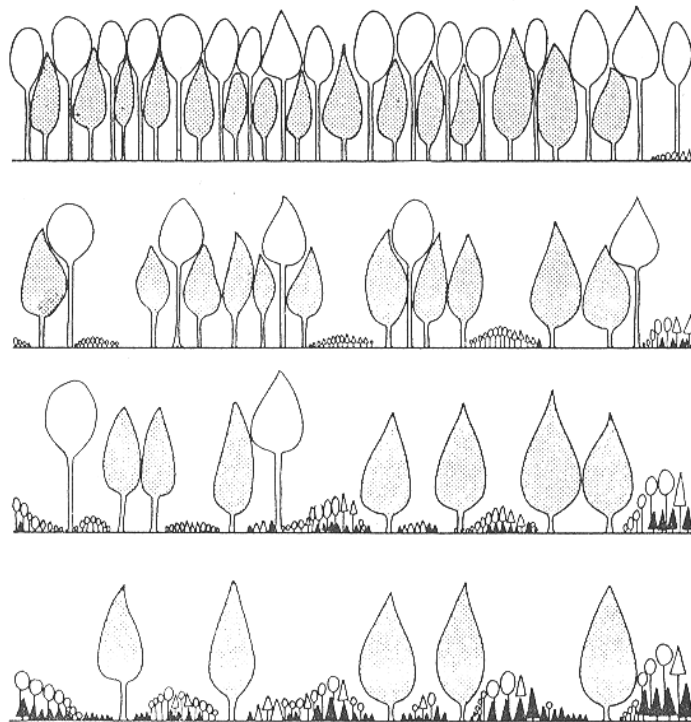


FIGURA XI.1.- Masa con subpiso. Los pies con la copa en blanco forman el piso superior y pertenecen a especies relativamente intolerantes. Los pies con la copa sombreada forman el subpiso. Intensas cortas diseminatorias permiten la regeneración de la especie principal, señalada en blanco. Para cortas finales se reservan pies del subpiso que completan la regeneración del mismo, señalada en negro. Tomado de HAWLEY y SMITH (1982).

XI.2.2.- Aplicaciones prácticas de las masas con subpiso.

Las masas con subpiso se aplican en Centroeuropa y Reino Unido siendo las especies del piso superior: pino silvestre, alerces, robles y abeto de Douglas, y las especies del piso inferior: abeto, *Tsuga canadiense*, olmos, fresnos, haya, arces, carpe, tilos, cerezo, castaño, alisos, y *Robinia pseudoacacia*.

El caso más frecuente es el de robles en masa regular y turno largo, para obtención de grandes diámetros en espesuras incompletas, en el piso superior, mientras que el piso inferior está compuesto de haya o carpe.

En España no es frecuente este tipo de masa y tratamiento. El motivo, aparte de la escasez de masas de roble orientadas a una producción de madera de calidad, es que las posibles especies autóctonas formadoras del subpiso brotan de cepa activamente y, por tanto, el subpiso se conforma como un monte bajo regular y el conjunto constituye otro tipo de masa que calificaremos como monte medio irregular, que será estudiado en un próximo capítulo.

Sin embargo, para la silvicultura aplicada en España, conocer este modo de tratamiento tiene interés en tres casos particulares, de relativamente gran extensión los dos primeros:

a).- Masas de *Pinus pinaster*, normalmente naturales y regulares, que han estado durante el último siglo dedicadas a la resinación y cuyo tratamiento, basado en espesuras incompletas y desbroces reiterados como se verá en próximo capítulo, ha conducido a una cierta pérdida de calidad edáfica.

Aparte del abandono actual de la resinación por motivos económicos, que puede hacer interesante la diversificación de la composición específica, interesa como objetivo selvícola mejorar la calidad edáfica, a la vez que se diversifican las alternativas de regeneración tras incendios. Se está realizando un tratamiento en estas masas, homologable a masa con subpiso, consistente en favorecer la presencia de la encina, rebollo o quejigo, según las zonas, tras las cortas de regeneración de los viejos fustales de pino y a partir de brotes de cepa o raíz presentes habitualmente y provocados por el tratamiento anterior.

En principio se están consiguiendo masas mixtas, con especies cuyos temperamentos para ser conducidas como masas con subpiso son compatibles, aunque las longevidades no lo sean tanto. El futuro de estas masas podrá ofrecer las alternativas de: mantener una masa mixta y regular; o acabar, tras el siguiente turno, cambiando de especie principal, objetivo también asignado al tratamiento que estamos estudiando.

b).- Masas artificiales, y por tanto regulares, protectoras de pinos, más frecuentes de silvestre, salgareño, rodeno y carrasco. La superficie de este tipo de masas instaladas entre 1965 y 1982 es del orden de dos millones de hectáreas.

Estas masas se han asentado perfectamente y han cumplido y están cumpliendo el fin para el que fueron proyectadas, proteger las cuencas vertientes de la erosión hídrica. Sin embargo, su estabilidad frente a plagas e incendios, así como su carácter protector y la mejora de los suelos sobre los que se asientan, pueden ser mejorados favoreciendo la presencia de la especie del género *Quercus* que les corresponda en cada caso.

El modo de proceder es similar al descrito para las masas con subpiso. La incorporación de la nueva especie puede ser natural, al haberse observado este tipo de regeneración de forma habitual en los montes descritos, y favorecida por unas adecuadas claras. También puede acudir a la regeneración artificial, normalmente por siembra, tras la reducción de espesura correspondiente en el piso superior. Las masas así conseguidas adoptan la estructura y objetivos de una masa con subpiso, que finalmente será conducida como una masa mixta, preferentemente irregular.

c).- Masas artificiales, y por tanto regulares, productoras de *Pinus radiata* en áreas potenciales de monteverde o laurisilva en algunas Islas Canarias. Bajo la cubierta del pinar se ha ido instalando una cubierta de las especies de monteverde y, por otra parte, la función productora de madera de estas masas ha perdido preferencia. Un plan de claras fuertes sobre el pinar favorece el desarrollo de un subpiso que, a la larga, puede ser la masa principal.

XI.3.- Masas con reserva.

Consisten las masas con reserva en exceptuar de la corta de regeneración determinados pies que hayan superado la edad del turno o, en su caso, el diámetro de cortabilidad. En principio se puede plantear sobre cualquier tipo de forma principal de masa, pero tiene más sentido y frecuencia su aplicación en montes altos regulares. En estos casos, puede plantearse inicialmente que si la edad del turno de la masa principal es T, la reserva se mantiene hasta que alcanza la edad de 2T. En masas puras, la reserva pertenece a la especie principal, mientras que en masas mixtas se pueden reservar sólo una o varias especies.

Los posibles objetivos de las masas con reserva son los siguientes:

- * mejorar y mantener la regeneración natural en toda la superficie.
- * funciones de mejora estética y de la biodiversidad.
- * la presencia de ejemplares muy viejos y altos puede ser una fuente de semilla tras el paso del incendio, siempre que el tamaño de los pies resulte ser una defensa frente al fuego, como por ejemplo en los casos de *Pinus canariensis* o *Sequoiadendron giganteum*.
- * aunque no con carácter selvícola, sino tecnológico o económico, el objetivo de la reserva puede ser obtener fustes de unas grandes dimensiones y valor, que permitan aplicaciones tecnológicas especiales.

La posibilidad de dejar pies de reserva debe estar asegurada por la longevidad de la especie y por la capacidad de los pies reservados de resistir un aislamiento más o menos brusco.

XI.3.1.- Procedimiento general para masas con reserva.

Los pasos para la aplicación del procedimiento general que instala y mantiene las masas con reserva son los siguientes:

1º.- La selección de los pies que formarán la reserva en un monte alto regular debería hacerse en las primeras edades de fustal, a través de claras que vayan favoreciendo el aislamiento de unos pies que, con distribución espacial regular y buena situación estacional, tengan las mejores características. Quedarán marcados indeleblemente para ser favorecidos en su desarrollo a lo largo de la vida de la masa.

No obstante, este proceso de selección no es frecuente que se haya hecho con la suficiente antelación, por lo que lo ordinario es recurrir a que la selección de los pies que compondrá la reserva se haga sobre los que se han destinado a las cortas secundarias en el aclareo sucesivo uniforme. En este caso se podría decir que la instalación de una masa con reserva equivale a no realizar la corta final en un aclareo sucesivo o realizarla parcialmente.

2°.- La densidad de la reserva debe fijarse con precisión. Si es elevada, interferirá en gran medida con los pies de la masa principal, si es escasa, no cumplirá el objetivo para el que se instala. Una referencia general en este sentido es dejar de 1/5 a 1/10 de la densidad que corresponde a la espesura normal del fustal regular a la edad del turno ordinario de la masa principal.

Referencias más concretas son propuestas por MATTHEWS (1989): 25 pies/ha para robles en Alemania; de 20 a 40 pies/ha de pino silvestre para edades de reserva de hasta 200 años, en el Reino Unido. Normalmente, la densidad de la reserva no superará los 40 pies/ha, a la que corresponde un espaciamiento medio del orden de 16 metros.

3°.- El mantenimiento de la masa con reserva es sencillo: si la masa principal tiene un turno de T años, en este momento se deja la reserva que alcanzará una edad de 2T años al final del siguiente turno. Llegada esta situación, las cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme extraerán en las cortas preparatorias la reserva y dejarán una nueva reserva al no ejecutar la corta final.

También se puede optar por hacer la extracción de la masa reservada a la vez que se practican claras en la masa principal, a la edad de T/3 o T/2, si existe riesgo de envejecimiento excesivo o de pudriciones o enfermedades en los pies de la reserva.

XI.3.2.- Aplicaciones prácticas de las masas con reserva.

En Centroeuropa y Reino Unido la reserva se ha aplicado en masas de: pino silvestre; alerce, abeto, *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*, robles y haya.

En España, sin corresponder exactamente al procedimiento general explicado, ha sido frecuente practicar reserva de pies de alcornoque, castaño o pino piñonero, cuando su producción de corcho o frutos, respectivamente, se ha mantenido sobre pies notables. Con objetivos paisajísticos, de nidificación de especies protegidas, y de favorecer la regeneración, podría y debería ampliarse la aplicación de masas con reserva en montes tratados por aclareo sucesivo uniforme de: pino silvestre, pino salgareño, pino rodeno, pino piñonero, pino canario, alcornoque y haya; con espaciamientos medios de 16 a 20 metros.

XI.4.- Masas con varios pisos.

Este tipo de masas resultan de la combinación en un mismo monte de los dos tipos de masa descritas anteriormente. Es decir, sobre una masa principal regular se introduce un subpiso de especie más tolerante y en las cortas de regeneración se reservan ciertos pies de la misma, por lo que la masa resultante estará compuesta por:

- masa principal de turno T años, tratada por cortas continuas y que produce la mayor parte de la renta del monte.
- subpiso regular de turno T/2 años (o T años), que tiende a mejorar la estación y la calidad de los fustes de la masa principal.
- reserva con turno de 2T años (o T+T/3 o T+T/2), que ayuda a mantener la regeneración y produce fustes de grandes dimensiones, aparte de otros objetivos.

Las alturas de los tres componentes de este tipo de masa no tienen por que ser muy diferentes en amplias épocas del turno.

Son masas de gran complejidad, que requieren un tratamiento muy detallado para que no se desequilibren de modo que quede especialmente favorecido uno de sus componentes.

El delicado proceso de la regeneración hace que el mantenimiento de la mezcla pie a pie de los tres estratos o pisos sea difícil de mantener, por lo que se recomienda la división en bosquetes para que cada uno de ellos contenga preferentemente pies de un determinado piso.

XI.5.- Bibliografía.

BOUDRU, M. - 1989. *Foret et Sylviculture: traitement des forets*. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Selvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

MATTHEWS, J.D. - 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford Science Publications. Clarendon Press. Oxford.

TROUP, R.S. - 1952. *Silvicultural Systems*. (2ª ed.). Oxford University Press. Oxford.

CAPÍTULO XII.- TRATAMIENTOS PARCIALES

XII.1.- DENOMINACIÓN Y OBJETIVOS DE LOS TRATAMIENTOS PARCIALES

XII.2.- CLASES DE TRATAMIENTOS PARCIALES

XII.3.- LIMPIAS

XII.4.- CLAREOS

XII.5.- CLARAS

XII.5.1.- TIPOS DE CLARA

XII.5.2.- PESO DE LA CLARA

XII.5.3.- NATURALEZA DE LA CLARA

XII.5.4.- EDAD PARA LA PRIMERA CLARA

XII.5.5.- ROTACIONES

XII.5.6.- INTENSIDAD DE UN PLAN DE CLARAS

XII.5.7.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS CLARAS

XII.6.- PODAS

XII.6.1.- PODA NATURAL

XII.6.2.- CLASES DE PODAS

XII.6.3.- ESCAMONDA

XII.6.4.- PODA

XII.6.5.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS PODAS

XII.6.6.- MONDA

XII.7.- TRATAMIENTOS SOBRE EL SUELO

XII.7.1.- LABOREOS

XII.7.2.- DRENAJES

XII.7.3.- ENMIENDAS

XII.7.4.- FERTILIZACIÓN

XII.7.5.- ELIMINACIÓN DE DESPOJOS

CAPÍTULO XII.- TRATAMIENTOS PARCIALES

XII.1.- Denominación y objetivos de los tratamientos parciales.

En cualquier sistema de tratamiento de las masas forestales, y formando parte de él, las masas se someten a una serie de operaciones en el plazo que transcurre entre el final de la regeneración, sea natural o artificial, y el momento en que comienzan las siguientes cortas de regeneración. Estas operaciones se denominan *cuidados culturales* o *tratamientos parciales*. En lenguaje coloquial, e indebidamente, también se denominan *tratamientos selvícolas*.

Los *objetivos* de los tratamientos parciales son:

- * asegurar la *persistencia* frente a la acción de agentes externos sean bióticos o abióticos.
- * mantener e incrementar el *vigor vegetativo* de la masa, estimulando su *desarrollo* y dirigiendo su *composición específica*.
- * anticipar, facilitar o incrementar la *producción*.

Se aplican en todos los métodos de beneficio y tratamientos generales (formas principales) aunque el conjunto completo de tratamientos corresponde a masas de monte alto regular.

XII.2.- Clases de tratamientos parciales.

La *clasificación* de los tratamientos parciales se puede hacer de la siguiente forma:

TRATAMIENTOS PARCIALES	
Aplicados al suelo	<ul style="list-style-type: none">* Laboreos: escarificaciones, binas, alzados, subsolados.* Fertilizaciones.* Enmiendas.* Avenamientos o drenajes.* Eliminación de despojos.
Aplicados al vuelo	SOBRE LA VEGETACIÓN ACCESORIA (LIMPIAS): <ul style="list-style-type: none">* Siegas (herbáceas por corte).* Escardas (herbáceas por arranque).* Desbroces (matorral: por corte es roza; por arranque es descuaje o decapado)
	SOBRE LA VEGETACIÓN PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">* Clareos.* Claras.* Podas.* Preventivos de incendios.

Esta clasificación sirve de índice para el presente capítulo, aunque no se seguirá el orden expresado. Se comienza con los tratamientos aplicados al vuelo y los tratamientos preventivos de incendios se amplían en el capítulo XVII que relaciona la selvicultura y la defensa del monte. Se concluye con los tratamientos aplicados al suelo.

XII.3.- Limpias.

Se entiende por *limpias* la extracción total o parcial de la vegetación extraña al vuelo de la masa principal o vegetación accesoria.

Si se actúa por corte sobre la vegetación herbácea, la operación se denominará *siega*. Las siegas no tienen mayor trascendencia en la selvicultura aplicada. Puede comentarse como práctica ocasional la siega sobre herbáceas anuales como operación de prevención de incendios, a ejecutar en fajas adosadas sobre caminos y carreteras. También puede ser ocasional la siega de herbáceas vivaces en rodales destinados a zonas recreativas.

Si se actúa sobre la vegetación herbácea por arranque, la operación se denominará *escarda* (en francés *arrachage* o *echardonnage*, en inglés *weeding*). Las escardas se pueden ejecutar manualmente mediante herramientas de cava, pero resulta penoso y costoso, por lo que habitualmente se ejecutarán mecanizadamente con aperos que producen una escarificación o una bina, operaciones mencionadas al tratar la regeneración natural, y relacionadas, por tanto, con la regeneración de la masa y no tanto con su mantenimiento, aunque en ocasiones el herbazal compite con masas en estado de repoblado, sean de origen natural o artificial.

Desbroces.- Mayor importancia tienen en la selvicultura mediterránea los *desbroces* (en francés *debroussaillage* o *defrichement*, en inglés *brush out*) que consiste en la eliminación total o parcial del matorral o los arbustos.

Si se procede cortando el matorral por el cuello de la raíz, se denominará *roza* y se puede ejecutar mediante herramientas de corte como el calabozo o la motodesbrozadora, o mecanizadamente con desbrozadoras de diferentes tipos acopladas al tractor.

Si se procede arrancándolo se llama *descuaje* o *arranque*. Si el arranque se ejecuta mecanizadamente mediante la cuchilla de un bulldozer, se llama *decapado*, aunque también se puede ejecutar mecanizadamente con arados o gradas y manualmente con herramientas de cava. Además de por la forma de afectar al matorral (roza y arranque), los desbroces se clasifican por: las especies afectadas (selectivos y totales); por la superficie donde se realiza (por puntos, en fajas, a hecho); y por la forma de ejecución (manual, mecanizado, químico).

Como el desbroce es una importante operación de la repoblación forestal, los detalles sobre los equipos y aperos, métodos operativos y rendimientos de estas operaciones se explican al abordar dicha materia (SERRADA, 2000).

Objetivos.- Importa en este momento ocuparnos de los *objetivos* que los desbroces tienen en relación con la selvicultura, que pueden ser alguno o varios simultáneamente de los siguientes:

1 - favorecer el desarrollo del *regenerado*, eliminando la competencia que el matorral y los arbustos provocan sobre las masas en las primeras clases de edad por la luz, el espacio, el agua y los nutrientes.

2 - disminuir el riesgo de *incendio*, por la continuidad vertical que provoca el matorral en las clases de edad avanzadas de las masas regulares o por la abundancia de combustible ligero en las masas jóvenes o irregulares.

3 - favorecer la *producción directa* de las masas, sea herbácea, leñosa, de corcho, de fruto o de resina. Al explicar, seguidamente, la época o momento más oportuno para la ejecución de los desbroces, se comentará el modo en que el desbroce favorece cada una de las producciones enumeradas.

4 - favorecer la *transitabilidad* en general, lo que redundará en un mejor rendimiento y seguridad de los trabajos que puedan realizarse en lo sucesivo.

5 - aunque cada vez más en desuso, el desbroce puede tener como objetivo *aprovechar el matorral* como cama de ganado o como combustible.

Directrices de ejecución.- Cuando se realiza un desbroce es necesario haber comprobado su necesidad fijando uno o varios de los objetivos apuntados, a la vez que hay que atender a la eliminación de los despojos del matorral, según se verá más adelante. También es necesario, justificado el objetivo, diseñar la forma de ejecución más conveniente en función de las posibles consecuencias negativas del desbroce, que suelen estar relacionadas con la diversidad florística, los fenómenos erosivos o con la función de cobijo y alimento de la fauna que pueda tener el matorral.

En relación con el momento de la vida de la masa o la época o estación del año más adecuados para la ejecución del desbroce, hay que atender al objetivo del mismo:

1 - Si el desbroce se efectúa para ayudar a la *regeneración* de masas regulares, independientemente de que se ha podido realizar antes o a la vez que las cortas preparatorias, interesa realizarlo una vez que se ha instalado la nueva masa y ésta tiene la edad de repoblado y monte bravo. No es conveniente retrasar este tipo de desbroces, especialmente con especies de luz, pues la competencia del matorral retrasa mucho el crecimiento de los pies de la masa principal. Lógicamente este tipo de desbroce será por roza y en la medida en que tiene que ser muy selectivo, se hará de forma manual con motodesbrozadora.

2 - Los desbroces orientados a la reducción del *peligro de incendio* se harán antes del verano, normalmente por roza, y será conveniente eliminar los despojos de esta operación. La necesidad de reiterar este tipo de desbroces en el mismo rodal depende de la espesura de la masa principal y de su temperamento. Estos desbroces serán selectivos para no afectar a las especies de baja inflamabilidad.

3 - Para favorecer la *producción* se pueden plantear los siguientes casos:

+ en relación con la producción de *madera*, los desbroces sólo en muy concretos casos tienen influencia en el aumento de la producción, y únicamente podrán ser eficaces en este sentido si se aplican en las edades de monte bravo y latizal. Hecho una vez el desbroce en esta situación, no será necesario repetirlo al controlar la espesura de la masa principal el desarrollo del matorral.

+ en la producción *herbácea* el desbroce es muy importante para aumentarla, pues el matorral reduce la superficie pastable y se mejora la transitabilidad del ganado. Como el desbroce en estos casos debe ser preferentemente por roza para mantener la composición específica del pastizal, se procurará aplicarlo en período vegetativo para reducir la capacidad de brotar de las especies afectadas y antes de la diseminación de las mismas, broten o no de cepa. La recurrencia será variable con: las especies implicadas; la estación; y la carga pastante.

Serán desbroces parciales, respetando zonas para la posible regeneración de las especies arbóreas en las dehesas y selectivos, para no extraer matorrales y arbustos que puedan ser ramoneados. Por las condiciones fisiográficas, serán normalmente mecanizados.

+ la producción de *corcho*, según estudios recientes, no aumenta por el hecho de mantener ausente al matorral. Sin embargo los desbroces favorecen la producción por los siguientes motivos: el corcho se "da" o se desprende más fácilmente si el alcornoque se encuentra aislado; se mejora la transitabilidad de modo que las operaciones de los corcheros se desenvuelven con mayor facilidad; en caso de incendio tras el descorche, el riesgo de muerte del alcornoque es alto al no haber crecido su ritidoma. Por tanto, el momento oportuno de realizar los desbroces en el alcornocal es en el año anterior al descorche. Estos desbroces serán por roza, y en cuanto a la superficie, totales o parciales según la espesura de la masa principal.

+ en los pinares de piñonero y en los castañares para la producción de *fruto*, el desbroce tiene importancia para la localización y recogida de los frutos, por lo que se debe mantener el suelo limpio de forma continua. Serán por roza, selectivos y de superficie variable según la espesura de la masa principal.

+ la *resinación* se ve favorecida por el desbroce, más que por el aumento de la producción, por facilitar la operaciones y recorridos de los resineros. Como la preparación de las matas en resinación se hace en primavera, los desbroces serán en invierno. Se realizan por roza, selectivos y a hecho.

4 - La aplicación de *herbicidas* en la ejecución de limpieas, tanto en escardas como en desbroces, está muy desarrollada en países de Centroeuropa y del norte de América, aunque en España, por razón de la diversidad específica de los sotobosques y del excesivo coste en relación con las operaciones mecánicas, esta aplicación no ha pasado de fase experimental.

XII.4.- Clareos.

El *clareo* consiste en la extracción de los pies sobrantes de la masa principal en los estados de repoblado y monte bravo. Se comprende mejor esta operación en las masas regulares, aunque en las irregulares también se puede plantear aplicándola sobre la regeneración en espera. En francés se emplean los términos: *dégagement de semis* o *dépressage* cuando se aplican en diseminado y repoblado; y *nettoiemnt* cuando se aplica en monte bravo y latizal bajo.

En principio, se actúa cortando los pies mal conformados y dominados aunque al no haberse iniciado la poda natural no hay identificación de dominados, en los grupos o bosquetes de excesiva densidad, tratando de favorecer los pies que han de perdurar de modo que no se malgasten nutrientes y agua en una competencia que de forma natural llevará a la muerte de los pies afectados por el clareo.

Los pies extraídos por el clareo no tienen ningún aprovechamiento comercial, siendo este criterio el que dentro del campo de los aprovechamientos forestales sirve para diferenciar los clareos de las claras, que se estudian a continuación.

Los clareos son muy importantes en las masas higrofíticas y mesofíticas, y en general en las de gran calidad, sobre todo con frondosas, cuando la regeneración natural es muy abundante. Nos estamos refiriendo a regenerados que pueden superar la densidad de 20.000 pies/ha. En estas situaciones los problemas de la competencia se centran en la luz.

En los repoblados de masas xerofíticas, al ser la iluminación mayor y ser los regenerados de menor densidad por causa de la sequía, los problemas de competencia no se presentan con importancia a edades tan tempranas, lo que permite frecuentemente esperar para aplicar las claras sin graves inconvenientes selvícolas y con ventaja económica.

La densidad del regenerado a partir de la cual se hace necesario el clareo dependerá del temperamento de la especie principal y de la calidad de la estación. No obstante se pueden dar como cifras orientadoras: 3.500 pies/ha para especies de luz y 10.000 pies/ha para especies de sombra. Estas cifras también pueden orientar sobre la densidad resultante en la masa tras la aplicación del clareo.

Un caso frecuente de necesidad de aplicar clareos en la silvicultura española se refiere a los regenerados de alta densidad que a veces se producen tras los incendios de pinares adultos, más frecuentemente de *Pinus halepensis* y de *Pinus pinaster*.

En cuanto a la *ejecución de los clareos*, para casos de cierto desarrollo de la masa y densidad no muy alta, se hace seleccionando pie a pie y apeando con hacha, motosierra ligera o motodesbrozadora. También se puede hacer el clareo arrancando los pies sobrantes mediante un tirón cuando existe mucha humedad en el suelo y su tamaño lo permite. En estos casos es necesario atender a la eliminación de los despojos para no incrementar el riesgo de plagas o de enfermedades y de incendios. Un modo de ejecución diferente y sistemático se plantea en masas mesofíticas o higrofíticas de frondosas, de edad muy joven y de alta densidad (*dégagements de semis* o *dépressage*). No es posible seleccionar pie a pie, por lo que se acude a realizar los clareos mediante corta a hecho por bandas alternativas, ejecutadas con desbrozadoras que a la vez trituran los despojos.

XII.5.- Claras.

Las *claras* son uno de los más importantes y delicados tratamientos parciales sobre el vuelo. Las definimos como la corta de parte de los pies de la masa principal regular en los estados de latizal y fustal. Son las operaciones que se han denominado anteriormente *cortas de mejora*. En las masas irregulares no se aplican claras según lo que se explica en este epígrafe, pues se tratan por cortas discontinuas, aunque en casos de desigualdad del estado real de la masa con el MEI, se habló de claras de irregularización.

Las claras reciben también las siguientes denominaciones: *raleos*, en Hispanoamérica; *entresacas*, en muchas zonas de España, lo que puede conducir a confusión con las cortas de regeneración en monte alto irregular; *éclaircie*, en francés; *thinning*, en inglés; *durchforstungen*, en alemán; y *diradamenti*, en italiano.

Todos los autores coinciden en atribuir a las claras un doble *objetivo*, selvícola y económico, que se puede concretar en los siguientes:

- * reducir la *competencia* dentro de la masa para procurar su estabilidad biológica, anticipándose en lo posible a dicho fenómeno;

- * regular o mantener la *composición específica* de la masa;

- * anticipar la *producción* de madera intentando, por el mantenimiento de la espesura normal a lo largo del turno, que la producción acumulada al final del mismo sea máxima, y que la calidad (tamaño) de los pies que formen la masa en madurez mejore.

Tienen, por tanto, una doble vertiente selvícola y económica (LANIER, 1986). Se prestará más atención a exponer los aspectos relacionados con el primer objetivo: la reducción de la competencia entre los pies de la masa principal con el fin de asegurar un mejor estado vegetativo a la masa resultante tras la ejecución de la corta.

En la vida de un rodal regular se aplican un conjunto de intervenciones que se denomina *plan de claras*. Un plan de claras queda definido cuando se describe: edad adecuada para la realización de la primera clara; número total de intervenciones; rotación entre las mismas; y características de cada clara.

Los elementos o características que definen a cada clara son: tipo, peso y naturaleza. A continuación se tratarán los puntos más importantes, con especial referencia a los aspectos selvícolas, y con el siguiente orden: tipo, peso, naturaleza, edad para la primera clara, rotaciones e intensidad del plan de claras.

XII.5.1.- Tipos de clara.

La clasificación de las claras por *tipos* se realiza atendiendo al estrato de la masa principal o clase sociológica a la que pertenecen los pies extraídos. Se distinguen tres tipos de claras: claras por lo bajo o claras bajas; claras por lo alto o claras altas; y claras mixtas.

Las *claras bajas* son las que afectan preferentemente a pies del estrato dominado y por tanto de menor diámetro y volumen relativo. Se caracterizan por un valor inferior a 0,6 (LANIER, 1986) del cociente entre el volumen medio del árbol extraído y el volumen del árbol medio antes de la clara, $[(v_e/v) < 0,6]$.

La extracción preferente de pies dominados en una masa regular tiene los siguientes *efectos y características*:

- * mejorar la sanidad en general, disminuyendo en gran medida la mortalidad natural futura;
- * disminuir la competencia en menor medida que los otros tipos de clara a igualdad de peso;
- * desde el punto de vista económico, obtener productos de poco interés;
- * se reduce el espesor del dosel de copas con efecto sobre la reducción de la poda natural, sobre la emisión de brotes epicórmicos en algunas especies y sobre la invasión del matorral.

Las *claras altas* son las que afectan preferentemente a pies del estrato dominante y por tanto de mayor diámetro y volumen relativo. Se caracterizan por un valor igual o superior a 1,0 del cociente entre el volumen medio del árbol extraído y el volumen del árbol medio antes de la clara $[(v_e/v) \geq 1,0]$. Su ejecución requiere el señalamiento previo de *pies del porvenir* en densidad igual o superior a la que corresponda a la espesura normal al alcanzarse el turno, que serán escogidos en el estrato dominante, tendrán una regular distribución espacial, y serán favorecidos por las claras.

Las claras altas tienen *efectos y características* opuestos a los descritos para las claras bajas:

- * disminución más intensa de la competencia que otros tipos a igualdad de peso;
- * comercialización de fustes de mayor tamaño y valor;
- * favorecimiento del desarrollo de los pies que formarán el aprovechamiento final;
- * escasa reducción de la mortalidad futura y escasa mejora del estado sanitario;
- * riesgos de degeneración de la masa si no se ejecutan las claras correctamente o se hacen en masas inapropiadas;
- * requieren un doble señalamiento, al contrario que las claras bajas en las que la posibilidad de señalamiento erróneo es menor.

Las *claras mixtas* son intermedias entre los dos tipos descritos anteriormente. No hay preferencia en la extracción sobre pies de un estrato determinado, por lo que su definición cuantitativa $[0,6 \leq (v_e/v) < 1,0]$ y sus efectos y características también serán intermedios.

Para comprender mejor la definición y efecto del tipo de clara, se incluye la figura XII.1 que compara gráficamente una clara baja y una clara alta.

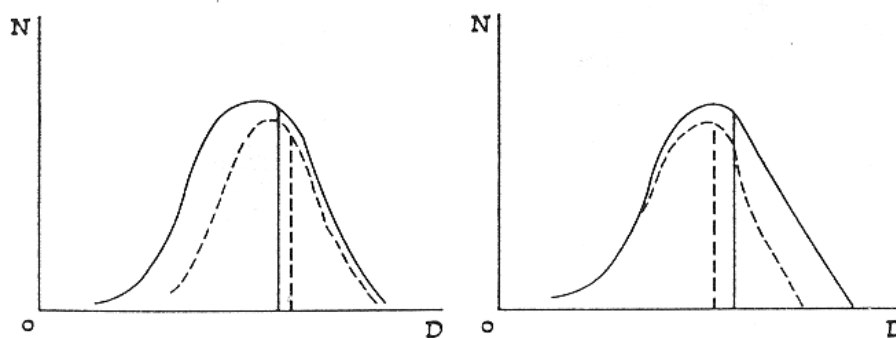


FIGURA XII.1.- Sobre la representación gráfica de la estructura de una masa regular, se expresa la variación en la densidad y en el diámetro medio de los tipos extremos de clara. Trazo continuo, antes de la clara; trazo discontinuo, después de la clara. A la izquierda, clara baja. A la derecha, clara alta. Tomado de CAPELLI (1991).

La *elección* del tipo de clara más adecuado a cada caso debe tener en cuenta criterios selvícolas y económicos, por este orden. Se exponen en primer lugar los *criterios selvícolas*.

El primer criterio a considerar es el *temperamento* de la especie o especies principales: si el temperamento es robusto se puede predecir que el desarrollo de los pies dominados, aunque sean liberados de la competencia de los dominantes, no será capaz de responder aumentando su crecimiento, por lo que en general, no será aconsejable la aplicación de claras por lo alto (SMITH, 1986) en masas de especies de luz. Frecuentemente en las masas regulares de las especies de luz los pies dominados sobreviven por causa de los injertos de raíz con pies dominantes, por lo que la supresión de éstos lleva aparejada la muerte o decaimiento de los dominados que han quedado en pie.

El segundo criterio a plantear es la *calidad de la estación*. Las malas calidades de estación hacen que, frecuentemente, la causa del estado de dominado de un pie sea la mala condición de su lugar de asiento, lo que le impedirá un buen desarrollo aunque se le libere de la competencia. Por tanto, no son recomendables las claras altas en masas de baja calidad, lo que suele ser frecuente en masas artificiales de objetivo protector. En relación con esta cuestión hay que considerar además que los pies dominados presentan un deficiente estado de micorrización, por lo que su respuesta a una puesta en luz sobre estaciones deficientes resultará tardía y escasa.

El tercer criterio se refiere a la *composición específica*. Si la masa está compuesta por más de una especie, habrá diferencias entre el temperamento de las mismas. En este sentido, el aplicar claras altas o mixtas para favorecer en los pies del porvenir la composición deseada resulta ventajoso. Por el contrario, en masas puras las claras bajas no producirán desequilibrios en la composición específica.

El cuarto criterio está relacionado con el *estado sanitario* de la masa. La presencia o riesgo de plagas o enfermedades recomendará aplicar claras bajas que eliminen preferentemente pies afectados, para reducir el riesgo o el grado de infestación.

En relación con *criterios económicos*, se atenderá en primer lugar a la calidad y tamaño de los fustes a extraer, mejores en las claras altas, de cara a la posible autofinanciación o aumento de la rentabilidad de la operación. También desde el punto de vista económico, en claras altas, hay que valorar la potenciación de los pies del porvenir y la posibilidad de que los pies dominados puedan mejorar su desarrollo, si su temperamento lo permite.

Las primeras claras sobre masas de especies de luz y de calidad de estación baja, en relación con este criterio, deben ser enfocadas como una mejora y no como un aprovechamiento, por lo que tienden a requerir claras bajas.

Otro criterio importante de tipo económico es la producción preferente que se haya asignado a la masa. Las claras altas tienen sentido e interés cuando la producción preferente es la madera y la selvicultura a aplicar tiende a intensiva, con futura regeneración tras cortas a hecho y frecuentemente artificial. En otros casos, con regeneración de la masa principal mediante cortas por aclareo sucesivo uniforme y con selvicultura relativamente extensiva y multifuncional, tenderá a ser más recomendable aplicar claras bajas.

XII.5.2.- Peso de la clara.

El peso de la clara es la cuantificación de la masa extraída, una vez fijado el tipo, expresada en valor absoluto o relativo de cualquier parámetro o índice que exprese la espesura de la masa, o las existencias, o el crecimiento. Proponemos como práctica más correcta expresar el peso de una clara a través de la siguiente información:

- Valor absoluto de la densidad de la masa extraída, expresado en pies/ha.
- Valor relativo de la densidad extraída respecto de la densidad antes de la clara.

- Valor absoluto del área basimétrica de la masa extraída, expresado en m²/ha.
- Valor relativo del área basimétrica extraída respecto del área basimétrica antes de la clara.

- Valor absoluto del volumen de la masa extraída, expresado en m³/ha.
- Valor relativo del volumen extraído respecto del volumen antes de la clara.

- Valor absoluto del incremento del índice de Hart que se ha producido por la intervención.
- Valor relativo de la variación del índice de Hart respecto de su valor antes de la clara.

- Porcentaje del crecimiento corriente extraído, siendo este crecimiento el que se ha producido en la masa desde la intervención anterior, y para el caso de la primera clara, en un plazo de tiempo equivalente a la rotación respecto de la segunda.

Los ocho primeros procedimientos de proponer o evaluar el peso de una clara son fáciles de entender. Es frecuente expresar el peso de la clara indicando el valor relativo del área basimétrica en la masa resultante, que también se denomina con frecuencia, quizás indebidamente y por mala traducción del inglés, masa residual.

Para comprender el procedimiento descrito en último lugar, se propone la figura XII.2.

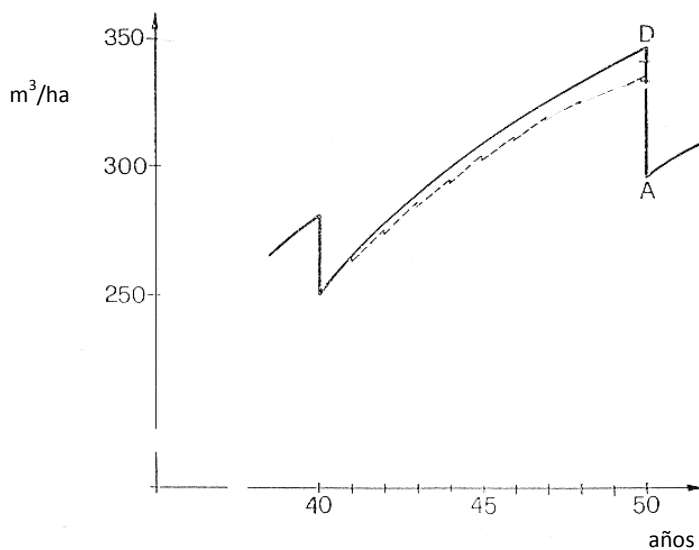


FIGURA XII.2.- Tras la ejecución de una clara en una masa a los 40 años, queda con un volumen del orden de 250 m^3/ha . Pasados 10 años, edad 50 años, la evolución del volumen total (incluida la mortalidad, línea continua) de la masa alcanza del orden de 350 m^3/ha , punto D (ha crecido 100 m^3/ha). En esta edad se hace una clara que deja el volumen en 300 m^3/ha , punto A (se extraen 50 m^3/ha). El peso de la clara ha sido del 50% del crecimiento corriente. Tomado de CAPELLI (1991), según HELLRIG (1973, inédito).

Conocidos los resultados del inventario de una masa forestal regular, la propuesta del peso de la clara a aplicar se hará de acuerdo con una de las nueve formas expresadas. Conocido el tipo de clara a aplicar, se puede y debe expresar el peso en las ocho formas restantes.

La *calificación* del peso de una clara, a efectos de su descripción en los textos o de la comparación de sus efectos, se hace mediante la siguiente escala: *débil, moderada o mediana, fuerte, y muy fuerte*.

Cada autor, en relación con los tipos de masas que ha tratado, propone distintas escalas numéricas de calificación del peso de las claras, empleando a su vez una, o varias simultáneamente, formas de describir el peso. Así, como ejemplo didáctico, se cita la antigua propuesta del Instituto Sueco para masas de pino silvestre, que utiliza el valor relativo del volumen y califica el peso de las claras como: débiles cuando se extrae menos del 2% del volumen; medianas si afectan entre el 2% y el 3% del volumen; y fuertes si extraen más del 3% del volumen. Otro ejemplo de propuesta, que utiliza dos formas simultáneas de expresar el peso, también antigua y para pino silvestre, se debe a Schoberg: débiles cuando extraen menos del 5% del área basimétrica y como máximo 25 m^3/ha de volumen; medianas, entre el 5% y el 10% de G y menos de 60 m^3/ha ; fuertes, entre 10% y 15% de G y menos de 80 m^3/ha .

Para contrastar con las antiguas y conservadoras propuestas de los autores citados, y a la vez indicar la importancia de la estación y la especie en este tipo de clasificaciones, transcribimos la propuesta de RODRÍGUEZ SOALLEIRO (1995) para el pino gallego, que utiliza tres valores a la vez:

Peso de la clara	N (%)	G (%)	I. Hart (%)
Débil	0 - 15	0 - 10	0 - 9
Moderada	15 - 30	10 - 20	9 - 20
Fuerte	30 - 45	20 - 35	20 - 35
Muy fuerte	45 - 60	35 - 50	> 35

La forma más universal de clasificar el peso de las claras es la que utiliza el porcentaje de crecimiento corriente extraído, según indica LANIER (1986): claras débiles extraen menos del 40% del crecimiento corriente, siendo extremadamente débiles cuando no alcanzan al 20%; claras moderadas extraen entre el 40 y el 70%; claras fuertes afectan a más del 70%, no siendo conveniente superar el 100%.

Un principio ampliamente enunciado y demostrado en Selvicultura (ASSMANN, EICHORN, ...) indica que si en una masa el peso de las sucesivas claras se mantiene dentro de un intervalo previamente definido para cada especie y estación, la resultante de la producción acumulada al final del turno no varía sensiblemente al variar el peso de las intervenciones. De aquí se deduce que el peso de cada clara, o mejor, el régimen débil, moderado o fuerte de un plan de claras, tiene una componente en su determinación más económica que selvícola, pues los criterios selvícolas son los que han informado el intervalo previamente definido. No obstante lo anterior, aplicando únicamente criterios selvícolas sería recomendable en todo caso tender a pesos débiles o moderados aumentando, consecuentemente, la frecuencia o rotación de las sucesivas operaciones.

En la figura XII.3, tomada de LANIER (1986), se representan respecto del estado inicial de la masa, el aspecto del tipo y del peso de las claras.

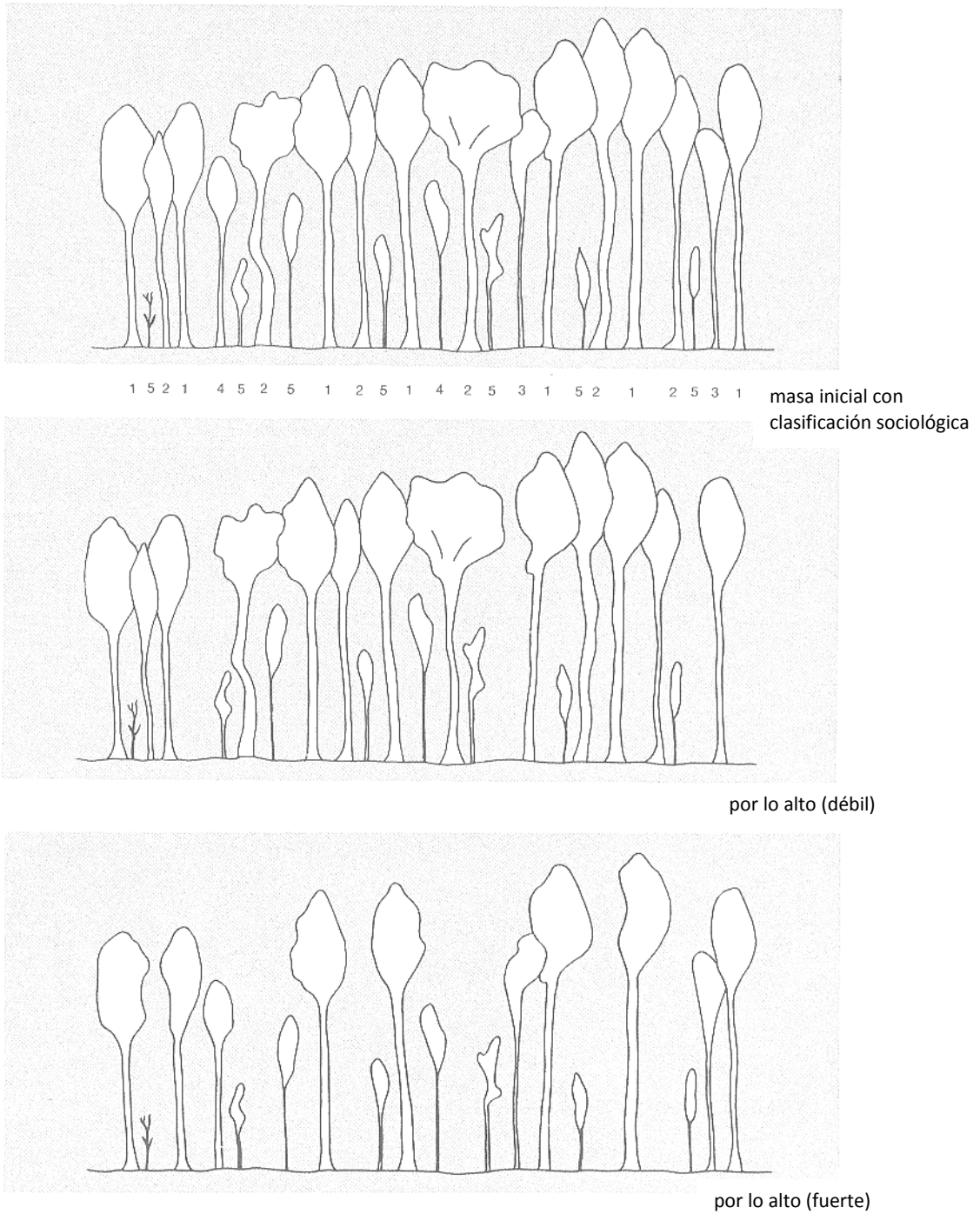
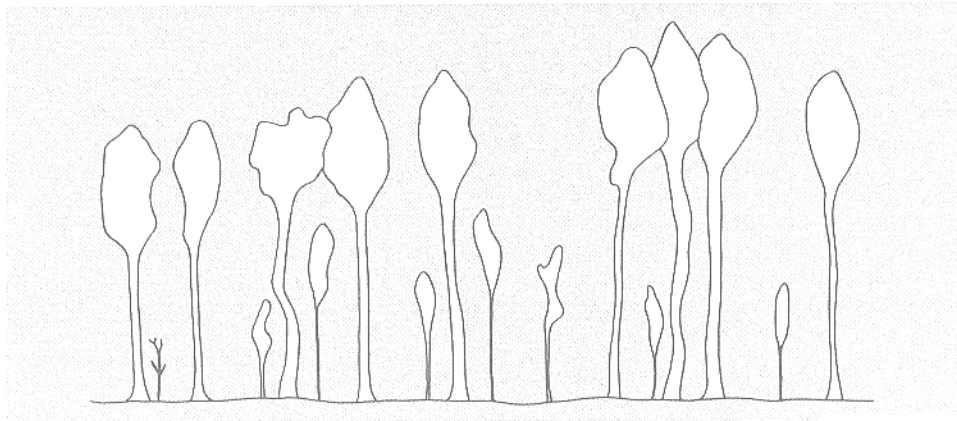
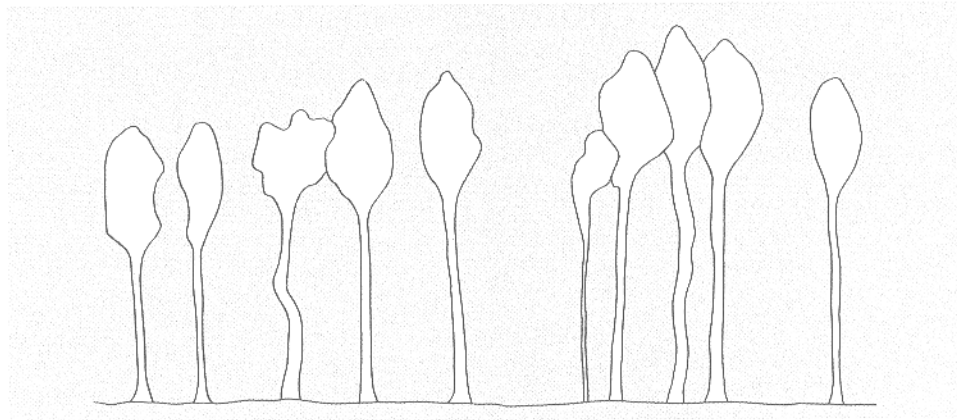


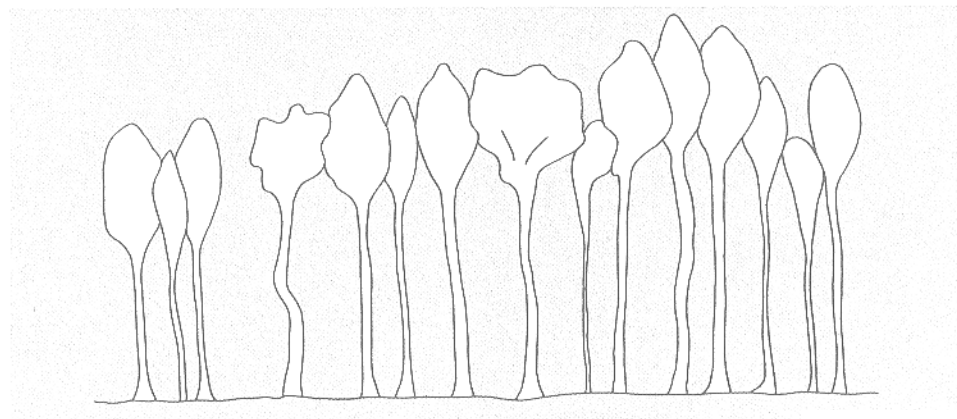
FIGURA XII.3.- De arriba a abajo: estado inicial de un rodal; clara por lo alto débil; clara por lo alto fuerte. Tomado de LANIER (1986).



mixta



por lo bajo (fuerte)



por lo bajo (débil)

FIGURA XII.3 (continuación).- De arriba a abajo: clara mixta; clara por lo bajo fuerte; clara por lo bajo débil.
Tomado de LANIER (1986).

XII.5.3.- Naturaleza.

Se entiende por naturaleza de una clara la forma de aplicar el criterio de señalamiento de los pies a extraer, criterio fijado por el tipo y peso. Se trata de una clara de naturaleza *selectiva* cuando el señalamiento de los pies afectados se realiza sobre el monte de una forma flexible, atendiendo a las condiciones particulares de cada zona dentro de un rodal.

Se tratará de una clara de naturaleza *sistemática* cuando el criterio de extracción se aplica de una forma rígida. El criterio de extracción puede expresarse de dos maneras:

* indicación diamétrica sobre los pies a extraer, por ejemplo, para una clara baja proponer cortar todos los pies cuyo diámetro sea menor de 15 cm, o para una clara alta tras haber señalado los pies del porvenir, proponer cortar todos los pies cuyo diámetro supere 20 cm.

* referir la localización geográfica de los pies a extraer, por ejemplo en una clara cuyo peso sea el 33% de la densidad, proponer la corta sistemática de un pie si y dos no. Esta forma de proponer el señalamiento de una clara sistemática tiene como resultado que el tipo sea mixto, y se aplica más fácilmente en masas artificiales.

La ejecución de claras sistemáticas tiene la ventaja económica de realizarse con menor coste y por personal menos especializado. La decisión en este caso debe superar, lógicamente, el criterio selvícola previo. Cuando la irregularidad de la estación y del consecuente comportamiento de la evolución de la masa sean altas, el riesgo de degradación de la masa que se corre aplicando claras sistemáticas de ambas formas, las desaconseja. En caso contrario puede predominar la consideración económica, aunque desde el punto de vista selvícola, las claras selectivas siempre serán más convenientes.

Independientemente de lo apuntado, la realización de claras en masas con alta densidad requiere la ejecución, para facilitar la extracción de fustes y la circulación de maquinaria, de unas calles de desembosque de unos 3 metros de ancho a intervalos regulares. La extracción de los pies de las calles resultan ser una clara sistemática y mixta en una parte del peso, aunque la otra parte se ejecute con otros criterios en las entrecalles.

XII.5.4.- Edad adecuada para la primera clara.

Fijar el momento adecuado para la realización de la primera clara, una vez que se ha iniciado la poda natural y se alcanza la edad de latizal, es una de las determinaciones más delicadas en la formulación de los planes de claras o en la gestión real de un rodal concreto. En este tema es donde se presenta con mayor nitidez el conflicto entre los aspectos selvícolas y económicos de la práctica selvícola.

Desde un punto de vista económico es lógico tender a demorar la ejecución de la clara, independientemente del tipo, hasta que la masa haya alcanzado un desarrollo que permita interesantes aplicaciones comerciales o tecnológicas de los pies extraídos, y paralelamente a esta demora permitir un peso mayor.

Desde el punto de vista selvícola, la necesidad de realizar la primera clara se presentará antes o después según el grado de competencia, lo que depende a su vez de: (1) la espesura inicial; (2) del temperamento de la especie; (3) de la calidad de estación; y (4) del porte específico. Cuando coinciden ambas determinaciones no se plantea ningún problema, pero si el momento fijado por la economía es mucho más tardío que el que demanda la alta espesura, se entra en riesgo de pérdida de vitalidad de la masa, también llamada estabilidad biológica por algunos autores (SCHÜTZ, 1990), manifestada en un exceso de poda natural y de la esbeltez, y se hace necesario aplicar un plan posterior de claras de peso bajo y frecuencia alta para evitar posibles daños por nieve o viento en la masa resultante.

En este caso y dada la trascendencia que la ejecución de la primera clara tiene en la vida futura de la masa, el criterio predominante será el selvícola. A este respecto se citan algunos criterios de decisión, relacionados con el grado de estabilidad biológica de las masas, que también pueden ser aplicados a la necesidad de realizar segundas o terceras claras, según los casos:

* Determinación de la *razón de copa*.

Se llama razón de copa de una masa al porcentaje de la altura del árbol medio ocupado por las ramas vivas, que es el valor complementario de la altura alcanzada por la poda natural. La medición de la poda natural en un rodal regular es una forma de expresar la espesura muy eficaz, pues indica el resultado de la misma integrando la densidad inicial, el temperamento de la especie, su porte específico y la calidad de la estación.

Por tanto, utilizar la razón de copa para determinar el momento adecuado para realizar la primera clara en un rodal concreto es lógico y conveniente, ya que no se trata de marcar edades fijas, sino que a cada masa en particular y tras una toma de datos no excesivamente complicada, se le puede diagnosticar la necesidad de intervención.

Siendo el valor de la razón de copa decreciente, desde 100% cuando se inicia la poda natural y por tanto el estado de latizal, para la mayor parte de los casos se recomienda aplicar la primera clara cuando alcanza el 40% (SMITH, 1986). Si el valor de la razón de copa desciende del 30% se entenderá que la primera clara se ha retrasado en exceso y la estabilidad de la masa está comprometida.

Los valores referidos pueden considerarse correctos y con aplicación casi universal (HAWLEY y SMITH, 1982; BOUDRU, 1989), aunque pueden plantearse excepciones en masas de especies extremadamente tolerantes o intolerantes, así como en masas artificiales en las que el marco inicial de plantación haya sido muy desproporcionado, provocando una poda natural asimétrica en los árboles. Estas asimetrías también se producen sobre los pies que bordean las pistas forestales o que lindan con zonas rasas.

En la figura XII.4 se ilustra la forma de cálculo de la razón de copa:
 $RC = (h/H) 100$, y su evolución tras la primera y sucesivas claras.

Tras la liberación de la competencia la poda natural sube más despacio que la altura del árbol, por lo que la razón de copa resulta creciente con la edad y diámetro del árbol, siempre que se mantenga la espesura normal.

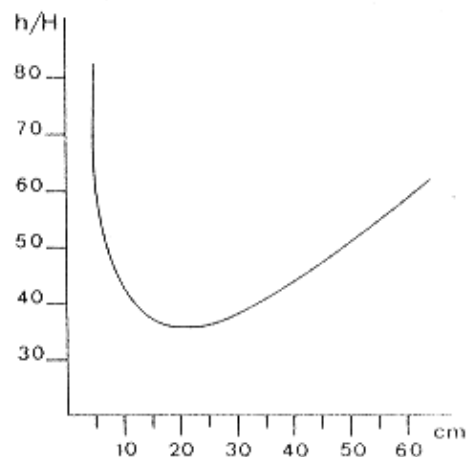
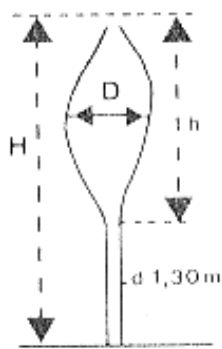


FIGURA XII.4.- Esquema para la medición de la razón de copa, a la izquierda. Evolución de la razón de copa con el crecimiento diametral, a la derecha. Tomado de BOUDRU (1989).

Inmediatamente después de una clara, la razón de copa no crece bruscamente, por lo que este parámetro no se usa como índice de espesura a efectos de comparación. En arbolado de edades avanzadas, la razón de copa puede tener valores cercanos o inferiores al 30% sin que este hecho suponga un grave exceso de espesura, sino la manifestación del porte ordinario de la especie.

* Determinación del *coeficiente de esbeltez*.

El cociente entre la altura media de una masa y su diámetro medio, expresadas ambas longitudes en unidades iguales, se denomina coeficiente de esbeltez. Relativamente altos valores de este cociente expresan un pasado selvícola del rodal con alta espesura y son a su vez, por tanto, expresión de inestabilidad. Al contrario que con la razón de copa, no se pueden recomendar valores adecuados para indicar la necesidad de una clara en masas de todo tipo por la marcada influencia que la especie tiene en este valor. En general, para Centroeuropa y numerosas especies, se consideran valores críticos los superiores a 100 de cara a la estabilidad biológica, mientras que valores superiores a 70 comprometen la estabilidad mecánica frente a vientos o nevadas (SCHÜTZ, 1990). Para las especies españolas se necesita avanzar más las investigaciones en este sentido, aunque para el pino silvestre ROJO y MONTERO (1996) dan como valor máximo de la esbeltez en latizales 65 y para fustales viejos 55, calculada con altura dominante y para la Sierra de Guadarrama.

Al igual que la razón de copa, el coeficiente de esbeltez en relación con su papel como índice de espesura es de gran utilidad para el fin con que se le está citando, pero no la tiene para detectar variaciones temporales de espesura en un mismo rodal o para comparar diferentes masas, pues tras la ejecución de una clara no cambia de forma inmediata, al contrario que los índices que nos han servido para expresar el peso de la clara.

* Definición de la relación entre *densidad* y *altura dominante*.

La evaluación de la espesura a través de relaciones entre la densidad o el espaciamiento medio y la altura dominante, entre otras muchas utilidades presenta la de fijar el momento adecuado para realizar la primera clara teniendo en cuenta la densidad inicial. La expresión más difundida de estas relaciones es el índice de Hart-Becking o factor o coeficiente de espaciamiento. El hecho de que la altura dominante no varía tras la clara permite calcular con precisión el resultado de la variación de este índice con diferentes hipótesis de peso expresado en valor absoluto de la densidad.

La información relativa a los índices de Hart adecuados para cada especie, edad de la masa y calidad de estación figura en las tablas de producción, de donde se puede deducir el diagnóstico utilizando esta vía para cada rodal concreto.

* Decaimiento o muerte, por falta de luz, del *matorral heliófilo* del sotobosque o de *pies dominados* de la masa principal.

La espesura de la masa regular conduce al matorral heliófilo que compone el sotobosque, por falta de luz, a un estado de muerte o decaimiento que puede resultar indicador de la necesidad o conveniencia de aplicar una clara. Este criterio se ha aplicado con sotobosque de brezo y cubierta de pino silvestre (TORRE, 1998).

No cabe duda de que el comportamiento del sotobosque es un indicador de la espesura del arbolado, que puede ayudar a tomar la decisión de hacer la clara, pero no es un criterio decisivo y universal, por la gran variedad de casos que se pueden presentar según la calidad de la estación, las diferencias entre temperamento de arbolado y de matorral, y la posibilidad de desbroces anteriores.

Los pies dominados de la masa principal, por causa de exceso de espesura, empiezan a morir con cierta profusión, lo que también puede ser indicador de necesidad de aplicar una clara este aumento de la mortalidad natural.

XII.5.5.- Rotaciones.

La rotación en un plan de claras es el plazo, normalmente expresado en años, que transcurre entre dos claras consecutivas. El plan de claras queda definido completamente cuando se han determinado: edad de la primera clara; número de claras con indicación de sus respectivas rotaciones; tipo, peso y naturaleza de cada una de las intervenciones.

Las propuestas para rotaciones en los planes de claras clásicos han tendido a ser constantes desde la primera clara hasta la última, para cada especie y calidad de estación. Ahora bien, si se aplican criterios dasométricos (MADRIGAL, 1985) a la necesidad de ejecución de cada clara, las rotaciones deben tender a aumentar con la edad, por lo que no tienen por que ser constantes a lo largo de todo el turno.

Los criterios dasométricos utilizados para proponer una clara, cuando se produce una variación constante de los mismos, pueden ser numerosos: altura dominante; área basimétrica; índice de Hart; razón de copa; existencias; etc...

Al ser decreciente el crecimiento general de la masa con la edad, es lógico que las rotaciones se alarguen, al aplicar estos criterios, al acercarse la edad del turno. Dentro de una misma masa, también debe haber diferencias en las rotaciones según el peso mayor o menor de las claras que se ejecuten, siempre que el peso no supere el valor crítico.

Tienen gran utilidad, tanto en la gestión como en la docencia, la elaboración de curvas patrón que expresen la evolución de la masa, con indicación del peso y momento de cada clara que se recomienda, como se ilustra en la figura XII.5.

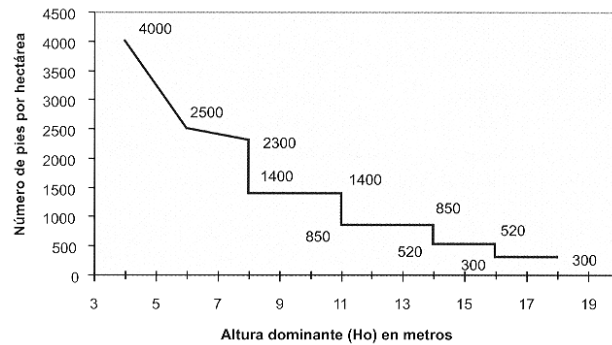


FIGURA XII.5.- Propuesta de régimen de claras para un modelo de masa regular de pino silvestre en Castilla y León. Tomado de GONZÁLEZ MOLINA (2006).

Para ilustrar el planteamiento de rotación constante, a la vez que se comparan diferentes regímenes de claras definidos por el número de intervenciones y el peso de cada una, se presenta la figura XII.5. bis, tomada de LANIER (1986).

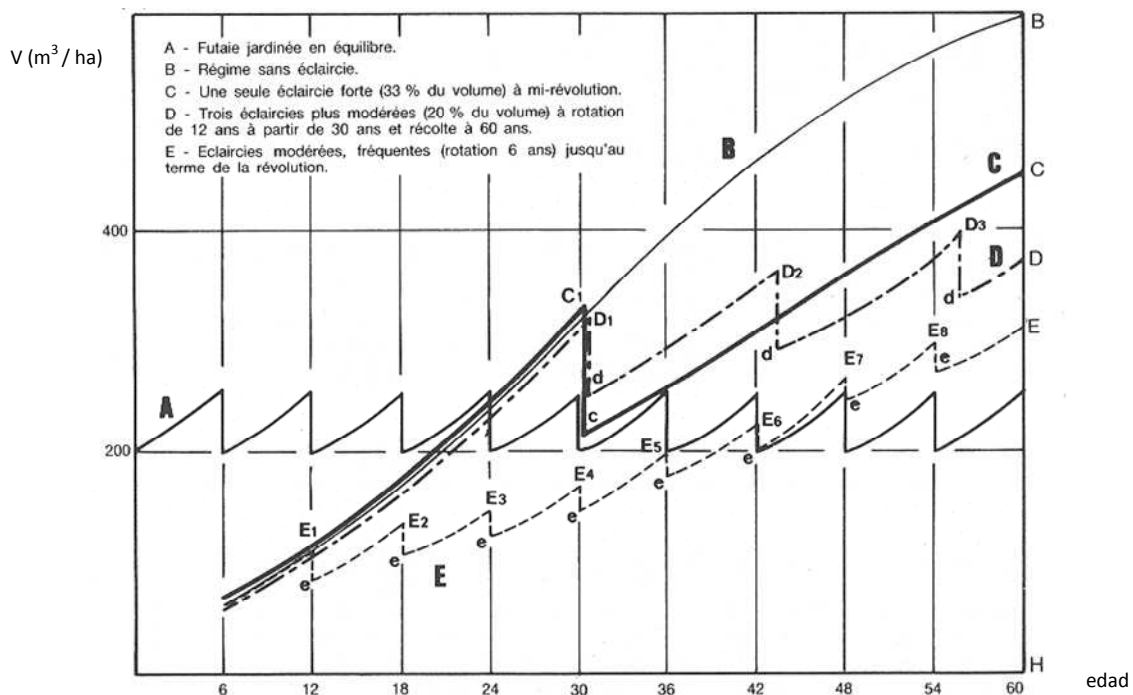


FIGURA XII.5. bis.- Comparación de diferentes regímenes de claras: **A**, monte entresacado ideal, las cortas son a la vez de mejora y de regeneración por lo que no son claras en el sentido que se ha explicado; **B**, evolución del volumen de una masa regular sin claras; **C**, una única clara muy fuerte, que extrae el 33% del volumen a la mitad del turno; **D**, tres claras con extracción aproximada del 20% del volumen en cada una, a partir de los 30 años, y rotación de 14 años; **E**, claras moderadas, frecuentes (rotación de 6 años), a partir de la edad de 12 años. Comparar las espesuras en A y B y relacionar con los modos de regeneración en monte alto irregular y monte alto regular. Tomado de LANIER (1986).

Se hace notar que, habitualmente, la información sobre la evolución de la espesura de las masas regulares que se contiene en las tablas de producción, se da a intervalos regulares de tiempo, con indicación de la masa extraída en una hipotética clara, pero que dichos intervalos regulares no tienen necesariamente que ser aplicados en la definición de rotaciones de los planes de claras.

Como ejemplo de un plan de claras en que las rotaciones son crecientes con el tiempo al ser la directriz de ejecución la variación de un indicador dasométrico de la masa, en este caso el área basimétrica, se presenta la figura XII.6, tomada de SMITH (1986).

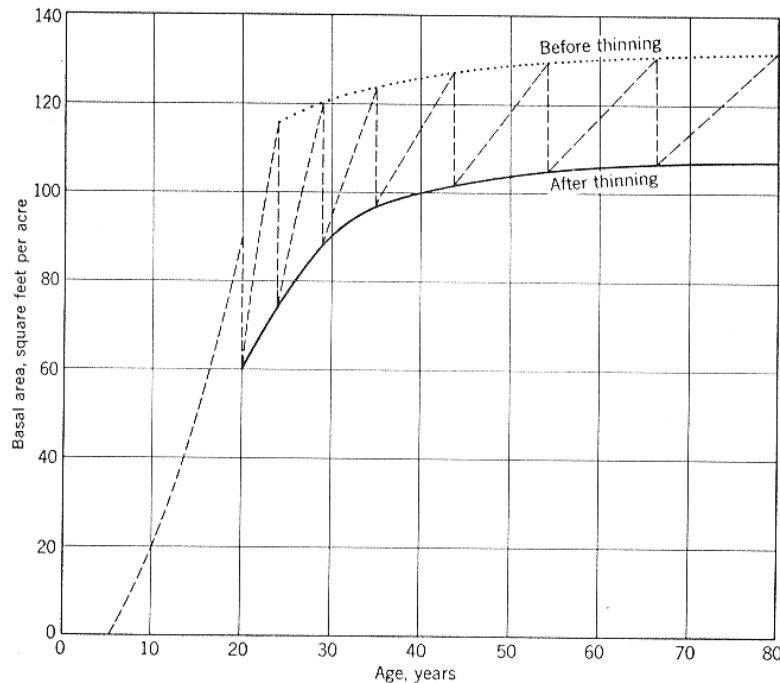


FIGURA XII.6.- Ejemplo hipotético que muestra cómo varía el área basimétrica en un plan de claras. Ordenadas, área basimétrica en pies cuadrados por acre. Abscisas, edad en años. El trazo continuo indica el valor mínimo del área basimétrica, que no debe ser sobrepasado por ninguna clara, lo que llevaría a pérdidas en el crecimiento. La línea de trazos indica la evolución real del área basimétrica. La línea de puntos indica el nivel que puede ser considerado como espesura excesiva. Se observa cómo al ralentizarse el crecimiento de la masa con la edad, el tiempo entre claras es creciente. Tomado de SMITH (1986).

XII.5.6.- Intensidad del plan de claras.

La intensidad de un plan de claras es la expresión del peso conjunto de todas las claras aplicadas, expresados a su vez en volumen. Hay dos modos usuales de calcular la intensidad de un plan de claras (LANIER, 1986):

1 - En valor absoluto por unidad de tiempo y superficie, expresado en $m^3/ha/año$, a partir del conocimiento de la cubicación total de todas las cortas, la superficie del rodal o cuartel y con referencia temporal más usual al turno del rodal regular:

$$I (m^3/ha/año) = V_c / (t S) , \text{ donde}$$

V_c = volumen total de madera aprovechado en claras durante el tiempo t (en años, normalmente el turno del rodal regular) y en la superficie S (en ha).

2 - En valor relativo respecto del volumen total aprovechado en el rodal al final del turno, según:

$$I(\%) = [V_c / (V_c + V_f)] 100, \text{ donde}$$

V_c = volumen total de las claras a lo largo del turno

V_f = volumen de las cortas de regeneración de la masa regular.

Como resumen del efecto de los planes de claras sobre la dinámica del rodal, reduciendo la densidad de una forma paulatina de acuerdo a una ecuación exponencial negativa según se estudió en el capítulo III, e influyendo sobre las existencias del mismo y sobre su producción total, se presenta la figura XII.7, que compara una masa intervenida con otra sin aplicación de claras de la misma especie, estructura y estación.

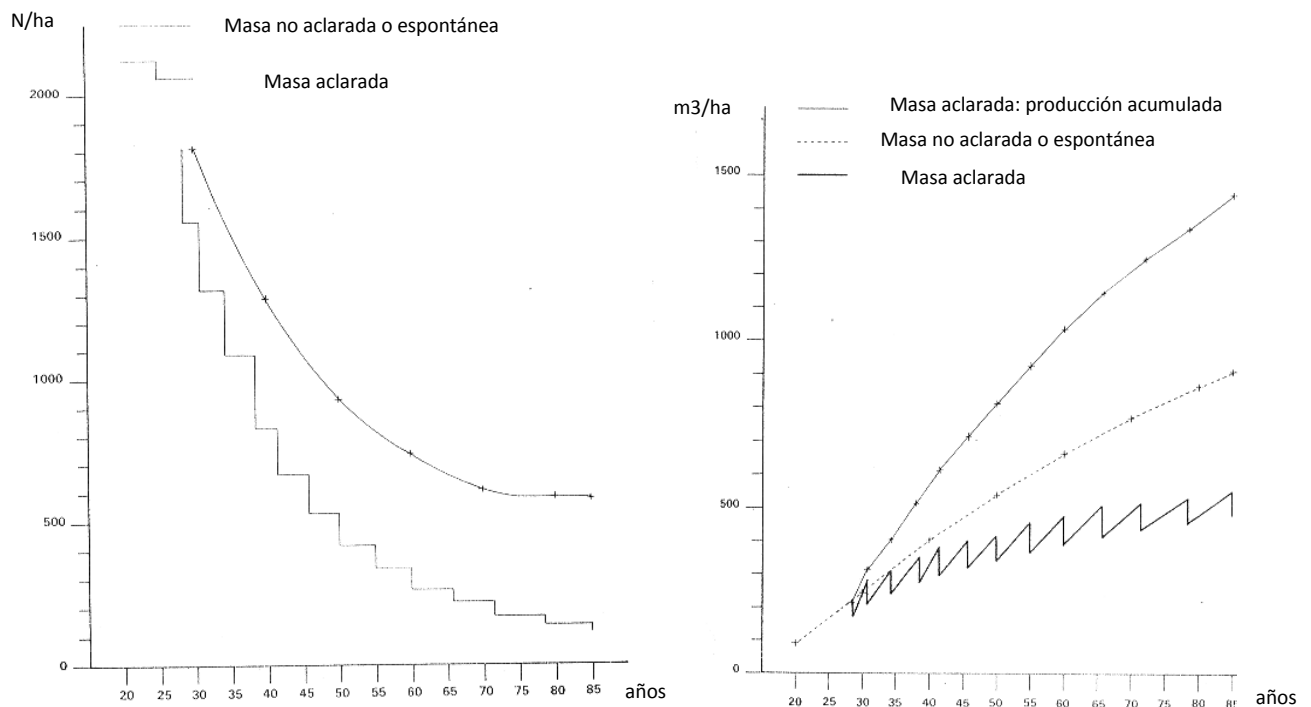


FIGURA XII.7.- Evolución temporal de una masa regular de *Pseudotsuga menziesii* sin intervención de claras y de otra tratada, de la misma calidad. A la izquierda: variación de la densidad con el tiempo, en la masa tratada las claras son de rotación temporal variable y de peso en valor absoluto de la densidad decreciente. A la derecha: variación de las existencias, el trazo grueso indica el volumen de la masa tratada mediante claras de peso en valor absoluto del volumen casi constante, el trazo discontinuo la evolución del volumen de la masa no tratada, y el trazo fino la producción acumulada de la masa tratada, que demuestra la ventaja del tratamiento en cuanto a volumen producido. En la figura se observa que: la densidad final de la masa sin aclarar (A) es del orden de 580 pies/ha; la densidad final en la masa aclarada (B) es de unos 130 pies/ha; las existencias finales en A son 900 m³/ha; las existencias finales en B son 500 m³/ha, cifra que se incrementa con el volumen aprovechado en claras a lo largo del ciclo hasta 1.400 m³/ha. Es importante resaltar que la cubicación individual de la masa final es: en A, de 1,55 m³/pie; en B, de 3,84 m³/pie. Tomado de BOUDRU (1989), según HEIBERG y HADDOCK (1955).

XII.5.7.- Aplicaciones prácticas de las claras.

La aplicación práctica de las claras en España se debe referir, por una parte, a las masas de coníferas y por otra a las de frondosas. Se dedica más atención en este epígrafe a las masas regulares de coníferas por varios motivos: son masas bien estudiadas desde este punto de vista, pues se han publicado numerosas tablas de producción; son en las que con mayor frecuencia se aplica una producción maderable preferente.

Un primer caso importante para aplicación de claras sobre masas de frondosas es el de las masas regulares de monte alto (hayedos y robledales) con producción preferente de madera. Se recomienda de forma general que las claras tengan las siguientes características: en relación con el *tipo*, por lo alto con una correcta selección de pies del porvenir; en relación con el *peso*, moderadas; en relación con la *naturaleza*, selectivas; y la *rotación* variable con la evolución de la altura dominante o del índice de Hart.

El otro caso importante de aplicación de claras sobre masas de frondosas se refiere a los montes bajos regulares de encina, rebollo y quejigo. Esta modalidad de claras, que también se denominan resalveos, será ampliamente tratada en el capítulo XIV.

Para poder formular recomendaciones de tipo general sobre la correcta aplicación de las claras en masas regulares de coníferas, más concretamente pinares, en España, es preciso tipificarlas según tres criterios diferentes: objetivo preferente de la masa; origen de la misma; y temperamento de la especie principal.

Según el *objetivo* preferente, las masas se clasificarán en: protectoras; productoras de madera; productoras de resina; y productoras de frutos.

Según el *origen* de la masa, la clasificación es en: naturales y artificiales.

Según el *temperamento* de la especie principal en: muy intolerantes (pino carrasco, pino rodeno, pino piñonero) o algo tolerantes (pino negro, pino silvestre y pino laricio).

Como en principio caben todas las combinaciones posibles, comentaremos los casos con mayor representación territorial.

1.- Masas naturales productoras de madera.

Este tipo de masas se corresponden con los dos grupos de temperamentos.

Para las especies algo tolerantes, pino negro, pino silvestre y pino laricio, el tratamiento que las ha dado origen suele ser el aclareo sucesivo uniforme, la densidad inicial a la edad de latizal es conveniente que haya sido alta, normalmente superior a los 3.000 pies/ha. La propuesta de claras para esta situación depende en gran medida de la calidad de la estación, y puede ser obtenida de las tablas de producción publicadas. No obstante damos algunas características de tipo general:

* en relación con el *tipo*, que sean mixtas a causa de requerir frecuentemente eliminar pies correspondientes a la masa incorporada durante las cortas de aclareo sucesivo, que tienden a comportarse como árboles "lobo". Se denomina como árbol "lobo" en los textos de selvicultura a aquellos pies que con un tamaño mayor que los que le rodean por causa de una edad superior, tienen menor vigor que ellos, por lo que les trastorna en su desarrollo.

No hay que confundirlos con los predominantes, que con edad igual al conjunto han adquirido gran superioridad y mantienen su vigor.

* en relación con el *peso*, que sean moderadas para no introducir discontinuidades bruscas en el crecimiento diametral de los pies seleccionados y mantener la poda natural buen ritmo.

* en relación con la *naturaleza*, que sean selectivas, pues es frecuente que la espesura sea muy diferente de unos bosquetes a otros.

* para la edad de la *primera clara*, aplicar el criterio de que la razón de copa se encuentre entre 40% y 30%, hasta tanto no se mejoren los criterios sobre la esbeltez.

* para las *rotaciones*, aplicar de 10 a 15 años entre los 20 y 60 años de edad, y de 15 a 20 años entre los 60 años y la cercanía al turno.

Para las especies intolerantes con producción preferente de madera, pino rodeno, pino carrasco y pino piñonero, el tratamiento de origen suele ser la corta a hecho en dos tiempos o el aclareo sucesivo uniforme de alta intensidad, por lo que son masas que tienden a coetáneas. Las recomendaciones generales, teniendo presente que existen tablas de producción para las dos subespecies del pino rodeno y para el pino carrasco, son:

* en relación al *tipo*, que sean bajas por causa de ausencia de masa incorporada y por temperamento robusto.

* en relación al *peso*, que sean fuertes, pues en estas especies, en general, no interesa tanto la calidad de la madera como la cantidad y la posibilidad de acortar el turno.

* en relación a la *naturaleza*, que sean selectivas por la irregular repartición espacial de los pies.

* para la edad de la *primera clara*, aplicar el criterio del índice de Hart aportado por las tablas de producción en función de la calidad o la razón de copa cuando baje del 40%.

* para las *rotaciones*, y teniendo en cuenta el peso fuerte y los turnos relativamente cortos, se propone 15 años.

2.- Masas artificiales productoras de madera.

Para este caso valen las recomendaciones del punto anterior, matizando que las densidades de plantación (entre 1.000 y 2.000 pies/ha, según temperamentos) habrán sido proyectadas para conseguir que la primera clara no se haga necesaria hasta los 25 o 30 años (entre 700 y 1500 pies/ha al inicio del latizal) para las especies de crecimiento lento o autóctonas, por lo que la única diferencia sería el retraso en la ejecución de la primera clara, equivalente a aplicar una clara menos en la planificación global.

Caso especial es el de las masas de pino insigne, cuya programación de claras esta muy contrastada, con rotaciones del orden de 5 años, se estudiará junto con los caracteres culturales de la especie por lo que no creemos necesario reiterarla ahora. Se puede ampliar información relativa a Galicia en: <http://www.agrobyte.com/agrobyte/publicaciones/pinoradiata/indice.html> y consultando a MUÑOZ, (2008).

3.- Masas naturales o artificiales productoras de resina o frutos.

El caso especial de las masas regulares de pino piñonero con producción preferente de piñón requiere desde el inicio de la fructificación espesuras incompletas, independientemente del origen de la masa, por lo que YAGÜE (1994) propone que a la edad de 25 años queden únicamente en pie unos 200 pies/ha, 125 pies/ha a la edad de 50 o 60 años, que se mantiene hasta un turno del orden de los 100 años.

Las masas en resinación que actualmente existen en España son muy escasas, por lo que no parece razonable aplicar los clásicos criterios de claras, que prácticamente se reducían a aplicar una clara muy fuerte a la edad de 20 a 30 años dejando 200 a 400 pies/ha.

Las fuertes claras aplicadas en ambos casos provocan, respectos de regímenes más moderados, pérdidas de volumen final a edades del turno de las masas regulares, con disminución del crecimiento medio máximo. Se sacrifica producción maderable para aumentar la producción de resina o piñón.

4.- Masas protectoras, normalmente artificiales.

Las masas de pinar artificiales con objetivo preferente de protección del suelo frente a la erosión son muy abundantes en España, del orden de tres millones y medio de hectáreas. La mayor parte de las masas, repobladas entre 1960 y 1980, tienen en 2008 entre 48 y 28 años, por lo que la ejecución de claras sobre las mismas debería ser una de las ocupaciones principales de la gestión forestal. Una característica común a todas ellas tiende a ser la mala calidad del suelo, degradado por erosión en largas etapas antes de su repoblación. Sin embargo puede haber importantes variaciones en cuanto a: temperamento; densidad inicial; y regularidad del marco de plantación.

La aplicación de las claras en este caso plantea la paradoja de que si bien es necesario reducir la espesura para mejorar la estabilidad biológica y mecánica, dicha reducción y los trabajos asociados merman la capacidad de la masa para defender el suelo de la erosión hídrica. La regla general será, en relación con los planes de claras, que sean frecuentes y moderadas o débiles. Recomendaciones más detalladas pueden ser:

* en relación con el *tipo*, que siempre sean por lo bajo, no sólo por el temperamento robusto de la mayor parte de las especies, sino por la mala calidad de la estación. Sin embargo, en masas naturales protectoras de especies relativamente tolerantes, puede ser más eficaz desde el punto de vista de la defensa del suelo, mantener cierta espesura en el estrato dominado, aplicando claras mixtas. Las claras altas no tienen sentido en ningún caso de protección.

* en relación con el *peso* es donde se plantea con más intensidad la paradoja apuntada por varios motivos:

- es conveniente, a través de la ejecución de las claras, inducir o potenciar la presencia de otras especies para generar masas con subpiso, lo que se consigue con mayor eficacia mediante claras fuertes. No es infrecuente que bajo la cubierta lograda artificialmente en las repoblaciones protectoras con especies de pino, se produzca de forma natural la regeneración de otras especies arbóreas de temperamento más delicado, frondosas, que puede ser estimulada con claras sobre la masa principal.

- se debe limitar el peso para no comprometer la función protectora, pero esto obliga a operaciones que no se autofinancian y a unas rotaciones más bajas.

- la prevención de incendios a través de los desbroces asociados con las claras reducen la función protectora.

Tratando de conseguir el doble objetivo contrapuesto de reducir la competencia con bajos costos de ejecución por una parte y de mantener la capacidad de defensa del suelo por otra, se proponen tres criterios generales con aplicación independiente o combinada, de intención conservadora y resultados eficaces:

- no superar una extracción mayor del 20% del área basimétrica inicial. Este es un criterio muy generalista y acreditado en la mayor parte de los textos de silvicultura. Combinado con aplicación de claras por lo bajo suelen conducir a una extracción superior o igual al 33% de la densidad e inferior al 50% de la misma, y no reduce excesivamente la fracción de cabida cubierta.

- la clara, evaluada en valor absoluto de la densidad, no debe subir el índice de Hart de la masa en más de un 5%. Este criterio que se debe a PITA (1991), es posible extenderlo a todas las especies forestales españolas importantes y es concordante con propuestas particulares planteadas en muchas tablas de producción de comarcas y especies españolas.

- para un diagnóstico sobre el estado de espesura de las masas artificiales de diferentes pinos españoles, recogemos la siguiente tabla, debida a PITA (inédito), que indica los intervalos (valor inferior mejor calidad de estación, valor superior peor calidad de estación) del índice de Hart que tienen las masas artificiales en espesura normal:

<i>Pinus uncinata</i>	26 a 30%
<i>Pinus sylvestris</i>	27 a 32%
<i>Pinus nigra</i>	28 a 35%
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i>	30 a 45%
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>mesogeensis</i>	35 a 45%
<i>Pinus halepensis</i>	40 a 55%

El autor propone restar un 10% (valor absoluto) a los valores anteriores para masas naturales, por lo que aplicado en masas artificiales donde el estudio de la calidad del suelo acredite unas buenas propiedades, se puede aceptar esta modificación. Otros valores de intervalo del índice de Hart, aunque para masas naturales y de temperamento de sombra, pueden servir para comparar: abeto, de 16% a 18%; haya, de 17% a 20%. Las cifras mencionadas en este punto, u otras tomadas de las tablas de producción, sirven, además de para fijar pesos de claras en casos concretos, para diagnosticar sobre la necesidad de aplicar claras, sea la primera o las siguientes.

* en relación con la *naturaleza*, las claras sobre masas artificiales protectoras o no, pueden ser sistemáticas por razón de la localización de los pies, lo que no resulta inconveniente y da como resultado una clara mixta si la homogeneidad de la estación, y por tanto de la masa es alta. Un aspecto relacionado con esta cuestión en las masas artificiales se refiere a la necesidad de aplicar claras en casos especiales de marco de plantación: deshermanamientos de pies dobles o triples, lo que obliga a claras sistemáticas del 50% de la densidad, independientemente de la espesura; marcos de dimensiones muy desiguales en preparaciones del suelo por aterrazado, donde la competencia entre pies de una misma fila es mucho mayor que la que existe entre filas.

* en relación con la edad para la *primera clara*, salvo los casos mencionados de marcos especiales, se aplicarán los criterios de la razón de copa o de índice de Hart, con la recomendación particular para estas masas de no retrasar excesivamente este momento.

* para las *rotaciones* la cifra más adecuada estará entre 10 y 15 años.

5.- Tratamientos preventivos de incendios.

Las masas de pinar regulares en edades de monte bravo y latizal, a causa del tamaño de los pies, de la continuidad vertical y horizontal, y de la presencia de matorral, presentan riesgo de alta velocidad de propagación de incendios, independientemente de su origen. La estrategia consistirá en cambiar el modelo de combustible (VELEZ, 1990) a través de la aplicación simultánea de:

- claras que, bajo este punto de vista, deberían ser por lo bajo y débiles para conseguir: disminución de la continuidad vertical; que la velocidad del viento no crezca dentro de la masa; mantener alta la humedad relativa; y reducir o retrasar la invasión del matorral heliófilo.
- podas hasta la mitad de la altura media de la masa, siempre que ésta supere los 5 metros, y afectando en todo caso a las ramas muertas por poda natural.
- desbroces selectivos por roza de las especies de mayor inflamabilidad.
- eliminación o tratamiento de todos los despojos producidos en las operaciones anteriores. Preferentemente se ejecutará por astillado para que las astillas depositadas en el suelo, que arden con gran dificultad, retrasen la invasión del suelo por el matorral y las herbáceas. Se ejecutará antes del final de mayo, lo que junto con las podas que van asociadas a las claras, condicionan que estas últimas deban ser ejecutadas en otoño, invierno y principio de la primavera.

XII.5.8.- Época de ejecución de las claras y clareos.

En principio, la ejecución de las claras no está condicionada, en cuanto al momento de apeo dentro del año, por razón de la maduración o dispersión de las semillas, al no ser una corta de regeneración.

Tampoco está condicionada la época por los efectos sobre la calidad de la madera cuando se trata de pies de pequeño diámetro, que se aplicarán a transformaciones industriales de trituración. Sí se debe condicionar la época de corta cuando la presencia de la madera recién apeada en el monte pueda favorecer la progresión de plagas de perforadores o de enfermedades.

Por otra parte, lo que más frecuentemente condiciona la época de ejecución de las claras es el hecho de que se ejecuten podas a continuación, sobre pies de la masa resultante, y que no es conveniente que los despojos permanezcan en el monte durante el verano, todo lo cual conduce a que la época adecuada para realizar claras y clareos sea el otoño, el invierno y el principio de la primavera.

XII.6.- Podas.

La poda consiste en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial, para conseguir un objetivo concreto que puede ser uno o varios de los siguientes:

- 1 – *Producción*. Incrementar la producción forestal de productos no maderables (corcho, frutos o resinas) o mejorar la calidad de los productos maderables.
- 2 – *Sanidad*. Atender a una mejora sanitaria suprimiendo ramas afectadas por plagas o enfermedades.
- 3 – *Aprovechamiento*. Obtener algún aprovechamiento de las ramas, como leña, ramón, ramos decorativos o recogida de semillas.
- 4 – *Incendios*. Reducir el riesgo de incendio forestal en determinadas masas.
- 5 – *Derribos*. Reducir la resistencia frente al viento, evitando derribos, objetivo que sólo se da en contadas estaciones y masas.
- 6 – *Trasplantes*. Equilibrar el sistema aéreo con las mutilaciones del sistema radical cuando se realizan trasplantes de pies desarrollados, cuestión propia de la jardinería.
- 7 – *Porte*. Conseguir un porte diferente del natural, normalmente por motivos estéticos o por interferencia sobre la seguridad en las carreteras, lo que no es frecuente en Selvicultura, aunque si lo es en la denominada Selvicultura Urbana o en los rodales atravesados por carreteras muy transitadas.
- 8 – *Apeo*. Evitar daños al regenerado en el apeo de grandes pies, aunque esta operación más que una poda debe considerarse un caso especial de desrame en los aprovechamientos forestales.

La poda recibe en otros idiomas las siguientes denominaciones: *élagage*, en francés cuando se trata de subir la copa mejorando calidad de fuste y *taille* cuando se trata de modificar la forma de la copa; *pruning*, en inglés; *ästung*, en alemán; y *potatura*, en italiano.

La correcta ejecución de las podas se basa en el conocimiento de una serie de aspectos relacionados con la fisiología de las especies arbóreas como son: los procesos de cicatrización; la propagación de plagas y enfermedades; el equilibrio entre el sistema radical y la parte aérea o superficie foliar; el temperamento de la especie; los fenómenos de brotación, sea por cepa o raíz o por brotes epicórmicos; el proceso de poda natural; etc...

Como cuestión previa a las explicaciones sobre la poda, conviene recordar algunas cuestiones sobre la *poda natural*.

XII.6.1.- Poda natural.

El proceso de poda natural consiste en la muerte de las ramas de la parte inferior de la copa al disminuir sobre ellas la iluminación, por causa de la espesura en la masa o por el propio asombramiento que produce la parte alta de la copa, dando como resultado en las ramas afectadas un balance negativo entre fotosíntesis y respiración.

Este proceso se denomina en inglés *self pruning*, lo que ha dado lugar a traducciones con la denominación inapropiada de autopoda

La muerte del tallo de la rama se produce iniciándose en el ápice y terminando en la inserción sobre el fuste. Una vez secas, permanecen sobre el árbol hasta que su caída es forzada por el viento, la nieve o algún agente biótico.

En las especies frondosas, es frecuente que entre la base de la rama y el fuste tienda a formarse un tejido aislante, de menor resistencia que el resto, por donde se produce la rotura con cierta facilidad. Este tejido resulta de la reabsorción de la lignina.

En las especies resinosas, se produce un enteamiento (enriquecimiento en resina) de la base de la rama, lo que también sirve de aislante y confiere a la rama una mayor fragilidad, pero no menor resistencia.

El plazo y la proximidad al fuste de la rotura de las ramas muertas por poda natural es muy variable entre las especies forestales, como se ha comentado, pero también depende del diámetro de la rama, siendo más eficaz sobre ramas finas derivadas del mantenimiento de una alta espesura, y de las condiciones de la estación, siendo más eficaz en aquellas con alta humedad que favorece la acción de los hongos saprofitos lignívoros que actúan reduciendo la resistencia de la rama muerta.

Mientras la rama muerta no se desprende, el crecimiento del fuste va incluyendo en sus tejidos leñosos la base de la rama, lo que da lugar a los siguientes efectos: formación de un nudo muerto o saltadizo a continuación del nudo vivo; discontinuidades en la resistencia de la madera; anisotropías de las propiedades físicas de la madera por deformación de las fibras; y cambios en el color de la madera, todo lo cual hace que se reduzca en gran medida la calidad de la madera y las alternativas tecnológicas para su transformación.

Los aludidos efectos sobre la calidad de la madera de este proceso quedan ilustrados en la figura XII.8.

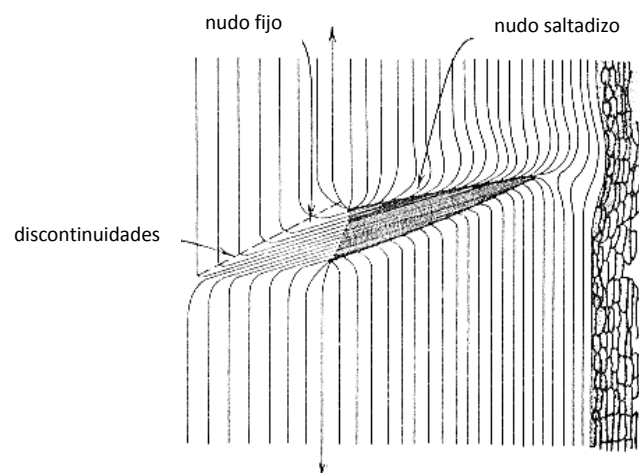


FIGURA XII.8.- Sección de un fuste en el que se aprecia la inclusión de la base de una rama muerta por poda natural, con la cicatrización completada. Tomado de SMITH (1986).

La intensidad de la poda natural dependerá de: el temperamento de la especie, siendo más precoz y activa en las especies de luz; de la calidad de la estación, siendo, a igualdad de temperamento de la especie, más lenta en las estaciones de calidad; y de la espesura, modificada por el tratamiento, siendo la poda natural más activa cuanto mayor sea la espesura.

La forma de producirse la poda natural en diferentes especies y su efecto en la calidad de la madera, puede observarse en la figura XII.9, tomada de BURSCHEL y HUSS (1987).

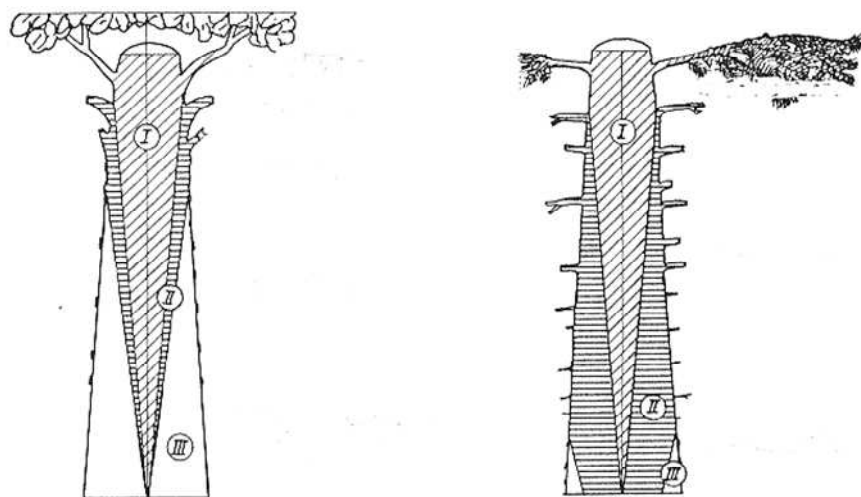


FIGURA XII.9.- Formas de poda natural en diferentes especies forestales: *izquierda*, especies que pierden fácilmente las ramas muertas (alerce, haya, robles y las principales frondosas); *derecha*, especies que tienden a conservar las ramas muertas (abeto, abeto rojo, abeto de Douglas, pinos, cerezo, chopos, roble americano); *I*, zona de ramas verdes; *II*, zona de ramas muertas; *III*, madera libre de ramas. Tomado de BURSCHEL y HUSS (1987).

De todo lo anterior se deduce la conveniencia de podar las ramas de los árboles en el momento en que se inicia la muerte de las mismas por poda natural, pero antes de que llegue a morir la base, de modo que la cicatrización a partir de tejidos vivos seccionados sea más activa, no existan nudos saltadizos y no se provoque un desequilibrio entre la parte aérea y radical.

Esta diferente forma de producirse la cicatrización se observa en las figuras XII.10 y XII.11.

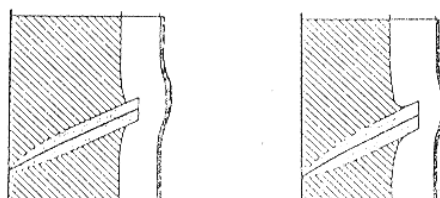


FIGURA XII.10.- Diferencias de cicatrización y de recubrimiento de las heridas de poda de ramas muertas o vivas. Izquierda, ramas secas. Derecha, ramas vivas. Según NÄEGELI (1952), tomado de SCHÜTZ (1990).

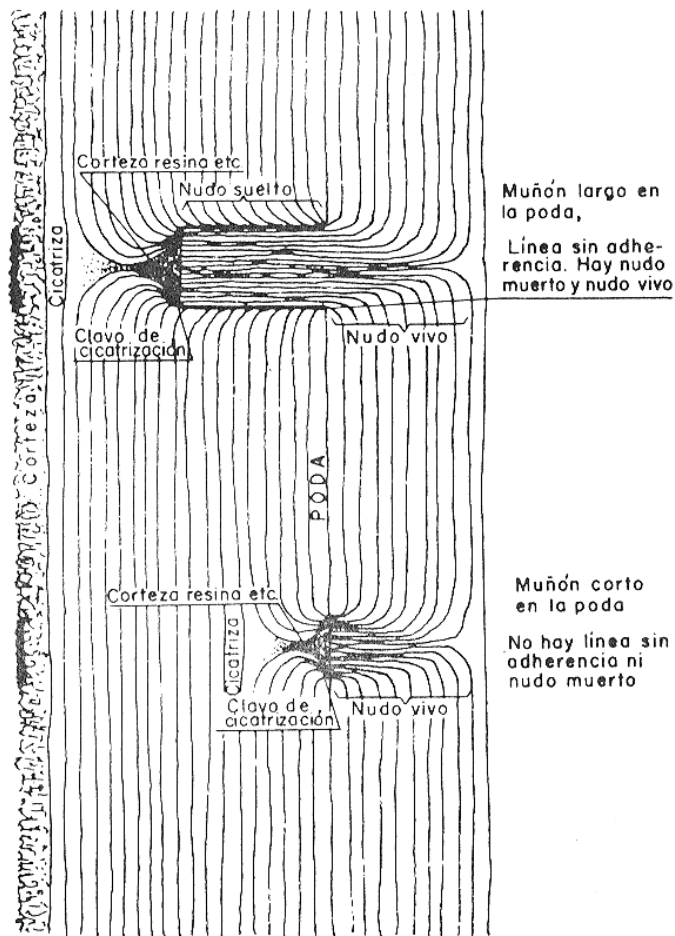


FIGURA XII.11.- Diferencias de cicatrización y de recubrimiento de las heridas de poda de ramas muertas o vivas, tomado de MONTOYA (1988).

La zona del fuste en la que mayor importancia tiene la posibilidad de pérdida de calidad de madera es en la troza basal del fuste, hasta los 6 u 8 metros de altura y en los dos tercios exteriores de su diámetro, por lo que dados los diámetros de cortabilidad, interesa que la poda natural o en su caso artificial, se produzca cuando la rama está inserta en un diámetro de fuste del orden de 12 a 15 cm.

De todo lo explicado en este epígrafe se deduce la importancia de anticiparse al proceso de poda natural aplicando la *poda artificial*.

XII.6.2.- Clases de poda artificial.

Se enumeran a continuación, aclarando cuestiones de terminología, los diferentes tipos de poda artificial que se estudiarán:

* *escamonda*, que se refiere a la eliminación de ramas muertas por poda natural y/o de brotes chupones o epicórmicos, en cuyos dos casos no se produce alteración del equilibrio fisiológico del árbol al no reducirse de forma importante la superficie foliar. La emisión de brotes epicórmicos a partir de yemas proventicias situadas en el fuste o en las ramas gruesas es, a veces, un fenómeno espontáneo tras la puesta en luz de los pies (abeto de Douglas, robles, rebollos, quejigos,...), y otras veces es inducido por la reducción de la superficie foliar como consecuencia de corta de ramas vivas o por daños producidos por la nieve, el viento, el granizo o la helada de los brotes de primavera.

* *poda*, denominamos simplemente poda al corte de ramas vivas, lo que producirá una alteración en equilibrio fisiológico del árbol más o menos transitoria, según la intensidad de dicha poda. Los objetivos pueden ser diversos según se explicó anteriormente.

* *monda*, se refiere a la supresión de todas las ramas verdes del árbol excepto la guía terminal, cuyos objetivos y efectos se verán más adelante. Algunos autores refieren como una modalidad de poda la práctica del *trasmucho*, que es el corte de todas las ramas verdes del árbol, incluida la guía terminal, aunque nosotros consideraremos esta forma de proceder como una variante del método de beneficio de monte bajo y será explicada en el capítulo XIV.

XII.6.3.- Escamonda.

La importancia e interés de aplicar la *escamonda* se deduce de lo explicado al tratar la poda natural, pues no alterando el equilibrio fisiológico del árbol, produce efectos siempre beneficiosos: mejorar la calidad de la madera; facilitar la producción de resina y de corcho; contribuir al buen estado sanitario; reducir la presencia de combustibles secos y finos de cara al incendio forestal; facilitar la transitabilidad dentro de la masa; etc...

Pero estas ventajas selvícolas de la *escamonda* no siempre se ven compensadas por los inconvenientes económicos, por lo que la ejecución de las *escamondas* siempre se asociará a la de podas en sentido estricto o corte de ramas vivas.

No obstante, si se plantea la ejecución de una *escamonda* independiente, lo más adecuado, aunque no siempre posible, es proceder cortando las ramas cuando se ha iniciado la muerte apical y permanecen vivos los tejidos de su inserción en el fuste.

Si se ha producido la muerte completa de la rama, la época de ejecución no estará condicionada a la paralización vegetativa como en la poda de ramas verdes, puesto que no se hacen nuevas heridas y habrá que cuidar, en este caso, de no afectar a los rodetes de cicatrización que rodean al muñón, ni provocar cortes o desgarros sobre la corteza del fuste. Todas las demás cuestiones sobre la ejecución de las *escamondas* son similares a las de las podas que se explican a continuación.

XII.6.4.- Podas.

1 - *Proceso de cicatrización.*- Trataremos en primer lugar lo relacionado con el proceso de cicatrización de las heridas que la poda de ramas vivas produce en todo caso. Este proceso consiste en el crecimiento de un callo de cicatrización generado a partir de los tejidos vivos seccionados en la rama o fuste.

Es importante que el tiempo en que la cicatrización se complete sea el mínimo posible, por una parte para evitar el riesgo de penetración de hongos de pudrición sobre el fuste, riesgo que es mucho mayor en las frondosas que en las coníferas, pues estas últimas se defienden con un enteamiento en la zona del corte, y por otra para que las deformaciones de las fibras en la zona del nudo vivo sea menor.

La cicatrización es más veloz en los dos sentidos laterales a la herida y desde arriba hacia abajo, que desde abajo hacia arriba, como se observa en la figura XII.12, queda favorecida cuanto más cercano al fuste sea el corte y cuanto menor sea la superficie de la herida.

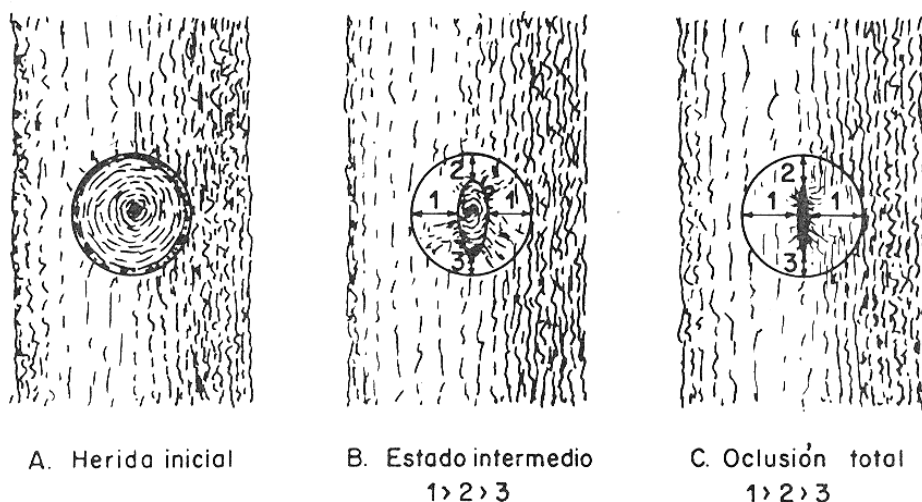


FIGURA XII.12.- El proceso de cicatrización. Tomado de MONTOYA (1988).

Por tanto, las heridas de forma alargada en sentido longitudinal cicatrizan más deprisa que, a igualdad de superficie, las alargadas en sentido transversal. El corte se hará de forma que se evite la acumulación de agua y la humedad que favorecen la acción de los hongos, por lo que se dará liso, vertical o biselado hacia abajo, y lo más pegado al tronco que sea posible. Esta forma de proceder queda reflejada en la figura XII.13.

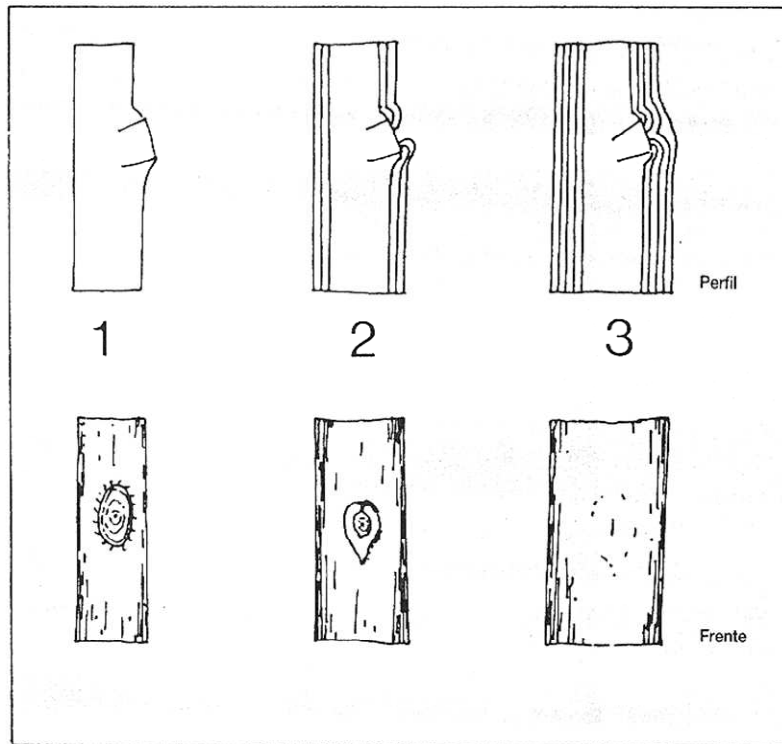


FIGURA XII.13.- Recubrimiento de una herida de poda: 1, año de corta; 2, comienzo del recubrimiento pasados dos años; 3, final del recubrimiento pasados cuatro años. Tomado de HUBERT y COURRAUD, (1989).

Cuando en la inserción de la rama se produce un engrosamiento, las dos recomendaciones de corte pegado al fuste y corte de mínima superficie entran en contradicción. En este caso la forma correcta de proceder es trazar una diagonal desde la parte superior de la inserción de la rama, como se observa en la figura XII.14.

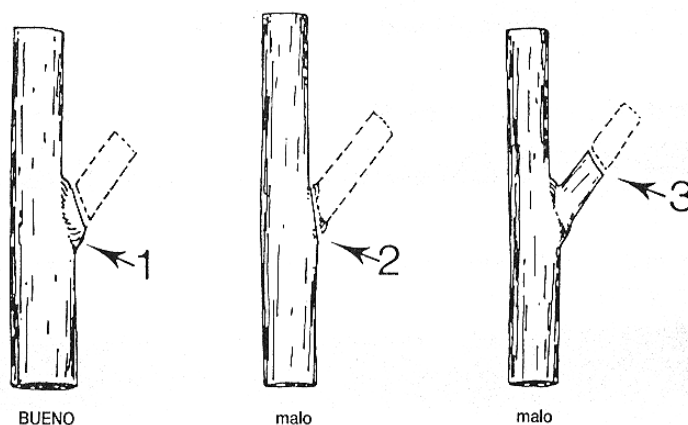


FIGURA XII.14.- Forma correcta de podar cuando la inserción es con engrosamiento (1). Es perjudicial cortar demasiado al ras (2) por el aumento de superficie de la herida, así como dejar un muñón (3) aunque se reduzca esta superficie. Tomado de HUBERT y COURRAUD, (1989).

En relación con el riesgo de invasión por hongos saprofitos o parásitos, hay que tener presente que las herramientas de poda son frecuentemente un vector importante, por lo que la correcta ejecución, especialmente en especies más sensibles como las frondosas, pasa por una desinfección de dichas herramientas, por ejemplo con alcohol de quemar, al cambiar de árbol. En algunos casos justificados por el bajo número de pies podados o por la necesidad de cortar ramas muy gruesas, puede estar indicado aplicar sobre la herida de poda un mastic protector que reduzca el riesgo de afección por patógenos.

Otros factores que influyen en la velocidad del proceso de cicatrización de las heridas de poda son:

* el crecimiento de la especie, y a igualdad de especie y estación, el vigor vegetativo del pie afectado. Cuanto mayor sea el crecimiento y el vigor, antes se cicatriza la herida.

* el tamaño de la herida de poda, siendo el tiempo de cicatrización menor cuanto más pequeña sea la superficie afectada. El efecto de estos dos últimos factores puede comprobarse en la figura XII.15.

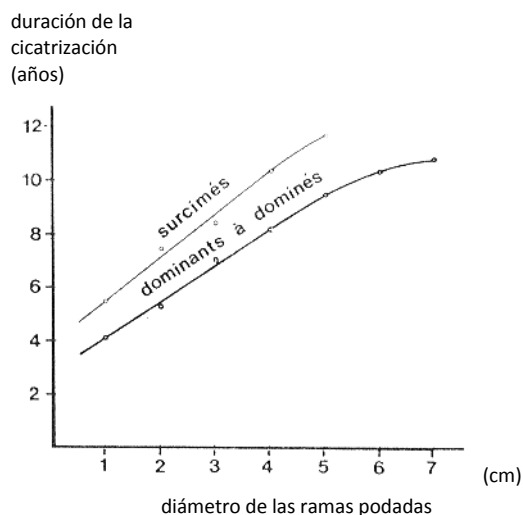


FIGURA XII.15.- Cicatrización de heridas de poda en haya. En ordenadas duración del recubrimiento en años. En abscisas, diámetro de las ramas cortadas en cm. Curva superior, pies sumergidos; curva inferior, pies dominantes y comprimidos. Según WINTERFELD (1955), tomado de SCHÜTZ (1990).

* la intensidad de la poda, de modo que en un mismo pie, la velocidad de cicatrización será mayor cuanto menor sea el número de ramas afectadas.

* la presencia de ramas verdes en la cercanía de la herida, que favorecerá la cicatrización.

2 – *Efectos de la poda.*- Los efectos de la poda o corta de ramas verdes sobre los árboles se pueden resumir como sigue:

1 - La reducción de la superficie foliar provoca un desequilibrio entre la parte aérea y el sistema radical, mayor cuanto más intensa sea la poda, que en general tiende a reducir el crecimiento del árbol. Por tanto, esta intensidad debe mantenerse en unos límites razonables para que el trastorno no sea excesivamente duradero. En especies que carecen de yemas proventicias, una supresión completa de la copa provoca la muerte del árbol. En casi todas las especies una reducción del 60% de la copa viva provoca una reducción persistente del crecimiento diametral (SCHÜTZ, 1990). Si la poda afecta entre el 50% y el 30% y la estación es de calidad, la reducción del crecimiento diametral es tolerable y transitoria. Sin embargo, si la reducción es de menos del 30% y afecta a ramas que van a entrar en poda natural, puede producirse un efecto positivo sobre el crecimiento diametral.

2 - El efecto de la poda sobre la reducción del crecimiento en altura es menos patente que sobre el crecimiento en diámetro. Además, los pies afectados por podas intensas tienden a perder dominancia en el conjunto de la masa. También para el crecimiento longitudinal, una poda moderada puede traducirse en una mejora del mismo. Las cuestiones planteadas en estos dos puntos pueden ilustrarse con la figura XII.16.

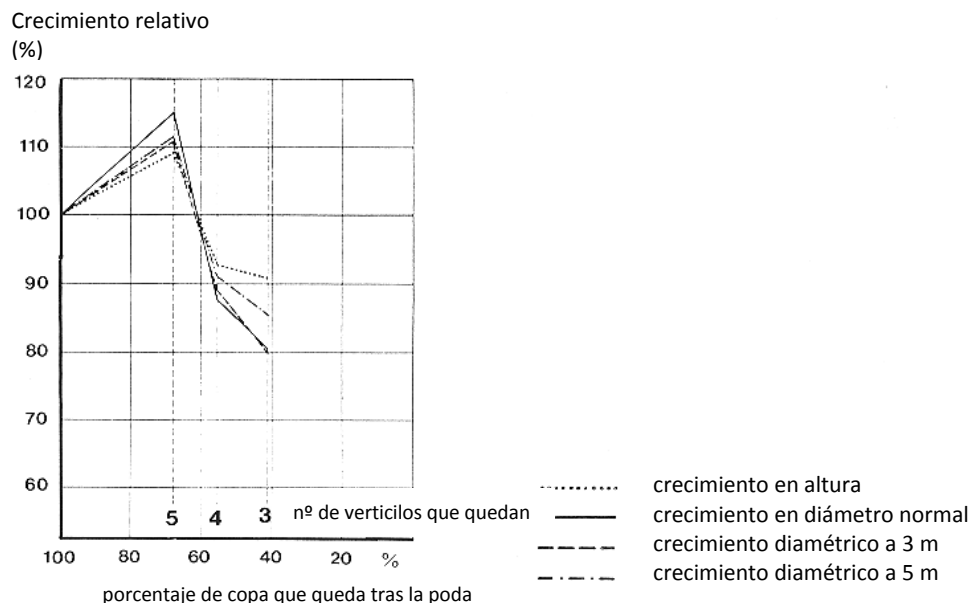


FIGURA XII.16.- Efecto de las podas sobre el crecimiento diametral y en altura. Masa de *Picea abies* de 15 años de edad en el momento de la poda, período de crecimiento de 5 años después de la operación. Ordenadas, crecimiento relativo. Abscisas, proporción en % de la copa que queda después de la poda. Línea de puntos, crecimiento en altura. Línea continua, crecimiento del diámetro normal. Línea de trazos, crecimiento diamétrico a 3 metros. Línea de trazos y puntos, crecimiento diamétrico a 5 metros. Números en trazo grueso, número de verticilos restantes tras la poda. Según KELLER y PFÄFFLI (1987), tomado de SCHÜTZ (1990).

3 - El coeficiente mórfico del fuste de los árboles podados tiende a aumentar, al ser el crecimiento diametral relativo máximo en la sección inmediatamente inferior a la inserción de las ramas verdes.

4 - Al no dejar la corta de ramas verdes que se produzca la poda natural, las maderas de los árboles podados tienden a tener una mayor proporción de volumen de calidad, sin nudos saltadizos, sin deformaciones en la fibra, mayor resistencia a la tracción o sin cambios de color. La proporción de madera de calidad, una vez efectuada la poda, es función del diámetro de la troza en el momento de la poda (d) y de su diámetro en el momento del apeo (D). Dicha proporción será mayor cuanto mayor sea $D-d$, lo que se puede apreciar en la figura XII.17.

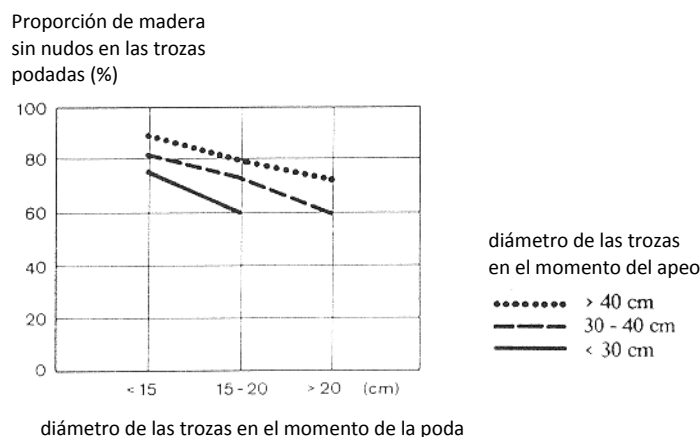


FIGURA XII.17.- Relaciones entre las dimensiones de las trozas en el momento de la poda y en el momento del apeo y la proporción de madera de calidad. Ordenadas, proporción de madera sin nudos en trozas podadas. Abscisas, diámetro de las trozas en el momento de la poda. Línea de puntos, trozas con más de 40 cm en el apeo. Línea de trazos, trozas de 30 a 40 cm en el apeo. Línea continua, trozas de menos de 30 cm en el apeo. Según LENZ et al. (c.p.), tomado de SCHÜTZ (1990).

5 - Una poda moderada tiene el efecto sobre el pie en que se aplica de aumentar su fructificación, al reducirse el número de ramas, las restantes quedan mejor abastecidas de savia bruta. Este efecto tiene gran importancia en las podas aplicadas en fruticultura, y dentro de la selvicultura cuando la producción preferente sean los frutos.

6 - En las especies con yemas proventicias, toda poda tiende a inducir la emisión de brotes epicórmicos, proporcional a la intensidad de la poda, y que puede quedar retardada si la poda se efectúa en otoño. La supresión de brotes epicórmicos debe ser atendida mediante escamondas para evitar que su excesivo desarrollo modifique irreversiblemente la forma natural de la copa en unos casos o la pérdida de calidad de la madera en otros.

3 – *Técnicas de poda.*- En cuanto a la técnica de poda, incluyendo una referencia a las herramientas o equipos a emplear, podemos distinguir dos modalidades:

* *Poda desde el suelo.* Se pueden usar herramientas manuales de muy diversos tipos: hacha, podón, mazas, cuchillas de tracción, sierras de hoja curva o de arco o tijeras, todas ellas montadas o no sobre pértigas que permiten aumentar el alcance del operario. Como herramientas mecánicas se pueden usar: motosierras ligeras o aquellas cuyo espadín va montado en una pértiga (motopodadora), tijeras de acción neumática accionadas por un compresor o el robot podador o "mono".

En las podas desde el suelo difícilmente puede superarse una altura de 4 m, salvo con el empleo del robot podador en el que la altura de poda se puede programar, aunque requiere fustes de más de 10 cm de diámetro y de menos de 35 cm, muy rectos y regulares.

* *Poda subiendo al árbol.* Las herramientas de corte serán ligeras como sierras, hachas o motosierras de poda (2 a 3 kg). Son importantes los medios auxiliares para trepar al árbol: escaleras, correas de seguridad y calzado especial o la "bicicleta forestal". Hay que cuidar que no se hagan heridas sobre la corteza del fuste al trepar. La altura de poda en esta modalidad no plantea limitaciones.

Algunos de los equipos citados se representan en la figura XII.18.

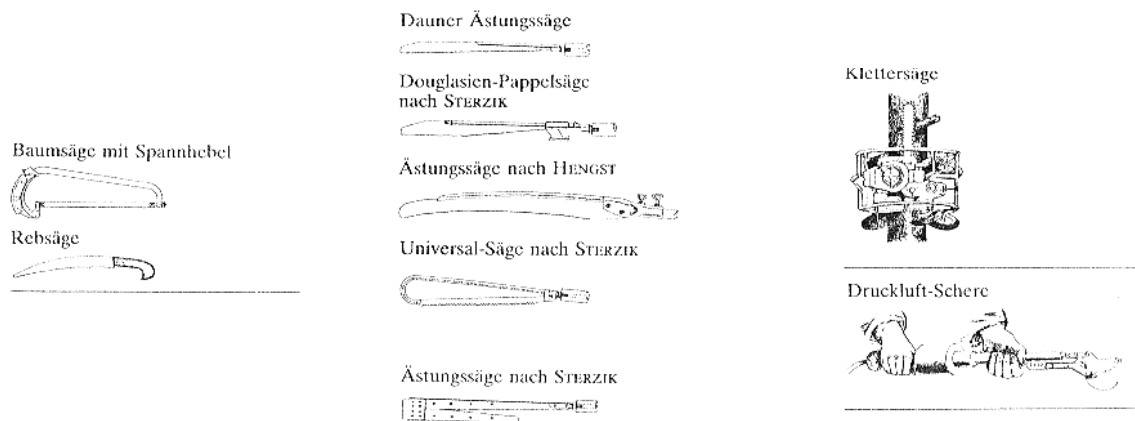


FIGURA XII.18.- Algunos equipos para poda forestal. Tomado de BURSCHEL y HUSS (1987).

El rendimiento de la poda es variable con la herramienta empleada y con la altura, como se observa en la figura XII.19.

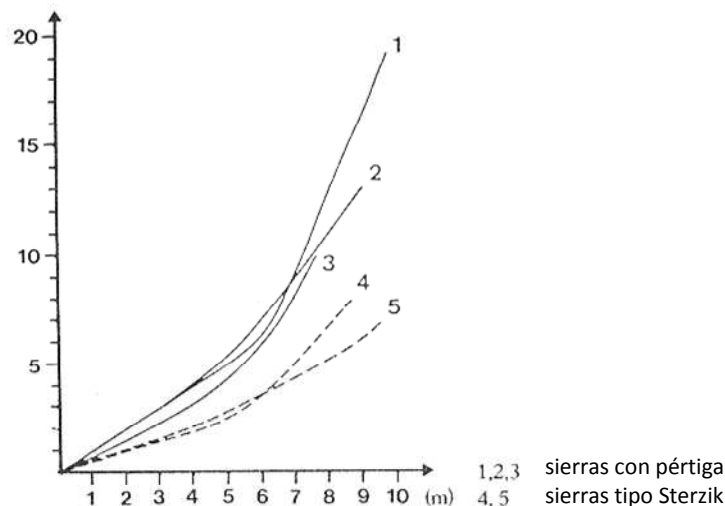


FIGURA XII.19.- Rendimientos de poda en función de la herramienta y de la altura. Ordenadas, tiempo de trabajo en minutos por árbol. Abscisas, altura de poda en metros. 1, 2 y 3, sierras convencionales con pértiga. 4 y 5, sierras tipo Sterzik. Según STERZIK y HEIL (1969), tomado de SCHÜTZ (1990).

En cuanto al *modo de efectuar los cortes*, ya se ha apuntado que deben ser lisos, verticales, pegados al fuste sin dejar muñones y de la menor superficie posible. En las ramas gruesas es necesario efectuar entalladuras previas al corte definitivo para evitar desgarros de la corteza al caer la rama, en el modo y orden que ilustra la figura XII.20.

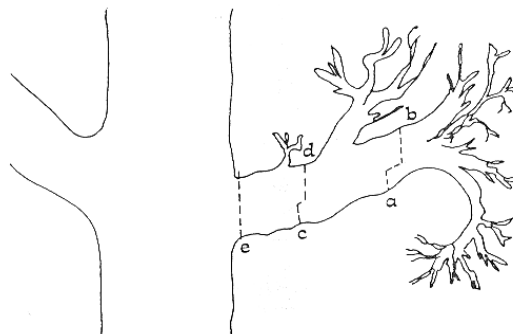


FIGURA XII.20.- Forma de cortar una rama gruesa: se empieza en a) y se termina en e). Tomado de CAPELLI (1991).

Finalmente, hay que hacer una referencia a la *época* de ejecución de las podas. La época será, con carácter general en España, a savia parada. Muy excepcionalmente se puede proceder cortando en verano o principio del otoño. Dentro de la paralización vegetativa, es preferible acercar la época de poda al momento de la brotación, para evitar que las heladas invernales afecten a los tejidos desde los que se inicia la cicatrización. Cuando se prevén brotaciones de epicórmicos, la época de poda se puede fijar en el otoño.

En otras latitudes más altas la poda se realiza en plena actividad vegetativa. El motivo de esta diferencia de modo de proceder está en el hecho de que, con calor los exudados de savia bruta y elaborada favorecen la actividad de hongos patógenos, y por otra parte el ambiente seco puede provocar fendas de desecación en el xilema y dificultad a la cicatrización.

XII.6.5.- Aplicaciones prácticas de las podas.

La forma de programar y ejecutar las podas en Selvicultura es muy variable en función de la especie, del objetivo de la poda, la producción preferente de la masa y de su tratamiento general y método beneficio. Se apuntan a continuación algunas directrices de interés para la Selvicultura en España.

XII.6.5.1.- La poda en la mejora de la calidad de madera.

Salvo en el caso de producción de madera para trituración (tableros o celulosas), la poda tiene gran importancia en la mejora de la calidad de la madera. Las especies a las que se pueden aplicar las directrices que se apuntan son: las coníferas en general, excepto aquellas de mala calidad de madera; el chopo; el nogal para producción de madera; y el cerezo. Para el resto de las frondosas puede pensarse que las podas no son interesantes por dos motivos: su poda natural suele ser suficiente si se mantiene una alta espesura; y el riesgo de contagios de enfermedades y de inducción de pudriciones de fuste pueden no compensar la pretendida mejora.

La poda de mejora de la calidad de la madera consistirá en ir cortando ramas desde abajo hacia arriba, anticipándose a la poda natural, siendo la decisión más importante la limitación de la altura de poda, que si se sobrepasa de lo razonable provocará una reducción de crecimiento volumétrico del pie afectado.

Planteando en principio la limitación de la altura de poda con un criterio puramente selvícola, se puede proponer con carácter general que no es inconveniente eliminar todas las ramas del árbol cuya inserción se produce por debajo de aquellas ramas que forman el diámetro máximo de la copa. Este criterio, bastante conservador, se puede aplicar independientemente de la especie, la edad y la altura de los pies y queda ilustrado por la figura XII.21.

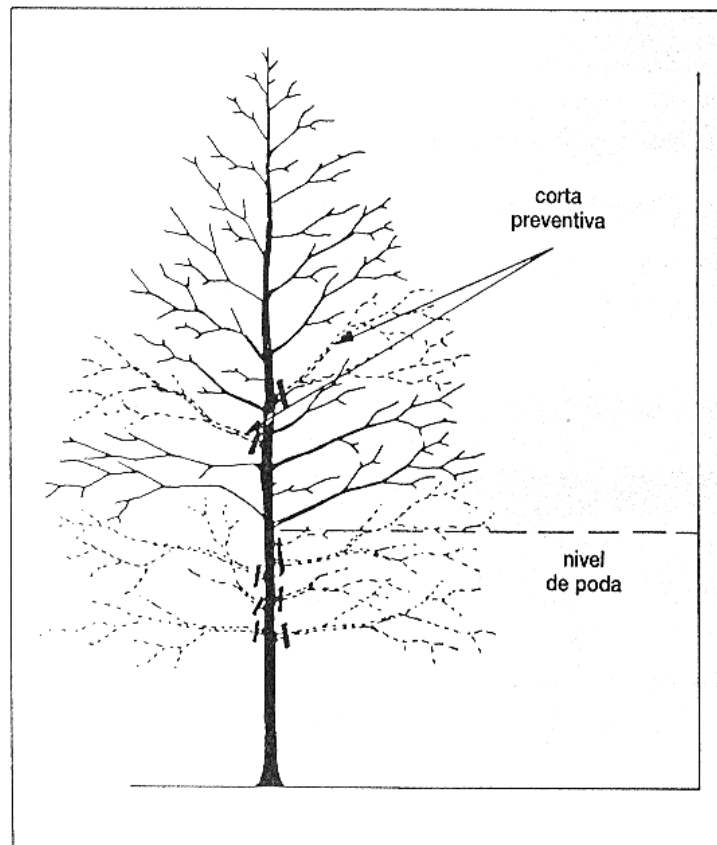


FIGURA XII.21.- Determinación de la altura máxima de poda a través del diámetro máximo de la copa. Puede ser correcto extraer ramas por encima del nivel de poda como prevención de: ramas que crecen muy verticales y competirán con la guía principal; ramas relativamente muy gruesas; preparar al árbol para futuras podas. Tomado de HUBERT y COURRAUD (1989).

Las directrices que los autores proponen para las podas de mejora de la calidad de madera, teniendo en cuenta que la limitación en altura debe producirse por criterios selvícolas, que el número de intervenciones debe reducirse por motivos económicos y que el diámetro del fuste en el momento de la poda debe ser mínimo por motivos tecnológicos, acaban dando reglas de diámetro o de altura para dirigir las sucesivas podas.

Entre los criterios de altura, uno de los más extendidos es el que propone ejecutar secuencialmente las siguientes operaciones:

* *Poda baja* o primera poda o poda de penetración. Se aplica en el estado de monte bravo o latizal bajo (diámetro normal menor de 10 cm), podando con altura menor a 1/3 de la altura media o dominante de la masa.

Suponiendo alturas en esta etapa del orden de 6 m, la altura de poda es del orden de 2 m. Este tipo de poda, recomendable en masas regulares de coníferas, se aplica a todos los pies que forman la masa tras una clara, y tiene los siguientes efectos: proporcionar una troza basal de madera de calidad, incluso para los pies que se extraerán en futuras claras y no alcanzarán la edad del turno; facilitar el tránsito en el monte mejorando el rendimiento de operaciones selvícolas futuras; y reducir el riesgo de incendio al rebajar la continuidad vertical del combustible.

Su ejecución es barata porque se realiza desde el suelo con herramientas de alto rendimiento.

* *Poda media*. Se aplica en latizal alto y fustal bajo, siendo la regla general el limitar la altura de poda a 1/2 de la altura media o dominante de la masa.

Suponiendo alturas en esta etapa del orden de 9 m, la altura de poda sube hasta 4 m. Puede ejecutarse desde el suelo con herramientas con pértiga.

* *Poda alta*. Se aplican a fustales medios, siendo la regla no sobrepasar con la altura de poda los 2/3 de la altura media o dominante de la masa.

Suponiendo alturas en esta etapa de 13 m, la altura de la poda puede subir hasta los 8 m. Requiere para su ejecución en todo caso que se trepe al árbol o el empleo del robot de poda.

Las podas media y alta que se han descrito, dado su alto coste por una parte, y que es necesario que el diámetro en el apeo sea alto para que la proporción de madera sin nudos sea grande, se aplica únicamente a los pies del porvenir, unos 250 pies/ha para masas regulares productoras de madera, según se explicó al tratar las claras altas. Se evitará en todo caso aplicar podas altas en pies de escasa calidad o futuro.

Esta forma de proceder en tres intervenciones queda ilustrada en la figura XII.22.

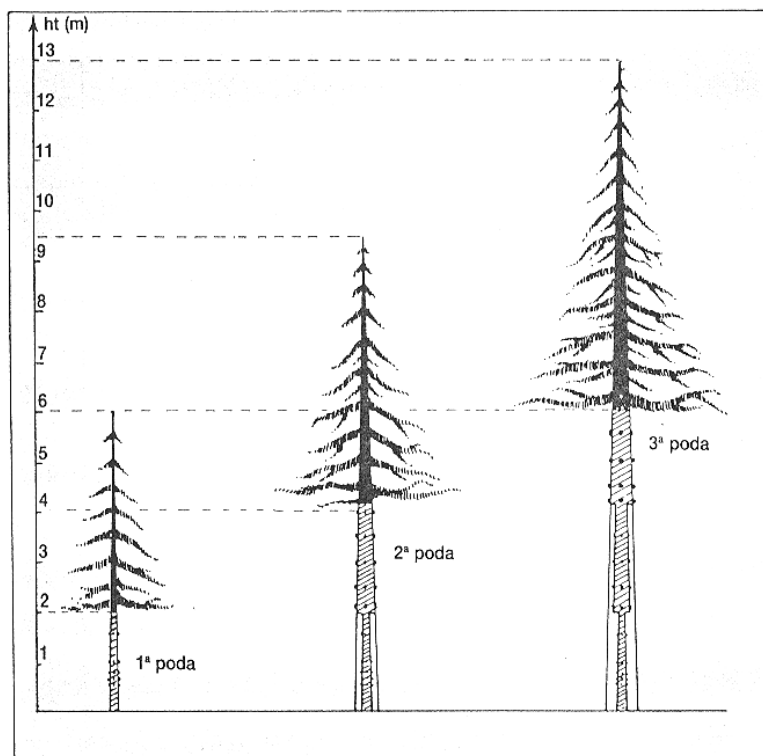


FIGURA XII.22.- Las tres podas consecutivas en la vida de un árbol para la mejora de la calidad de su madera. La tercera poda de la figura alcanza, al igual que la segunda, a la mitad de la altura del pie, pero podría ser más alta, hasta dejar una razón de copa entre 40% y 33%. Tomado de HUBERT y COURRAUD (1987).

Sin embargo, el coste de dos intervenciones (poda media y alta) puede resultar excesivo, por lo que pueden ser sustituidas por una intermedia, como, por ejemplo, propone LANIER en la figura XII.23.

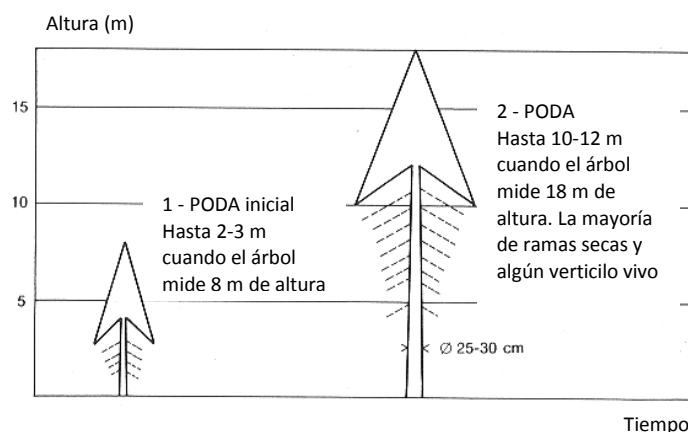


FIGURA XII.23.- Programa racional de podas. Situación de partida: masa artificial de *Picea abies* de densidad inicial de 1.800 pies/ha. 1), primera poda de penetración hasta 2 ó 3 m de altura cuando la masa tiene 8 m siendo la altura de poda 1/3 de la altura de los pies. 2), segunda y última poda con robot podador sobre pies del porvenir hasta 10 ó 12 m, cuando la masa tiene 18 m. Según POLGE (1969), tomado de LANIER (1986).

El criterio de alturas tiene el inconveniente de que el diámetro de la troza podada es creciente, como se puede observar en la figura XII.22. Por este motivo, especialmente en el caso de choperas donde las maderas van a desenrollo, se aplican criterios de diámetro, que consisten en fijar una periodicidad constante, para esta especie 3 años (turnos del orden de 12 años, 3 podas), y podar todas las ramas que se inserten por debajo de la altura que corresponde a un diámetro prefijado, entre 12 y 15 cm. Este planteamiento queda representado en la figura XII.24.

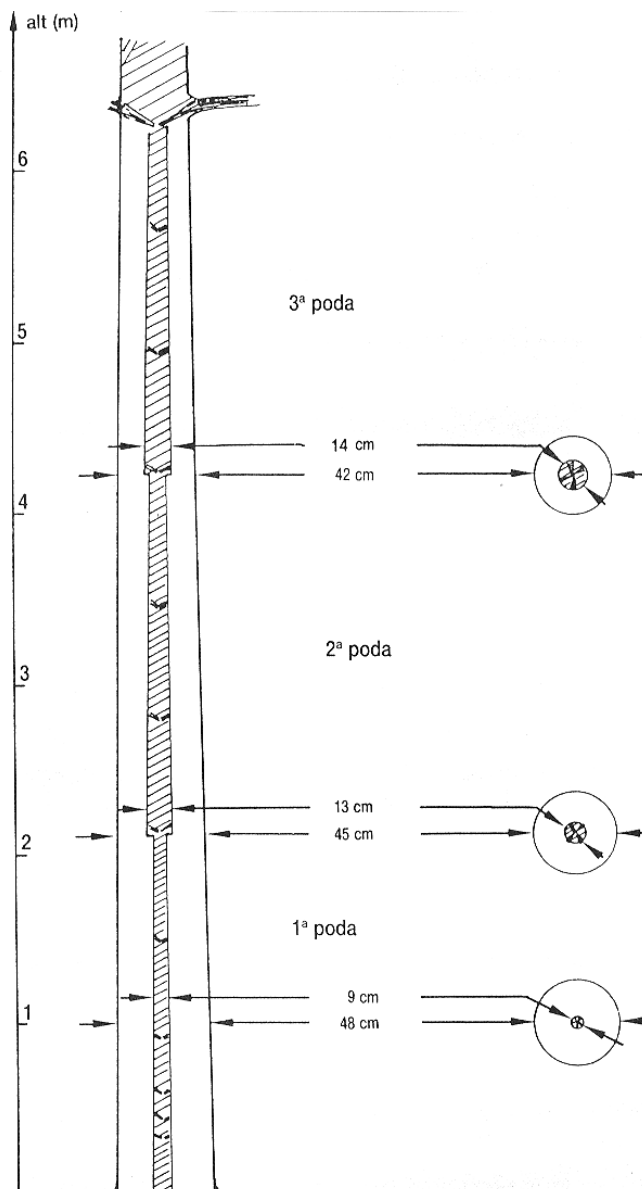


FIGURA XII.24.- Aplicación de criterios de diámetro para podas de mejora de la calidad de madera. Tomado de HUBERT y COURRAUD (1989).

En el chopo, también se aplican podas de formación o de guiado, también llamadas tallas, consistentes en favorecer la dominancia apical de la guía principal en las primeras edades para evitar bifurcaciones del fuste, a base de suprimir las dobles guías o despuntar las ramas gruesas de la parte superior de la copa.

En la podas bajas, simultáneas a las primeras claras y de escaso coste, y teniendo en cuenta sus variados efectos, puede no ser necesario realizar un estudio económico previo. Sin embargo, las podas altas deben reunir dos requisitos para su ejecución: un *estudio económico* que asegure su rentabilidad futura (AUNÓS, 1991); y un registro o *acta* de su ejecución que acredite en la venta futura de los pies podados su superior calidad.

XII.6.5.2.- Podas para producción de fruto en dehesas.

Se aplican preferentemente a la encina con objeto de aumentar la producción de bellota en la dehesa. Las podas son de dos tipos:

* *poda de formación*, también llamada talla, que se aplica una sola vez en la vida del árbol, cuando tiene entre 15 y 25 años en chirpiales y entre 30 y 40 años en brinzales, y dimensión suficiente (del orden de 15 cm de diámetro). Consiste en formar la copa de árbol dejando tres ramas insertadas a 3 o 4 metros de altura, distribuidas regularmente en planta y con una inclinación respecto de la horizontal de 30° . La figura XII.25 representa el alzado de la encina tras la poda de formación.

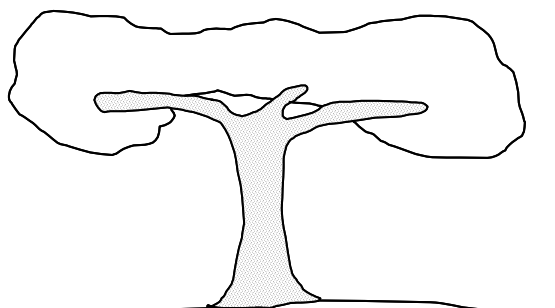


FIGURA XII.25.- Forma de la encina tras la poda de formación.

Las podas de formación son muy intensas e inducen la formación de brotes chupones, especialmente en la cruz, que serán controlados mediante las podas de conservación o mantenimiento. La copa queda en forma de corona circular que, al estar mejor iluminada en su conjunto y predominar las ramas colgantes perimetrales, producen mucha mayor cantidad de bellota.

* *podas de conservación*, cada 6 a 10 años, una vez formada la copa, las podas de mantenimiento se ocupan de eliminar los brotes chupones y clarear la copa por dentro. Producen ramón y leña, pero deben ser vigiladas para que no se corten ramas de más de 15 cm de diámetro. En la figura XII.26 se representa la poda de conservación.

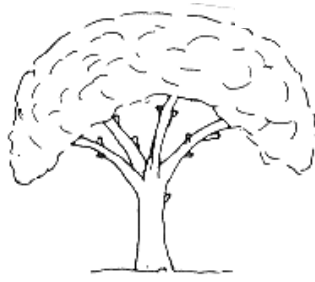


FIGURA XII.26.- Podas de conservación en la encina. Tomado de MONTOYA (1988).

La época de ejecución de los dos tipos de poda debe ser entre primeros de diciembre y el 15 de febrero.

XII.6.5.3.- Podas para la producción de corcho en alcornoques.

Son podas muy parecidas a las descritas para la encina aunque con variantes en cuanto a objetivo y ejecución. El objetivo es que la superficie de descorche, presente y futura, del árbol sea máxima y accesible. Para ello se realizan los siguientes tipos de poda:

* *poda de formación*, una única intervención en la vida del árbol, a partir de la edad de 20 años, para dejar 2 ó 3 ramas bien distribuidas en una cruz a 3 ó 4 m de altura, con una inclinación respecto de la horizontal de 45° . A su vez, las ramas escogidas se limpiarán de ramas menores en una longitud del orden de 1,5 m desde su inserción. La figura XII.27 presenta podas de formación en alcornoque.

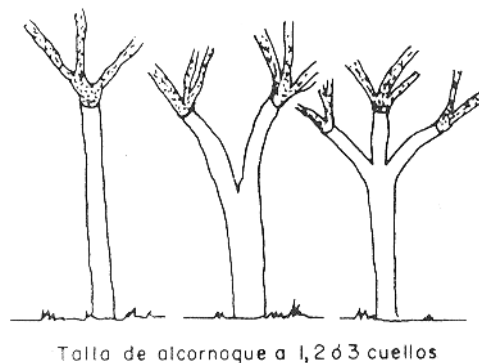


FIGURA XII.27.- Podas de formación en alcornoque. Tomado de MONTOYA (1988).

* *podas de conservación*, que consistirán en la eliminación de los chupones que salgan sobre la superficie de descorche, por lo que su período coincide con el turno de descorche, podando las ramas finas al año siguiente del descorche y las gruesas en la mitad del turno.

En ambos casos las podas se harán a savia parada y con desinfección de las herramientas para evitar la propagación de *Hipoxilon mediterraneum*.

XII.6.5.4.- Podas para la producción de fruto en pino piñonero.

Se trata de podas de formación o tallas, también llamadas *olivaciones*, realizadas a la edad de fustal bajo o latizal alto, para aumentar la producción de fruto. En esta edad la copa del árbol está próxima a coronar y es oblonga y densa. Se procede "subiendo la copa" podando los verticilos inferiores y aclarando en la zona interna, quitando las ramas que no alcanzan el perímetro de la copa.

Con esta forma de proceder: se reduce la superficie foliar en beneficio de las ramas mejor iluminadas y las de la parte superior de la copa, que son en esta especie las que mayor número de flores femeninas producen; y mejora el rendimiento de los piñeros. En la figura XII.28 se representa una olivación.



FIGURA XII.28.- Poda de olivación en pino piñonero. Tomado de MONTOYA (1988).

La ejecución de la olivación será a savia parada y, el no generar brotes chupones esta especie, hace, en principio, innecesario aplicar podas de mantenimiento. Sin embargo, el posterior desarrollo de ramas dominantes dejará ramas dominadas que puede ser conveniente suprimir. La cada vez más frecuente recogida de piñas mecanizadamente viene haciendo innecesarias este tipo de podas.

XII.6.5.5.- Podas en montes en resinación.

El objetivo de este tipo de poda es dejar un fuste limpio en la troza basal de 4 metros, que sea lo más cilíndrico posible, cuando se alcanza la edad de fustal bajo.

Se procede favoreciendo una alta espesura en estado de monte bravo y latizal bajo. En la edad de latizal alto (entre 20 y 30 años) se hacen claras fuertes y se aplican podas, mas bien escamondas, en todos los pies de la masa hasta la altura indicada. La troza basal limpia de ramas permitirá en el futuro abrir las caras de resinación sin complicaciones.

XII.6.5.6.- Podas de rejuvenecimiento.

Los ejemplares decrepitos de algunas especies de frondosas con capacidad de brote por yemas proventicias, pueden manifestar un puntisecado por la dificultad de acceso de la savia a las partes distales de las ramas.

En esta situación, si se acorta la longitud de las ramas reduciendo el tamaño de la copa mediante una poda intensa que corte los extremos entre 1/3 y 2/3 de su longitud, se provoca un efecto aparente y transitorio de rejuvenecimiento al fomentarse la emisión de brotes más vigorosos que los preexistentes.

Esta operación, también denominada tala, no debe ser reiterada con frecuencia pues aceleraría el decaimiento del árbol. Por el contrario, es necesario atender con podas de conservación después del rejuvenecimiento, un adecuado control y selección de los brotes inducidos por la poda intensa. El plazo para reiterar podas de este tipo habrá de ser superior a 6 años, mejor cada 12 o 18 años si fuera necesario. En la figura XII.29 se representa la poda de rejuvenecimiento.

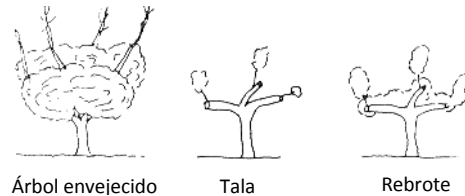


FIGURA XII.29.- Poda de rejuvenecimiento. Tomado de MONTOYA (1988).

XII.6.6.- Monda.

Se definió con este término a una operación que consiste en eliminar todas las ramas del árbol excepto la guía principal.

Es una práctica que se puede considerar como anticultural, que paraliza el crecimiento volumétrico, disminuye el coeficiente mórfico y provoca abultamientos de cicatrización en el fuste con gran pérdida de calidad de su madera.

Se aplica en especies capaces de emitir brotes epicórmicos, como chopos, rebollos, sauces y fresnos, para producir ramón para el consumo del ganado, por lo que su ejecución se realiza en verano o principio de otoño, lo que agrava el trastorno fisiológico. El turno, no reglado, de esta práctica es de unos tres años.

Como su aplicación se hace sobre individuos aislados, nunca sobre masas, situados en vegas o arroyos o sobre pies situados en las lindes de diferentes propiedades, la práctica de la monda contribuye a mantener la copa reducida evitando un asombramiento excesivo sobre los pastos o cultivos colindantes. Constituyen los árboles mondados un elemento muy característico del paisaje en zonas ganaderas.

La reducción de la ganadería extensiva y la forma en que se ha practicado la monda sobre pies dispersos, hacen que esta práctica anticultural no sea preocupante. Se ilustra la monda en la figura XII.30.

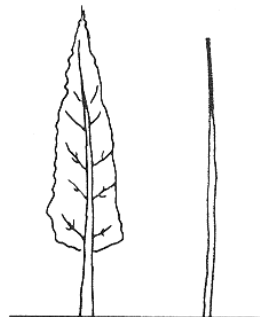


FIGURA XII.30.- Monda. Tomado de MONTOYA (1988).

XII.7.- Tratamientos parciales sobre el suelo.

XII.7.1.- Laboreos.

Se engloban en el término *laboreo* a todas las operaciones que se realizan de forma mecánica sobre el perfil edáfico, cuyo objetivo puede ser uno o varios simultáneamente de los siguientes:

- * control o eliminación del herbazal o del matorral, para favorecer o preparar la regeneración, siendo un objetivo que también se incluye en los tratamientos parciales sobre el suelo, equivaliendo a una escarda o un desbroce.

- * mejorar la permeabilidad del suelo mediante mullido, lo que al reducir la resistencia mecánica y aumentar la aireación, permite mejorar la penetración de los sistemas radicales.

- * disminuir las pérdidas de agua por evaporación.

- * aumentar la profundidad útil del perfil y por tanto la capacidad de retención de agua.

- * incorporar al suelo restos orgánicos para favorecer su descomposición y humificación.

En cada caso, el objetivo y tipo de laboreo dependerá, por tanto, de la forma de la vegetación que exista, del grado de evolución del suelo y de la propiedad o característica del suelo que se pretenda mejorar.

La fisiografía, la pedregosidad superficial y dentro del perfil, y el coste de las labores, son tres causas que dificultan la aplicación de estas operaciones, por lo que resultan ser más frecuentes en la selvicultura intensiva, donde se compensan los costos con los altos rendimientos económicos; en suelos llanos, en los que no hay riesgo de erosión; y en general, cuando la espesura es clara, para permitir la mecanización.

Los *tipos* de laboreo se pueden clasificar en:

- *escarificaciones*.- La profundidad que se alcanza es la más escasa, de 5 a 10 cm, mezclando la parte afectada del perfil. Se realizan con gradas o cultivadores de poco peso y arrastrados, o con rotovator o motoazadas de poco radio y potencia. Se aplican para realizar escardas, para enterrar restos orgánicos de pequeño tamaño y poco abundantes, para suprimir costras superficiales provocadas por compactación a causa de aprovechamientos o pastoreo, y para evitar la evaporación.

Su efecto sobre el perfil es muy ligero y transitorio, su aplicación está más frecuentemente ligada a favorecer la germinación en la regeneración natural, y están limitadas por una presencia de matorral denso o por pedregosidad superficial o pendiente altas.

- *binas*.- También se denominan *gradeos*. La profundidad afectada es de 10 a 20 cm, mezclando los horizontes. El apero utilizado es una grada de mayor peso que en el caso anterior. Las razones de su aplicación son las mismas que las enumeradas para las escarificaciones, consiguiendo los efectos deseados de una manera más eficaz, especialmente la reducción de la evaporación del agua desde el suelo. Con este último objetivo, se aplicarán después de las lluvias primaverales y antes del estiaje.

- *alzados*.- El alzado o laboreo profundo se realiza con arado de vertedera o de discos, mezclando o invirtiendo horizontes del suelo hasta una profundidad de 20 a 50 cm. El efecto de este tipo de labor es muy intenso, rejuvenece el estado evolutivo del perfil y afecta a los sistemas radicales y al estado de la micorrización. Por tanto, su aplicación en los montes únicamente es posible tras una corta a hecho y no resulta interesante ni deseable en la mayoría de los casos. Únicamente puede tener efectos favorables, y por este motivo se describe este tipo de laboreo, en podzoles o en aquellos suelos en los que los horizontes superiores hayan adquirido demasiada compacidad, donde el rejuvenecimiento del perfil mejora sus propiedades en relación con el crecimiento de la vegetación.

- *subsolados*.- Consisten en dar cortes perpendiculares a la superficie del suelo de modo que se alcance una profundidad de 40 a 60 cm. El apero que realiza el subsolado se llama subsolador o ripper. Su efecto, al no alterar la disposición natural de los horizontes, es favorecer la penetración de las raíces y la velocidad de infiltración del agua superficial, aumentar la profundidad útil del perfil y por tanto la capacidad de retención de agua. Contribuyen a meteorizar horizontes impermeables y capas consistentes de roca madre, mejorando la calidad de la estación. Se aplican tras las cortas de regeneración en monte alto regular para mejorar las propiedades físicas del suelo.

XII.7.2.- Drenajes.

Los laboreos descritos anteriormente, en selvicultura mediterránea, tienen como objetivo general mejorar la capacidad de retención de agua en el perfil. Sin embargo, bajo climas muy lluviosos y de escasa evapotranspiración potencial, el encharcamiento del perfil se convierte en un factor negativo para el desarrollo de la vegetación al impedir la respiración de los sistemas radicales.

En los montes españoles el encharcamiento, y por tanto la necesidad de aplicar *drenajes* o *avenamientos*, no es un caso frecuente o trascendente por su extensión superficial, por lo que no suele ser necesaria o conveniente dicha aplicación, como se verá al estudiar las causas.

El encharcamiento del suelo se puede producir por alguno de los siguientes motivos: especial conformación topográfica que impide la evacuación del agua por gravedad o endorreísmo; presencia de texturas muy impermeables, incluso con cierta pendiente; y afloramientos superficiales de capas freáticas, bien en llano (otro modo de endorreísmo), bien en laderas.

Sin embargo, se describe brevemente la forma de ejecución de los drenajes porque, aunque su objetivo no sea el aumento de la superficie productiva de los montes, puede interesar aplicarlos en muchos casos para obtener agua para abastecer fuentes, abrevaderos o depósitos de agua para extinción de incendios.

El primer paso para una correcta ejecución del drenaje es realizar un estudio topográfico que delimite la zona de actuación, las pendientes y desniveles dentro de ella, a efectos de comprobar la posibilidad y localización del punto de evacuación del agua drenada. Por otra parte, hay que diagnosticar sobre la causa del encharcamiento, teniendo presente que los casos de endorreísmo son de muy difícil solución y es poco aconsejable aplicarla. Por tanto, se reduce el caso a laderas de escasa pendiente en las que se produce el afloramiento difuso de una capa freática o en las que una textura muy impermeable impide la evacuación de fuertes precipitaciones estacionales.

En segundo lugar, se diseñan y ejecutan redes de drenaje en forma de espina de pescado. Los drenes se ordenan por categorías según su alejamiento del principal. Los drenes son zanjas, cuya profundidad depende de su categoría y del estudio topográfico, que se rellenan con gravas gruesas aisladas con plástico o geotextiles especiales, o con tubos de drenaje que se fabrican con muy diferentes materiales y dimensiones. Finalmente se tapan los drenes con tierra natural. La separación entre drenes paralelos será de 10 a 40 m.

El punto de evacuación es el final del dren de primer orden y el agua drenada puede ser captada mediante arquetas con desarenadores y depósitos para su empleo en fuentes, abrevaderos o extinción de incendios forestales, o bien ser incorporada a los cursos superficiales naturales.

Es recomendable que el dren principal sea oblicuo respecto de la línea de máxima pendiente para evitar una circulación interna del agua excesivamente rápida. Con el tiempo, los drenes tienden a obturarse por acumulación de finos o por presencia de sistemas radicales, por lo que su eficacia será variable con la causa del encharcamiento, con la densidad y diámetro de los drenes, con la calidad del estudio topográfico y con el tipo de vegetación que se instale en la superficie drenada.

XII.7.3.- Enmiendas.

Se aplica el término *enmienda* a la actividad conducente a la corrección duradera de alguna propiedad del suelo de carácter químico.

La que puede ser más frecuente en selvicultura es la corrección de una excesiva acidez por aporte de carbonato cálcico (por su efecto más duradero y favorable en los suelos forestales que el del óxido de calcio o cal viva), corrigiéndose a su vez la deficiencia de calcio, pues suelen coincidir los suelos ácidos con litofacies con escasa presencia de este elemento. Se trata de la enmienda caliza.

La práctica más común de la enmienda caliza es el empleo de carbonato cálcico finamente dividido, procedente de rocas, en dosis del orden de 5 a 7 T/ha, para subir una unidad un pH del orden de 5 durante 15 a 20 años, hasta una profundidad de 40 a 50 cm, en texturas equilibradas. Esta cifra debe tomarse como una orientación muy general, siendo más correcto realizar un estudio de la dosis adecuada a cada caso, la que variará en función de: tiempo del efecto de la enmienda; profundidad edáfica afectada; textura; régimen pluviométrico y térmico de la estación; valor del pH inicial y final. La caliza se distribuye en cobertera de forma homogénea por toda la superficie a tratar, mediante remolques distribuidores o abonadoras centrífugas, y se puede acelerar su incorporación con una escarificación o bina posterior.

Los efectos de la reducción de la acidez en el suelo y del incremento de calcio son: mejor asimilación del fósforo por las plantas; aceleración de la descomposición de los residuos orgánicos y de la humificación; formación de humus cálcico, más estable y saturado; y reducción de la relación C/N, todos ellos conducentes a una mejor nutrición de la masa forestal y a la creación de una estructura grumosa estable que favorezca el equilibrio permeabilidad/capacidad de retención de agua. El interés de las enmiendas calizas en silvicultura estará normalmente ligado a una tendencia natural a la podzolización del suelo y a ensayos previos, dentro de la silvicultura intensiva, que acrediten su rentabilidad.

Otro tipo de enmienda que se suele plantear en suelos agrícolas o de viveros forestales, la enmienda orgánica o enmienda húmica, realizada habitualmente por aporte de estiércol o compost, no es razonable aplicarla en suelos forestales. Las altas dosis de producto a aplicar por unidad de superficie para que el efecto sea notorio, la necesidad de incorporar el estiércol al suelo por laboreo, y la escasez de resultados en relación con el coste de esta operación, son los motivos que aconsejan no aplicar las enmiendas orgánicas en la silvicultura.

Puede entenderse como enmienda de fertilidad la aportación importante de uno o varios nutrientes, que resulten claramente deficitarios en el suelo, para mantener su concentración en valores aceptables de una forma duradera. Sin embargo, esta práctica la consideraremos como una de las variantes de la fertilización.

XII.7.4. Fertilización forestal.

XII.7.4.1.- Introducción.

Anteriormente (capítulo IV) se ha expresado, al relacionar la fertilidad de los suelos y la práctica selvícola, que en la silvicultura extensiva con extracción preferente de madera el balance de los nutrientes en el suelo es favorable a su incremento por los siguientes motivos: la extracción de madera, en cuya composición la proporción de N, P y K es muy reducida en relación con la de C, H, y O, supone una extracción muy débil de los macronutrientes importantes; y porque los largos turnos que se aplican permiten que la incorporación de nutrientes al suelo (polvo atmosférico, descomposición química de la roca, fijación de N atmosférico,...) supere a las escasas exportaciones mencionadas anteriormente.

Por tanto, se puede plantear en principio que, dentro del campo de la silvicultura, la *fertilización*, entendida como la aportación de nutrientes al suelo para reponer las extracciones consecuentes a las cosechas, no es necesaria para asegurar la existencia de la masa, y estará justificada fijando sus posibles objetivos en alguno o varios de los siguientes: equilibrar composiciones que puedan conducir al bloqueo en la cadena trófica; dar mayor resistencia o desarrollo a los regenerados; aumentar la producción bruta de madera u otras materias primas; corregir carencias (enmiendas de fertilidad).

Para mejor comprender los objetivos enumerados, a los que luego se les presta más atención, recordamos brevemente algunas cuestiones relacionadas con las necesidades nutritivas de las especies forestales (BARA, 1990):

- Se consideran macronutrientes de los vegetales: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. A los tres primeros se les denomina primarios resaltando su importancia.

- La mayor parte del nitrógeno del suelo se encuentra en forma orgánica. Las plantas asimilan el nitrógeno en forma de ión nitrato, aunque las micorrizas lo pueden captar en formas amónicas. Se estima que las masas forestales absorben de 30 a 55 kg/ha/año de N, retornando al suelo el 80% de esta cantidad por la caída de las hojas, quedando el 20% restante en la madera. El papel principal del N en la fisiología de los vegetales es formar proteínas, por lo que es el nutriente más limitante del desarrollo.

- El fósforo es absorbido por la planta en forma de ión fosfato ácido, teniendo las micorrizas un importante papel en solubilizar las sales de fósforo presentes en el suelo. Las masas arbóreas absorben de 4 a 12 kg/ha/año de fósforo, retornando el 80% con el desfronde. Una buena nutrición en fósforo proporciona resistencia física en los tejidos vegetales.

- El potasio se absorbe en forma de K^+ , es muy soluble en el suelo, tomando las masas arbóreas de 6 a 30 kg/ha/año de este elemento, con un retorno a través del desfronde del 50%. El papel del potasio en la fisiología está relacionado con la síntesis de glúcidos y prótidos, dando a la planta resistencia fisiológica frente a heladas, sequías y enfermedades.

- Las necesidades de calcio para las especies forestales suelen ser cubiertas sin problema por las concentraciones naturales, absorbiendo entre 30 y 100 kg/ha/año, con retorno del 75%.

- En general, tampoco suelen presentar problemas para el desarrollo de las plantas forestales las concentraciones naturales de los macronutrientes secundarios magnesio y azufre y de los micronutrientes (hierro, manganeso, boro, cobre, cinc y molibdeno).

De lo anterior se deduce que la fertilización forestal, salvo casos especiales, debe ocuparse del aporte de N, P y K, con dosificaciones y prácticas variables según el objetivo principal de la misma.

XII.7.4.2.- Objetivos de la fertilización forestal.

Los objetivos para fertilización forestal que se han enumerado anteriormente son:

* *equilibrar las concentraciones de los nutrientes en el suelo para evitar bloqueos.* Este equilibrio es especialmente importante para asegurar un correcto reciclaje de los nutrientes en las masas forestales, indicado por que la relación C/N de la materia orgánica se mantenga en valores inferiores a 25, preferiblemente del orden de 10.

Como la causa de la elevación está ligada, además de al régimen térmico frío, a un exceso de acidez, indirectamente se puede corregir con encalados.

De una forma directa, la relación C/N puede reducirse con aporte de nitrógeno, preferentemente en forma de urea, no sólo por su menor coste, sino por pasar lentamente a formas asimilables.

En todo caso, para evitar este tipo de desequilibrios es conveniente mantener y fomentar, mediante desbroces selectivos o incluso por siembra, la presencia de especies de leguminosas, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico.

* *favorecer el desarrollo de regenerados*. Para superar en el menor plazo posible las etapas juveniles de la regeneración, durante las cuales es mayor el riesgo de heladas, sequías y enfermedades, se puede aplicar en las clases de edad de repoblado y monte bravo un abonado en el que no falte el potasio.

El hecho de que el regenerado crezca rápidamente en las primeras edades no solo reduce los riesgos apuntados, sino que tiende a acortar los turnos de máxima renta en especie, reduce los plazos de acotado frente al ganado o la caza y contribuye a superar más rápidamente la edad de mayor riesgo de incendios.

* *aumentar la producción*. Dentro de la selvicultura intensiva se ha comprobado en muchos casos un notable incremento de la producción maderable tras la fertilización con N, P y K. Se han obtenido los mejores resultados en estaciones de calidad mediana y con especies exigentes. Conviene, antes de proceder a una fertilización en grandes extensiones con este objetivo, ensayar con experiencias parciales diferentes dosis y productos y realizar un análisis financiero. Algunos ejemplos sobre experiencias de este tipo son:

- con *Pinus radiata* en el NE de España se han obtenido incrementos, sobre el testigo sin fertilizar, en la producción final, que van del 27% al 100%, con abonados de N, P y K (QUINTANILLA, 1973).

- con *Eucalyptus globulus* en Galicia se han obtenido incrementos, sobre testigo, en el volumen a los 13 años de 70%, con abonados mediante pastillado (BARA, 1990).

- con *Pinus pinaster* en las Landas francesas, deficitarias en fósforo, se ha conseguido duplicar la existencias al final del turno con aportes de este elemento (LANIER, 1986).

- en masas de *Pinus elliottii* en Australia se ha duplicado el volumen a los 20 años de la plantación con aplicación de 380 kg/ha de superfosfatos (WARING, 1973, en LANIER, 1986).

- sobre masas naturales de *Pinus sylvestris* en Suecia se han duplicado y hasta cuadruplicado los crecimientos tras la aplicación de abonos nitrogenados, urea y, más eficazmente, nitrato amónico (HAGNER, 1973, en LANIER, 1986).

En los casos citados, y otros muchos que se pueden consultar en la bibliografía especializada, se comprueba que los resultados tan notables en la producción están siempre ligados a climas húmedos, es decir donde no es la humedad del suelo un factor limitante para el crecimiento de la vegetación, y si lo es la fertilidad edáfica.

Como efectos indirectos de la fertilización forestal para incrementar la producción maderable hay que tener presente: una pérdida de la densidad de la madera, lo que se traduce en pérdida de calidad para algunas aplicaciones; posible eutrofización de las aguas drenadas por la cuenca en caso de exceso de superficie tratada y sobre todo por exceso de dosis aplicada; y efectos sobre el estado de micorrización de la masa, que para que no decaiga el abonado debe contar siempre con fósforo (BAULE y FRICKER, 1969).

En la dosificación del abonado, una vez conocida la concentración de los nutrientes en el suelo y el producto más adecuado, hay que tener presente la conocida relación entre el crecimiento de los vegetales y la concentración del nutriente, que queda expuesta en la figura XII.31, donde se puede comprobar que no tiene porqué coincidir el máximo de producción con el óptimo de fertilización.

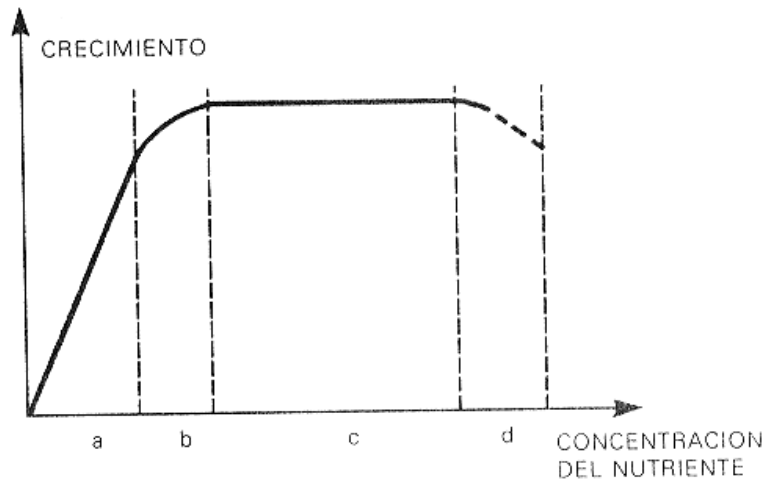


FIGURA XII.31.- Respuesta del crecimiento vegetal frente a concentraciones variables de un nutriente: zona de deficiencia (a); zona de concentración óptima (b); zona en la que otros factores limitan el crecimiento (c); zona de toxicidad (d). Tomado de PÉREZ GARCÍA y MARTÍNEZ-LABORDE (1994).

* *corregir carencias de algún nutriente.* Es muy poco probable que en masas naturales se produzcan carencias de algún nutriente que comprometa el desarrollo de la vegetación. Sin embargo, esta circunstancia puede aparecer en masas artificiales y en viveros forestales.

La forma de diagnosticar una carencia notable en algún nutriente se puede realizar por: análisis foliares; analítica edáfica; y síntomas visuales sobre la vegetación.

A través de análisis foliares es la forma más precisa de determinar posibles carencias. La forma correcta de toma de muestras de hojas para realizar esta analítica, puesto que existen notables variaciones en la concentración de nutrientes en función del tiempo y de la localización de las hojas, es la siguiente: se tomarán hojas del tercio superior de la copa de árboles codominantes, en otoño para especies de hoja caediza, y en invierno para especies de hoja persistente.

Para tener una idea del orden de valor de los resultados de esta analítica que indican posibilidad de carencia nutricional, se dan las siguientes cifras, a interpretar en función de la frugalidad de las especies:

ELEMENTO	Puede existir deficiencia con valor inferior a: (% de peso sobre materia seca)
Nitrógeno	de 1,4 a 1,7 %
Fósforo	de 0,1 a 0,2 %
Potasio	de 0,4 a 0,5 %
Magnesio	de 0,08 a 0,1 %
Calcio	de 0,35 a 0,5 %

El diagnóstico de carencias para la vegetación forestal a través del análisis de la concentración de los nutrientes en el suelo es más impreciso por tres motivos: las diversas técnicas de extracción de nutrientes que en laboratorio se emplean; las variables necesidades y respuestas de las especies forestales; y la acción de las micorrizas. Por tanto las cifras siguientes deben tomarse como una referencia de orientación:

COMPUESTO	Suelo con deficiencias con valores medios ponderados inferiores a:
Nitrógeno total	2 kg/ha ó 0,02%
P (método LEAF)	50 ppm.
P ₂ O ₅	120 ppm.
K	50 ppm.
K ₂ O	120 ppm.
Ca	100 ppm.
Mg	50 ppm.

La diagnosis visual de deficiencias nutricionales es un método sencillo pero de mayor imprecisión que las analíticas anteriores. Hay que hacer las observaciones sobre hojas de pies dominantes, dentro del período vegetativo y descartando posibles afecciones por plagas o enfermedades. A pesar de la imprecisión, se indican referencias muy generales:

- *carencia de nitrógeno.*- Hojas y acículas de color amarillento y de tamaño más pequeño que el normal. La clorosis afecta a la totalidad de la hoja, con posible confusión con la clorosis potásica que puede ser intermitente. Fructificación débil e irregular.

- *carencia de fósforo.*- En resinosas, coloración de acículas en tonos verde-azulado, verde-violeta o verde-pardo rojizo, sobre todo en los extremos de las acículas y al final del verano. Terminan secándose y no se desprenden una vez secas. En frondosas aparecen coloraciones verde oscuro o rojizas en verano.

- *carencia de potasio*.- En resinosas, aparecen en las acículas coloraciones verde mate y pálido, luego amarillean, empezando por el ápice. Frecuentemente la clorosis es periódica con amarilleamiento más notable en otoño, invierno y principios de la primavera, pudiendo desaparecer en verano. En frondosas, primero color verde oscuro y después color bronce, con bordes amarillos y manchas pardas. Al final se secan por completo.

- *carencia de calcio*.- Es una carencia muy poco frecuente y descartable con el conocimiento de la litofacies. En todas las especies se detecta por un color pardo en la parte superior de la copa, mientras el resto permanece normal.

- *carencia de hierro*.- Se produce, normalmente, por bloqueo en la asimilación de este elemento en suelos fuertemente básicos y no por escasez del mismo. Se detecta por clorosis más patente en las zonas del limbo entre nervaduras. No es extraña su aparición en las primeras edades de las choperas plantadas en zonas calizas. Se corrige aplicando al suelo quelatos de hierro.

XII.7.4.3.- **Práctica de la fertilización forestal.**

En cuanto a las características y composición de los *fertilizantes* más adecuados, hay que tener en cuenta para la práctica forestal: por una parte los efectos de cada uno sobre el suelo; por otra la velocidad de liberación de los nutrientes; y por otra el precio en relación con la concentración.

Se resumen a continuación algunas características de los fertilizantes más habituales:

* *Fertilizantes nitrogenados*:

- Amoniacales.- Ceden el nitrógeno de forma más lenta que los nítricos.

- Sulfato amónico.- Con 21% de nitrógeno, es muy soluble en agua. Tiene efecto acidificante, por lo que se empleará en suelos básicos.

- Cianamida cálcica.- Con un 20% de nitrógeno, se transforma por la humedad del suelo en amoníaco. Tiene propiedades herbicidas e insecticidas. El aporte de calcio le hace apropiado para suelos ácidos.

- Urea.- Es un producto de síntesis, muy soluble en agua, con un 45% de nitrógeno. Su hidrólisis final produce amoníaco, con lo que la liberación es lenta. Reacción neutra, se puede usar en todo tipo de suelos.

- Nítricos.- El nitrógeno está en forma oxidada y queda más rápidamente a disposición de las plantas.

- Nitrato cálcico.- Es higroscópico, con 15,5% de N, útil para suelos con poco calcio, bajo clima seco.

- Nitrato sódico.- También llamado nitrato de Chile, es muy soluble, con 15,5% de N, no es muy recomendable en el campo forestal por la interacción catiónica que produce el sodio.

- Nitrato potásico.- Muy soluble en agua, contiene un 13% de N y 38% de K₂O. Es interesante en todos los suelos y apropiado cuando se quiere obtener una rápida respuesta de los dos nutrientes.

Nitrato amónico.- Aporta el nitrógeno con dos grados de asimilabilidad. Se puede aplicar en toda clase de suelos. Las calidades comerciales poseen de un 22 a un 34% de N.

* *Fertilizantes fosfóricos:*

- Superfosfato de cal.- Tiene un 18% de P₂O₅ y elevada solubilidad. Otros superfosfatos, como el amónico, no tienen un uso generalizado y son algo acidificantes.

- Escorias Thomas.- Son un subproducto de la industria siderúrgica que contiene sobre un 15% de P₂O₅ y hasta un 50% de óxido cálcico. Solubilización lenta, se debe aplicar en suelos ácidos por el efecto basificante del óxido de calcio.

- Fosfatos naturales molidos.- Se solubilizan muy lentamente, situando una reserva de fósforo en el suelo de larga duración, no teniendo limitación su empleo por la reacción del suelo. Su riqueza en P₂O₅ es del orden del 30%.

* *Fertilizantes potásicos:*

- Cloruro potásico.- Es barato, muy soluble y produce aumento de la salinidad. Contiene entre 50% y 60% de K₂O. No es muy recomendable en el campo forestal.

- Sulfato potásico.- Algo acidificante, muy soluble, más recomendable en suelos básicos, aporta además azufre. Contiene un 50% de K₂O.

- Nitrato potásico.- Es muy indicado en todos los casos por tender a reacción neutra y por aportar además N.

En cuanto a la *forma de aplicar* los fertilizantes, se puede hacer mediante: polvo; granulados; y pastillados. En la fertilización forestal son más convenientes las formas granuladas y las pastillas.

En relación con los *métodos de aplicación* de los fertilizantes en el monte existe cierta variedad, e influyen en: el grado de aprovechamiento de los nutrientes aportados; el estímulo a las malas hierbas; la influencia sobre la calidad del agua; y los efectos residuales. Se pueden emplear los siguientes métodos (BARA, 1990):

1 - *Aplicación superficial a voleo.*- Se reparte el fertilizante de forma homogénea por toda la superficie. El modo de operar puede ser: a mano, en superficies de complicada topografía; con abonadora centrífuga accionada por tractor agrícola, en terrenos de poca complicación; con lanzadores neumáticos; e incluso, en casos especiales, con avión.

La aplicación superficial tiene una serie de inconvenientes: fuerte estímulo a las malas hierbas; pérdida de fertilizante por arrastre de la lluvia; asimilación de nutrientes poco móviles, como K y P, poco eficiente por parte de los árboles.

2 - *Aplicación localizada en el hoyo de plantación.*- Los fertilizantes deben colocarse de modo que queden alejados más de 10 cm de las raíces de la nueva planta para evitar un exceso de concentración que sea perjudicial. Los inconvenientes de este método son: la laboriosidad de la operación; y la colocación precisa del fertilizante, pues si se coloca lejos es ineficiente y si se coloca cerca puede provocar daños.

Las ventajas son: las plantas disponen de un elevado nivel de nutrientes, de prolongada acción residual; bajos consumos de fertilizante por unidad de superficie; la fijación irreversible de los nutrientes al suelo son mínimos; no se estimula el crecimiento de malas hierbas; y las pérdidas de nutrientes por lavado son escasas. Una referencia orientativa sobre dosificación para este método propuesta por BARA (1990) es la siguiente: 300 a 400 gr de Escorias Thomas por hoyo para especies de crecimiento rápido, bajando a 150 o 200 gr para especies de crecimiento lento, para abonado fosfórico; y para abonado potásico, 50 gr por hoyo de sulfato potásico.

3 - *Aplicación localizada en árboles adultos.*- En masas ya instaladas, la aplicación del abonado debe hacerse de forma localizada. Preferentemente con abonos granulados para colocación en cobertera, pie a pie, distribuyendo la dosis en la zona asombrada por la copa, lo que implica ejecución manual. Si la espesura y la topografía lo permiten, se puede hacer una distribución localizada en fajas y mecanizada con empleo de abonadoras centrífugas. En distribución pie a pie se puede repartir la dosis practicando 4 hoyos de hasta 50 cm de profundidad por m² de superficie a tratar, donde se deposita el abono en profundidad.

4 - *Aplicación de fertilizantes pastillados.*- Se puede aplicar la fertilización utilizando pastillas que quedan enterradas de forma localizada, en densidad y profundidad variable con: aplicación en nueva plantación o sobre masas instaladas; solubilidad de las pastillas; riqueza en nutrientes y volumen de las pastillas.

5 - *Aplicación en bandas continuas.*- Entre las líneas de plantación, se pasa un ripper que, mediante la incorporación de tubo distribuidor y una tolva, permite localizar el abono en profundidad en cordones lineales. Esta es una práctica más habitual en populicultura.

En cuanto a la *época* de aplicación de la fertilización, es necesario para los abonados en cobertera y conveniente en los abonados enterrados, aplicar el abono entre 30 y 15 días antes del inicio del período vegetativo, lo que se tiende a corresponder, según climas, con los meses de febrero y marzo. Si el abono se distribuye en invierno las pérdidas por lavado a causa de la lluvia pueden ser altas. Si se distribuye en primavera y verano, la escasez de agua puede dificultar la solubilización y la alta tonicidad en la solución del suelo, provocando disfunciones en las raíces.

Finalmente, hay que indicar que la correcta *dosificación* de la fertilización forestal debe realizarse tras una precisa analítica del suelo y de las hojas de la masa, en su caso. Debe basarse en experiencias previas, tener presente el objetivo principal de la fertilización, comprobar su necesidad y, en su caso, la rentabilidad. Únicamente con la intención de dar una referencia sobre el orden de valor que puede alcanzar una fertilización forestal, se transcriben datos tomados de BARA (1990):

- Dosificación para abonado de corrección o enmienda de fertilidad y para aumento de la producción maderable en suelos de Galicia, sobre roca silíceas, materia orgánica superficial 10%, pH 4,5 -lo que requiere una enmienda caliza con dolomita-, y 10% de arcilla:

Dolomita	2.500 kg/ha
Urea	150 kg/ha
Sulfato potásico	250 kg/ha
Escorias Thomas	300 kg/ha.

XII.7.5.- Eliminación o tratamiento de restos o despojos.

No es habitual incluir las operaciones de eliminación de restos dentro de los tratamientos parciales, sino entre las operaciones de los aprovechamientos forestales. Pero dado que la ausencia de esta eliminación puede suponer un riesgo para la persistencia de las masas, se considera correcta esta inclusión.

Se sitúa la eliminación o tratamiento de restos junto con los tratamientos parciales aplicados al suelo porque, aunque los despojos provienen del vuelo, la mayor influencia de estas operaciones se producen sobre el suelo.

El *origen* de los despojos o restos vegetales muertos, a base de fustes de pequeño diámetro, ramas, raberones, ramillas y hojas, hay que buscarlo en la ejecución independiente o combinada de: desbroces, podas, clareos, claras o cortas de regeneración.

Cuando la cantidad, mas bien densidad, de despojos producidos sea escasa y la descomposición natural de los mismos sea rápida al favorecer el clima (humedad y calor) la acción de los organismos descomponedores del suelo, la eliminación de despojos puede no ser necesaria.

Sin embargo, en los casos en que no se produce la doble circunstancia enunciada, la presencia de despojos en el monte plantea alguno, o varios simultáneamente, de los siguientes inconvenientes, de los que se deduce el objetivo de esta operación:

- peligro de *incendios*, al ser los restos un combustible potencial de alto riesgo por tener: pequeño tamaño; escasa humedad; disposición con continuidad vertical y horizontal; y alta aireación. En la clasificación de modelos de combustible se corresponde este caso con los tipos 11 y 12, dentro del cuarto grupo.

- fomento de *plagas y enfermedades*, especialmente insectos perforadores y hongos, al verse favorecidos los patógenos en sus ciclos reproductivos por disponer de abundante material de la especie principal en fase de secado.

- trastornos al *diseminado y repoblado* de las especies de luz, al reducirse la iluminación al nivel del suelo e imponer los restos dificultades mecánicas en su desarrollo.

- dificultades del *aprovechamiento pastoral* del monte y obstáculos al tránsito para realizar tareas de aprovechamiento o de tratamientos.

- *impacto paisajístico negativo*.

En términos relativos a otras operaciones, la eliminación o tratamiento de restos es siempre costosa y sus beneficios son indirectos, por lo que no se suelen ejecutar con la frecuencia debida en los montes españoles.

Los *métodos* de eliminación o tratamiento de restos más usuales son los siguientes:

1.- *Quema*.- Ha sido el método tradicional y más extendido, manteniendo su utilidad en la actualidad en muchos casos. Admite dos variantes: quema a hecho y quema en montones.

La *quema a hecho* puede realizarse únicamente cuando se dan las siguientes circunstancias: suelos de reacción ácida, con textura equilibrada y bajo clima frío, para que la combustión no perjudique las propiedades edáficas; no existen grandes pendientes para que la quema pueda ser bien controlada y no se induzcan fenómenos erosivos tras la misma; se asegura que no hay daños sobre el arbolado, sea por su ausencia tras una corta a hecho, sea por una espesura y altura que eviten daños sobre las copas; se realice la quema en época adecuada, con temperaturas en el suelo bajas para reducir los daños sobre él, y con escaso riesgo de extensión del fuego a zonas colindantes (humedad relativa alta, viento de poca velocidad y temperaturas del aire moderadas).

En España este procedimiento de eliminación de despojos está prácticamente descartado en el tiempo y en el espacio, pues no es frecuente que todos los requisitos enumerados coincidan. Como ejemplo de su posible empleo se pueden citar algunos montes de la Cornisa Cantábrica, tras cortas a hecho de masas productoras de madera, con regeneración artificial y con condiciones fisiográficas y edáficas como las expuestas.

Al contrario, la *quema en montones* es un método muy extendido y conveniente en España. La forma correcta de ejecución de este método es: aplicarlo en condiciones meteorológicas adecuadas para que no exista riesgo de propagación de incendios forestales; señalar previamente los puntos donde se producirán las quemas; iniciar la combustión con poco material e ir suministrando poco a poco los despojos de las zonas próximas; dedicar la mañana a la quema y la tarde a la completa extinción de las hogueras; restringir la época de aplicación al final del otoño, invierno y principio de primavera, siempre que el tiempo actual o recientemente pasado haya sido lluvioso.

Las ventajas de la quema en montones se resumen en: no requiere una especialización por parte del personal ni de los equipos para aplicarlo; es un buen complemento de otros trabajos en el monte para días de frío o lluvia, de modo que las condiciones meteorológicas no impidan la actividad de los operarios; no tiene limitaciones fisiográficas para su aplicación.

Los inconvenientes de este método se resumen en: es un procedimiento caro, que requiere para obtener rendimientos suficientes el empleo de mucha mano de obra; está muy restringida la época de ejecución; tiene riesgos importantes de generación de incendios forestales; en suelos calizos, es necesario concentrar mucho las quemas por el deterioro edáfico permanente que se produce en el emplazamiento de las hogueras; no restituye los nutrientes al suelo de modo uniforme; en algunos casos, fomenta el desarrollo de hongos patógenos edáficos que dañan el arbolado que queda en pie, como es el caso de *Leptographium galleciae* sobre masas de *Pinus pinaster* en Galicia.

A pesar de los inconvenientes apuntados, la quema en montones constituye el único procedimiento viable en muchos casos, sobre todo cuando concurren: dificultad de mecanización por acceso o pendientes fuertes; y poca densidad de residuos o gran dispersión de los mismos.

2.- *Troceado*.- Este método consiste en cortar, con hachas, motodesbrozadoras o motosierras, los restos de forma que queden pegados al suelo, acelerando su descomposición natural. Se aplica cuando no es posible acudir a otro método y no existe riesgo de propagación de plagas o enfermedades. Es adecuado cuando los restos proceden de cortas de regeneración con señalamientos muy dispersos, de modo que los despojos son de gran tamaño pero están presentes con poca densidad. También se puede aplicar en cortas de mejora cuando los fustes obtenidos no tienen interés comercial. Es un método de eliminación de despojos poco eficaz en relación con los posibles objetivos, pero por otra parte resulta muy barato, rápido de ejecución y no tiene importantes restricciones respecto de la época de aplicación.

3.- *Astillado o trituración*.- Consiste en triturar mecánicamente, mediante equipos de diferente tipo, los despojos o restos, que quedan repartidos sobre la superficie del suelo.

Los equipos para proceder a esta operación los podemos clasificar en:

A - *Astilladoras suspendidas*, accionadas por la toma de fuerza del tractor o por un motor propio.

Constan de una tolva de alimentación, un sistema de cuchillas y un mecanismo de expulsión de las astillas. Existen equipos de muy variado tamaño, potencia y movilidad, teniendo todos en común que trabajan estacionados y requieren una alimentación continua de los restos a eliminar, suministrada manualmente en los equipos de reducida potencia, o mecánicamente con grapas hidráulicas en los de gran potencia. Los restos triturados pueden quedar en montones sobre el suelo del monte, ser almacenados en un remolque arrastrado por el mismo tractor u otro diferente para su extracción del monte con fines energéticos, o ser dispersados por toda la superficie tratada para su rápida descomposición.

B - *Astilladoras con rodillos frontales*, montadas sobre un tractor.

Trabaja de modo que al avanzar el tractor la astilladora incorpora un cordón de residuos previamente preparado, los tritura y expulsa hacia atrás. El reparto de los despojos triturados es uniforme por la superficie del suelo, o pueden ser almacenados en un remolque también enganchado al tractor. Tienen origen en viñedos y olivares y en campo forestal sólo se pueden aplicar en masas artificiales de escasa pendiente.

C - *Desbrozadoras* de eje vertical (normalmente de cadenas) o de eje horizontal (normalmente de martillos), accionadas por la toma de fuerza del tractor.

Son equipos que a la vez que realizan un desbroce por roza y consiguiente trituración del matorral, pueden triturar restos procedentes de podas, clareos y claras. Dejan las astillas uniformemente repartidas.

La aplicación de las astilladoras a la eliminación de restos en el monte es relativamente reciente. Coincidió y fue impulsada por la crisis energética de los años 80, de modo que la intención del astillado era extraer los despojos triturados del monte como fuente de energía. La estabilización y bajada de los precios de los combustibles fósiles dejó sin utilidad esta práctica, pero se mantuvo la utilidad con objetivo selvícola. La nueva crisis energética, en el siglo XXI, vuelve a plantear la posible utilidad de las astilladoras en la extracción de restos del monte para aplicaciones energéticas.

Las *ventajas del astillado* como método de eliminación de despojos son:

- se anula el riesgo de incendios al quedar los restos, distribuidos en cualquiera de las formas descritas, muy pegados al suelo y sin aireación.
- en tanto se produce su descomposición, los restos impiden o retrasan la brotación de los matorrales desbrozados y la germinación de semillas de la vegetación accesoria, contribuyendo este efecto a prolongar la eficacia de los tratamientos preventivos de incendios.
- disminuyen la evaporación del agua del suelo y controlan la erosión laminar que se puede producir tras la reducción de espesura provocada por las claras.
- todos los nutrientes contenidos en los despojos acaban incorporándose al suelo, y esta incorporación se produce de modo más homogéneo, si se reparten por toda la superficie, que en el caso de la quema por montones.
- es eficaz en el control de plagas de perforadores al producirse un rápido secado de las ramas y fustes triturados.
- su ejecución no tiene importantes restricciones por la época del año.
- puede permitir el aprovechamiento de los restos para usos energéticos.

Los *inconvenientes del astillado* como método de eliminación de restos son:

- es una operación más cara que la quema en montones o el troceado.
- si la cantidad de despojos es muy alta, se produce una elevación de la relación C/N, que a partir del cuarto año tiende a recuperar su valor inicial, siendo la recuperación más eficaz si se complementa el astillado con un ligero gradeo (BLANCO, 1993).
- no se puede aplicar en todos los montes por causa de las fuertes pendientes u otras dificultades de acceso a la maquinaria.
- la aplicación tras cortas de regeneración de alta intensidad, puede perturbar la regeneración natural, por lo que en este caso las astillas deben quedar acumuladas en montones.

4.- *Extracción*.- Consiste en la extracción fuera del monte de los despojos o restos, mediante arrastre o carga, para un tratamiento externo. Es un procedimiento relativamente caro, únicamente justificado por una aplicación externa de los restos. Hasta hace poco tiempo, ha tenido poco interés en la silvicultura española. Sin embargo, el aprovechamiento de restos para la producción de energía, previo empacado y extracción, comienza a tener interés y se está divulgando. Dentro de este procedimiento se puede inscribir, combinado con un troceado, la antigua práctica de extracción de leñas de copas por los vecinos de los pueblos tras las cortas de regeneración.

5.- *Aplicación de insecticidas*.- En casos de imposible o difícil aplicación de los procedimientos anteriores, el tratamiento de despojos procedentes de la masa principal, previamente apilados en montones, puede ser la aplicación de insecticidas que evitarán, únicamente, la proliferación de plagas de perforadores. Los montones así tratados permanecen en el monte para su descomposición natural.

Como conclusión final de lo relativo a la eliminación de despojos, hay que resaltar las cuestiones siguientes:

- Es un problema importante en la gestión de los montes, especialmente los mediterráneos, que es preciso atender debidamente.
- La intensidad y el método de ejecución en cada caso dependerá de: la extensión del monte; la especie principal; la función preferente de la masa; el riesgo de plagas y enfermedades; el riesgo de incendios; el grado de evolución del suelo; y la climatología de la estación.
- La época de ejecución adecuada a cada caso debe ser determinada con precisión en función de: la climatología; el objetivo de la eliminación de los restos, atendiendo preferentemente al riesgo de plagas e incendios; y al método empleado. La ejecución debe ser realizada en el momento oportuno de modo que, en algunos casos de que no se haga a tiempo, puede resultar innecesaria la ejecución posterior independientemente de que se hayan manifestado o no los inconvenientes relacionados con el caso.
- Independientemente del método a aplicar es conveniente: dejar que los despojos se sequen antes de su eliminación, si la época lo permite, para que las hojas se sequen y desprendan de modo que queden repartidas por el suelo y no sean afectadas por la eliminación; no pretender apurar en la limpieza de forma exhaustiva, pudiendo quedar sin tratamiento las ramas finas -que se descompondrán fácilmente de forma natural- y algunas localizaciones concretas -que pueden servir de refugio a cierta fauna-.

XII.8.- Bibliografía.

AUNÓS, A. - 1991. Podas en masas de abeto de Douglas y pino laricio. *Revista MONTES*. nº 25 y nº 26. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

BARA, S. - 1990. *Fertilización forestal*. Colección Técnica. Serie Tecnoloxía nº 1. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.

BAULE, H. y FRICKER, C. - 1969. *La fertilization des arbres forestières*. B.L.V. Munich.

BLANCO, A. - 1993. Incorporación de residuos astillosos al suelo: análisis de su evolución y consecuencias sobre el medio edáfico en los suelos de rañas de los Montes de Toledo. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*. Vol. 2 (2) 1993. INIA. Madrid.

BOUDRU, M. -1989. *Fôret et Sylviculture: Traitement des fôrets*. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Belgica.

BURSCHEL, P. y HUSS, J. - 1987. *Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis*. Pareys Studentexte 49. Parey. Hamburgo y Berlín.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Sevicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ MOLINA, J.M. – 2006. *Manual de gestión de los hábitats de pino silvestre en Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

HUBERT, M y COURRAUD, R. - 1989. *Poda y formación de los árboles forestales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

LANIER, L. -1986. *Précis de Sylviculture*. Ecole Nationale du Genie Rural, des Eaux et des Fôrets. Nancy. Francia.

MADRIGAL, A. et al. - 1985. *Estado actual de las investigaciones sobre claras. Primeros resultados obtenidos en una experiencia en masa artificial de Pinus sylvestris L. en el Sistema Central*. Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales nº 42. INIA. Madrid.

MONTOYA, J.M. - 1988. *La poda de los árboles forestales*. Ed. Mundi-Prensa, Colección Agroguías. Madrid.

MUÑOZ, M. - 2008. *Silvicultura de Pinus radiata* D Don. Uiversidad de Talca. Chile

PÉREZ GARCÍA, F. y MARTÍNEZ-LABORDE, J.B. - 1994. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

PITA, P.A. - 1991. Unidad Temática 8. Planes de cortas. in: *Seminario sobre Inventario y Ordenación de Montes*. Balsaín, 20 a 30 de mayo de 1991. Tragsatec. Madrid.

QUINTANILLA, P. - 1973. *Abonado del pino insignis*. Pub. de Extensión Agraria. Mº de Agricultura. Madrid.

RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R. 1995. *Producción de Pinus pinaster atlantica en Galicia*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. de Montes. Madrid.

ROJO, A. y MONTERO, G. 1996. *El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama*. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

SCHÜTZ, J.P. 1990. *Sylviculture I. Principes d'education des fôrets*. Pres. Pol. et Univ. Rom. Lausanne. Suiza.

SERRADA, R. 1992. Tratamiento de las repoblaciones protectoras. in: *Hidrología Forestal y Protección de Suelos: Técnicas y experiencias en dirección de obras*. Colección Técnica. pág. 443 a 449. ICONA. Madrid.

SERRADA, R. - 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Fundación Conde del Valle de Salazar, 2ª edición. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.

SMITH, D.M. - 1986. *The Practice of Silviculture*. Wiley & sons. New York. USA.

TORRE, M. - 1998. Claras en rodales regulares de masas artificiales de resinosas. in *Jornadas sobre cortas de mejora de las masas españolas*. Departamento de Economía y Gestión de las Explotaciones e Industrias Forestales. ETSI Montes. Madrid.

VELEZ, R. - 1990. Selvicultura preventiva de incendios. *Ecología*. Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.

YAGÜE, S. - 1994. Producción y Selvicultura del pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. 2º parte: Selvicultura. *Revista MONTES*. nº 37. Ass. y Cols. de Ing. de Montes e Ing. Técnicos Forestales. Madrid.

CAPÍTULO XIII.- TRATAMIENTOS DERIVADOS

XIII.1.- DENOMINACIÓN, DEFINICIÓN Y CLASES

XIII.2.- DEHESAS

XIII.2.1.- TRATAMIENTOS GENERALES DE LA DEHESA

XIII.2.2.- TRATAMIENTOS PARCIALES DE LA DEHESA

XIII.3.- ALCORNOCALES

XIII.3.1.- EL DESCORCHE

XIII.3.2.- TRATAMIENTOS GENERALES DEL ALCORNOCAL

XIII.3.3.- TRATAMIENTOS PARCIALES DEL ALCORNOCAL

XIII.4.- MASAS DE PINO PIÑONERO PARA PRODUCCIÓN DE FRUTO

XIII.4.1.- TRATAMIENTOS GENERALES DE MASAS DE PIÑONERO

XIII.4.2.- TRATAMIENTOS PARCIALES DE MASAS DE PIÑONERO

XIII.5.- MONTES EN RESINACIÓN

XIII.5.1.- SISTEMAS DE RESINACIÓN

XIII.5.2.- TRATAMIENTOS GENERALES DE MONTES EN RESINACIÓN

XIII.5.3.- TRATAMIENTOS PARCIALES DE MONTES EN RESINACIÓN

XIII.5.4.- EL FUTURO DE LOS MONTES RESINADOS

CAPÍTULO XIII.- TRATAMIENTOS DERIVADOS

XIII.1.- Denominación, definición y clases.

Las formas derivadas de masa se definieron anteriormente como modificaciones de las formas principales por objetivos principalmente económicos.

Los tratamientos que dan lugar a este tipo de masas reciben la denominación de *tratamientos derivados*.

Se definen, por tanto, los tratamientos derivados como aquellos que producen modificaciones en la estructura de las formas principales de masa con fines económicos. Ahora bien, en la selvicultura española, los objetivos económicos que pueden dar lugar a formas derivadas de masa, íntimamente ligados a las condiciones estacionales y específicas, son la producción directa no maderable, más concretamente, la producción de pastos, corcho, piñón y resina. Desde el punto de vista estructural estas formas derivadas de masa tienen como elemento común el que su espesura normal es una espesura incompleta (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1948), es decir, son *montes claros*.

Por tanto, dado lo concreto de la situación estacional y de las especies implicadas en estos objetivos económicos, las explicaciones del presente capítulo se apartan de la Selvicultura General que hasta ahora nos ha ocupado, para entrar de lleno en el campo de la Selvicultura Aplicada.

Las clases de formas derivadas de masa, y por tanto las de tratamientos derivados, que mayor importancia económica y territorial tienen son:

- * *las dehesas*, con producción preferente pastoral.
- * *los alcornocales*, con producción preferente de corcho.
- * *las masas de pino piñonero*, con producción preferente de fruto.
- * y los montes de pino rodeno en *resinación*.

Al estudio de estas masas, y según el orden con que se han enumerado, se dedica el presente capítulo.

XIII.2.- Dehesas.

El sustantivo castellano dehesa proviene del arcaico término *defesa*, y éste a su vez del latino *defensa*, que significan acotado o reservado, por lo que la acepción que le corresponde en lenguaje no técnico es: terreno acotado de pastos frente a terceros y dedicado a aprovechamiento pastoral preferente. Esta reserva de pastos frente a terceros se deriva de los derechos a pastar que a lo largo de la Edad Media y parte de la Edad Moderna ostentaban los ganaderos asociados en La Mesta. La reserva se efectuaba a favor de pueblos para mantener a su ganado de tiro (dehesas boyales) o de consumo (dehesas carniceras), o a favor de otras personas físicas o jurídicas.

Lo comentado explica que en la actualidad existan muchos montes y parajes con denominación de dehesa, lo que hace mención a su historia dominical, independientemente de su estado selvícola o pastoral actual. La Dehesa de la Villa, en Madrid, es en la actualidad un barrio completamente urbanizado, el monte Dehesa de Cerro Caballo, en la provincia de Guadalajara, es hoy un monte alto regular de pino silvestre con espesura completa. Sin embargo, hay que hacer notar que el término dehesa implica un importante aprovechamiento pastoral pasado o presente.

En terminología selvícola, dehesa se refiere a un monte con arbolado claro y con uso agrosilvopastoral o sólo silvopastoral, cuya compleja definición se hace a través de presentar sus características más notables:

a).- *Estación*.- Se asientan bajo *climas* con marcado período de aridez estival y con inviernos fríos, es decir, mediterráneos. Su distribución y origen se encuentra en la cuenca mediterránea, aunque también se han empezado a instalar en otras partes del mundo con este tipo de clima (Chile, California,...). La posibilidad de una buena producción frutera por parte del arbolado se relaciona con un régimen térmico templado y cálido, por lo que en zonas de montaña son menos abundantes o, en este caso, la contribución del arbolado a la alimentación del ganado es el ramoneo.

En relación con los *suelos*, las dehesas se han instalado preferentemente en aquellos con baja capacidad de retención de agua. En el marco climático descrito, y con pendientes bajas como luego se verá, los suelos de textura próxima a arcillosa y con buena capacidad de retención de agua, se han destinado a cultivos agrícolas como cereal de secano, viñedos u olivares. Por tanto, el aprovechamiento pastoral más o menos extensivo, las dehesas, han ocupado generalmente terrenos silíceos y, en particular, los graníticos, cuarcíticos, gneísicos o sobre sedimentos silíceos incoherentes.

b).- *Producción*.- Las dehesas constituyen uno de los mejores ejemplos de multifuncionalidad dentro de la silvicultura. Se superponen en el espacio y el tiempo las producciones de madera, leñas, frutos y corcho, derivadas del vuelo arbóreo; con la de pastos (ganado doméstico, caza) derivada del tapiz herbáceo; con la posibilidad de un aprovechamiento agrícola intermitente; con aprovechamientos menores como apícola, plantas medicinales, plantas aromáticas y hongos; y con una gran estabilidad, si se mantiene el tratamiento, y con alta biodiversidad.

c).- *Composición*.- Algunos autores restringen el concepto de dehesa a que la especie arbórea que la forma contribuya a la alimentación del ganado con sus frutos. Para ellos son especies formadoras de dehesas, enumeradas según importancia territorial decreciente, las siguientes: encina, alcornoque, quejigos (varias especies), rebollo, acebuche, algarrobo y castaño.

Otros autores incluyen aquellas especies que pueden contribuir a la alimentación del ganado sólo con ramón: fresnos, sabinas y enebros. Finalmente, también se pueden conceptualizar como dehesas montes con arbolado claro y aprovechamiento pastoral preferente (SAN MIGUEL, 1994), aunque la especie arbórea no contribuya a la alimentación del ganado: pino piñonero, pino silvestre o, pino salgareño.

Es frecuente la presencia dominante de una de las especies citadas acompañada, según climas y tratamientos, por otras en menor proporción. Sin embargo, la especie que compone la mayor parte de las dehesas españolas es la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), por lo que a este tipo de composición se dedican las explicaciones a continuación, salvo mención expresa en contrario.

d).- *Economía*.- Las dehesas constituyen un sistema estable y equilibrado, adecuado al clima y al suelo, que se mantiene con el propio aprovechamiento. Sin grandes inversiones, pueden proporcionar, donde se instalan o mantienen, rentas económicas superiores a una producción única de madera o a una producción extensiva agrícola. No puede competir en rentabilidad con cultivos agrícolas intensivos, lo que ha supuesto la desaparición de mucha superficie de dehesas en el cuadrante suroeste de la Península.

La definición un tanto inconcreta de dehesa -unos autores se centran en la composición específica, otros en la espesura del arbolado, otros en el uso agrícola más o menos esporádico, y con cualquiera de los criterios apuntados a su vez con límites de deslinde variables según la finalidad del inventario o la formación del inventariador- hace que la estimación de la superficie ocupada por la dehesa en España haya dado cifras que oscilan entre 1,8 millones de hectáreas y 4,3 millones de hectáreas. Siguiendo a SAN MIGUEL (1994), la superficie ocupada por las dehesas en España no es inferior a los 3 o 3,5 millones de hectáreas.

e).- *Estructura*.- El arbolado de la dehesa debe tener una espesura incompleta que permita la insolación sobre el suelo y, por tanto, el crecimiento de la hierba. La forma más habitual de valorar esta espesura es la fracción de cabida cubierta, que para este tipo de monte se situará entre 50% y 10%. Espesuras superiores a 50% implicarán un exceso de competencia con el estrato herbáceo. Espesuras inferiores a 10% reducen tanto la presencia del estrato arbóreo, que su contribución directa a la alimentación del ganado y su influencia microclimática sobre el pastizal tienden a inapreciables.

Los límites de espesura referidos, expresados en Fcc, tienen una difícil traducción a través de la densidad, pues el recubrimiento de cada pie está muy influido por su edad, forma de poda y calidad de estación. No obstante, una referencia sobre la densidad que compone la estructura del vuelo arbóreo de la dehesa es de 40 a 90 pies/ha, con diámetro mínimo inventariable de 10 cm.

f).- *Funcionamiento*.- Existe una relación funcional entre la presencia del arbolado y la producción herbácea, favorable para esta última tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos. Las causas y efectos de esta relación funcional son estudiados con detalle en la asignatura de Pascicultura, por lo que no se explican aquí. No obstante, puede ampliarse información en SAN MIGUEL (1994). Esta relación funcional es el elemento conceptual de mayor precisión en la definición de la dehesa.

g).- *Estabilidad*.- El vuelo arbóreo de la dehesa goza de una gran estabilidad frente a daños bióticos y abióticos. El buen estado vegetativo derivado de que los pies vivan aislados hace poco frecuentes los daños bióticos (plagas y enfermedades) que puedan comprometer su vida. Los posibles daños abióticos derivados de agentes meteorológicos (vientos o nevadas) son muy poco probables, tanto por el clima bajo el que se desarrollan estas masas como por la escasa esbeltez de sus pies. Finalmente, el riesgo más importante para las masas en selvicultura mediterránea, el incendio, es poco probable, y si se produce es poco dañino, por las grandes discontinuidades que presenta el vuelo arbóreo tanto en dirección vertical como horizontal.

XIII.2.1.- **Tratamientos generales en la dehesa.**

Antes de entrar en la consideración directa de los tratamientos generales de la dehesa, en relación con la regeneración del vuelo arbóreo, conviene hacer ciertas consideraciones sobre sus posibles orígenes y procesos básicos.

Partimos de la existencia de una dehesa. Su origen estará, genéricamente, en unas prácticas que, en relación con un monte alto bajo clima mediterráneo de espesura mas o menos completa de donde procede, podrían calificarse como anticulturales, y cuyas sucesivas etapas son (SAN MIGUEL, 1994): aclarado de la masa arbórea (posiblemente acelerado por fuego); control del matorral y estabilización del pastizal (labores de alzado, cultivo agrícola, rastrojo y posío); mejora del pastizal (pastoreo continuado y, a veces, fertilización fosfórica o redileo).

Conseguida la estructura y equilibrio adecuados, la evolución natural de esta masa puede seguir dos caminos extremos en función de la intensidad de la actividad sobre la misma:

a).- Si cesa la actividad pastoral razonable, por una parte la espesura del matorral y su diversidad específica tienden a aumentar restando espacio al pastizal, lo que debe ser evitado mediante tratamientos parciales, y por otra parte tiende a aumentar la regeneración de la especie principal formando una masa irregular que tratará de recuperar la espesura completa, lo que debe ser conducido mediante los tratamientos generales. Resumiendo, el abandono en el aprovechamiento de la dehesa y en su tratamiento tiende a hacer desaparecer su estructura, su función pastoral y su estabilidad frente a incendios.

b).- Si la actividad humana se intensifica en exceso, mediante pastoreo abusivo y, sobre todo, mediante roturaciones para cultivo agrícola y desbroces completos y por arranque, cesa la regeneración de la especie arbórea quedando la masa condenada a un envejecimiento que conduce, poco a poco, a la formación de un oquedal formado por pies viejos, cada vez con menor espesura y posibilidades de regeneración, hasta su completa desaparición. Del adecuado acotamiento rotacional y de la provisión de nuevos pies debe ocuparse un correcto tratamiento general y parcial.

La forma fundamental de masa de la dehesa, origen de los pies que la forman, puede ser indistintamente el monte alto o el monte bajo. Sería preferible el monte alto pues, en principio, los brinzales serán más vigorosos, tendrán posibilidad de alcanzar un tamaño mayor y tendrán mayor producción frutera (XIMÉNEZ DE EMBÚN, 1963).

Sin embargo, la imposibilidad práctica de distinguir el origen de los pies a partir de un determinado tamaño, la facilidad de emitir brotes de cepa y de raíz de la encina y el hecho de que a partir de un diámetro de 15 a 20 cm el porte de los chirpiales es equivalente al de los brinzales, hacen accesoria esta cuestión del origen de los pies respecto del tratamiento general de la dehesa. Caso especial en este sentido son las dehesas de fresnos o robles trasmochados, que se pueden considerar como montes bajos y que se estudiarán en el siguiente capítulo.

La forma principal de masa más adecuada para una dehesa será la masa irregular y su tratamiento general la entresaca por huroneo con criterio físico de cortabilidad. Un pie será apeado cuando interfiera el crecimiento de otros de buen porvenir o cuando entre en una decrepitud tal que su copa resulte rala o afectada de daños bióticos y su producción frutera o de ramón tienda a anularse.

El problema selvícola más trascendente será procurar la incorporación de nuevos pies que sustituyan a los cortados y mantengan la estructura y densidad que corresponde a la espesura normal, es decir, la regeneración natural, dificultada en todo tiempo y espacio por el pastoreo. Los mecanismos de incorporación de nuevos pies se pueden resumir en los siguientes casos y prácticas:

* Aprovechar el brote de cepa y raíz de los pies apeados. La capacidad de brote de cepa y raíz de la encina se mantiene en el 100% de los pies apeados hasta una edad del orden de 150 años (40 a 50 cm de diámetro) (XIMENEZ DE EMBÚN, 1961), manteniendo una proporción de pies brotados del 81 % hasta edades del orden de 250 años (50 a 60 cm de diámetro), aunque no toda la brotación se produce en el periodo vegetativo siguiente al recepe, sino que un 20 % de los pies recepados brotan al segundo o tercer año (BRAVO FERNÁNDEZ, 2003).

Se puede tener seguridad de que se producirá una suficiente brotación con pies de diámetro normal del orden de 50 cm. En esta estrategia es necesario acotar mediante un reducido cercado que englobe la cepa del pie apeado el tiempo necesario.

Expresando de otro modo esta posibilidad, se puede decir que es conveniente no esperar a que se mueran los pies decrepitos para apearlos y que a continuación es necesario proteger el posible brote.

* Basarse en la presencia de una regeneración a la espera con origen en cepas y matas procedentes de brotes, si existen. Los brotes que se producen tras el apeo de algunos pies, o la brotación espontánea a partir de pies adultos excesivamente podados o que han iniciado la decrepitud de la copa, son recomidos por el ganado y a veces, si mantienen una superficie foliar suficiente, no mueren y adoptan un porte amacollado que tiende a extenderse a través de nuevos brotes inducidos por el ramoneo.

En esta situación una posibilidad es que la parte central de la mata deje de ser accesible al ganado y se posibilita el crecimiento de algún chirpial situado en el centro, como se ve en la figura XIII.1, tomada de SAN MIGUEL (1994).

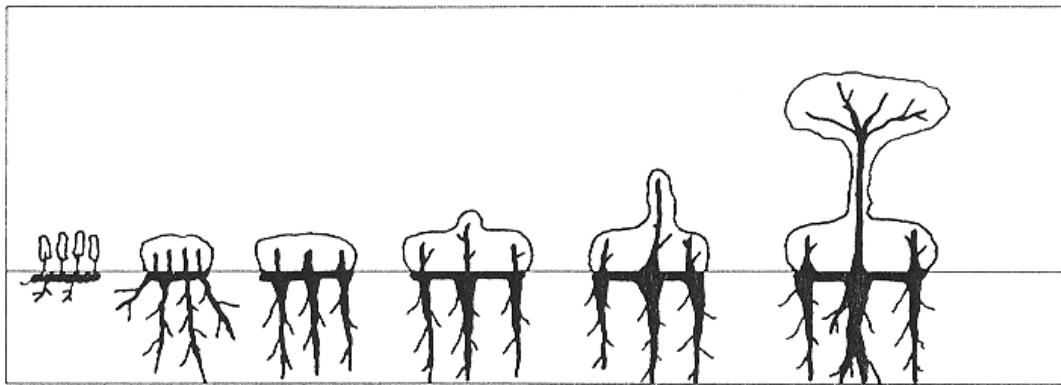


FIGURA XIII.1.- Esquema del desarrollo de chirpiales en una dehesa hasta dar lugar a la formación de un nuevo árbol. El crecimiento en altura sólo es posible cuando el centro de la mata queda fuera del alcance del diente del ganado. Tomado de SAN MIGUEL (1994).

Otra posibilidad consiste en cortar (receptar, también llamado corte entre dos tierras, es decir, corte muy pegado al suelo) todos los brotes, para inducir una nueva brotación mejor conformada y, por supuesto, acotar al pastoreo, bien en una extensa zona con cercado general, bien en cada mata recepada con cercado individual. Estos acotamientos serán de 2 a 3 años para ganado ovino y 8 a 15 años para caprino, bovino y caballo (SAN MIGUEL, 1994).

* Basarse en una regeneración a la espera con origen en la germinación de semillas. La abundante diseminación no es una restricción para la regeneración natural en las dehesas. El número de brinzales que suele instalarse cada año puede ser elevado. Sin embargo, existen dos problemas para la viabilidad de este regenerado (SAN MIGUEL, 1994): distribución debajo de las copas de pies adultos; y con más gravedad, el mordisqueo del ganado sobre los débiles brinzales.

El primer problema se puede resolver mediante la regeneración natural ayudada que se trata a continuación. El segundo se resuelve por dos vías: forzando el acotado al pastoreo en la zona, que en este caso será más prolongado que para los brotes, 5 a 7 años para ovino y de 15 a 20 años para otros tipos de ganado (MONTROYA, 1989), todo ello con el inconveniente de la pérdida del aprovechamiento principal y el embastecimiento del pastizal (SAN MIGUEL, 1994); regulando los desbroces de manera que no queden afectados aquellos grupos o golpes donde, al amparo de arbustos de cierto porte y normalmente espinosos, los brinzales de la especie principal se desarrollan aislados del ganado.

La mayor lentitud del desarrollo de los brinzales frente a los chirpiales se explica mediante el fenómeno por el cual, la mayor parte de las especies mediterráneas del género *Quercus*, tras la germinación pierden la parte aérea durante varios años consecutivos, formando una pequeña mata cuya cepa va creciendo hasta que permite un desarrollo suficiente de la parte aérea (SAN MIGUEL, 1994). Este proceso queda ilustrado en la figura XIII.2 tomada de SAN MIGUEL (1994).

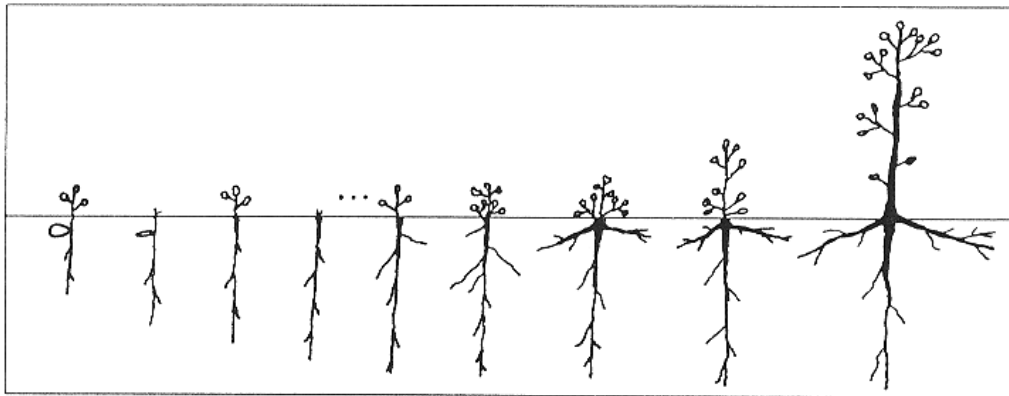


FIGURA XIII.2.- Esquema ideal del desarrollo de un brinzal en una dehesa mediterránea hasta convertirse en árbol. La parte aérea de la plantita muere durante varios años hasta que, finalmente, su profundo sistema radical y la escasa presión pastante permiten su crecimiento en altura. Tomado de SAN MIGUEL (1994).

* Utilizar la regeneración natural ayudada, según se definió en el capítulo VI. Cuando los mecanismos anteriores no dan densidad suficiente de regenerado o su distribución espacial no es homogénea, se procede recolectando semilla del mismo monte que se está tratando, lo que implica que la regeneración es natural, y se procede, bien a la siembra directa, bien a la producción de plantas en vivero y posterior plantación, lo que implica que la regeneración es ayudada. Algunos autores refieren esta práctica como regeneración artificial.

La mecánica de trabajo en este caso quedará ampliada al estudiar Repoblaciones Forestales, por lo que únicamente se enumeran los puntos más importantes de ella (SAN MIGUEL, 1994): preferir el método de siembra al de plantación cuando las condiciones lo permitan; utilizar semillas maduras, grandes, conservadas en húmedo y frío y hacer la siembra lo más temprana posible; producir las plantas en envase autorrepicante y antiespiralizante de más de 200 cm³; realizar las preparaciones del suelo adecuadas al método y densidad elegidos y en concordancia con las características del perfil; proceder al acotado mediante cercado general o instalación de protectores individuales o tubos invernadero, estando esta última alternativa en fase de evaluación de resultados por lo que no es posible recomendarla de forma general. Mayor seguridad ofrecen los grandes protectores individuales de malla metálica.

Vistos los mecanismos que permiten la regeneración, pasamos a referir la estructura más adecuada al vuelo de una dehesa de encina o propuesta de espesura normal. Ya se indicó que la forma principal de masa más adecuada es, teóricamente y en principio, la masa irregular tratada mediante entresaca por huroneo.

Una primera propuesta de monte entresacado ideal la encontramos en RUPÉREZ (1957), quién a su vez la toma de XIMÉNEZ DE EMBÚN: cuatro clases diamétricas de 10 cm de intervalo, D₁ (10-20) con N₁ = 57, D₂ (20-30) con N₂ = 38, D₃ (30-40) con N₃ = 25, D₄ (40-50) con N₄ = 17; lo que da Fcc = 25%; $\sum N_i = 137$ pies/ha; q = 1,5.

Con mayor amplitud de alternativas, el monte entresacado ideal propuesto por XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963) se deduce de las siguientes cifras: $\delta = 5$ cm; $D_1 = 15$ cm; $D_m = 50$ cm; $m = 8$ clases diamétricas; N_1 de 20 a 30 pies/ha; N_m de 1 a 3 pies/ha; edad en $D_m = 142$ años; q de 1,3 a 1,4; Fcc de 20 a 30%; $\Sigma N_i =$ de 64 a 98 pies/ha; y t_8 variable entre 12 años para las dos primeras clases y 22 años para las dos últimas, como se observa en la figura XIII.3, tomada de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963), por lo que se puede fijar $t_8 = 15$ años para realizar una división del cuartel en tramos de entresaca regularizada.

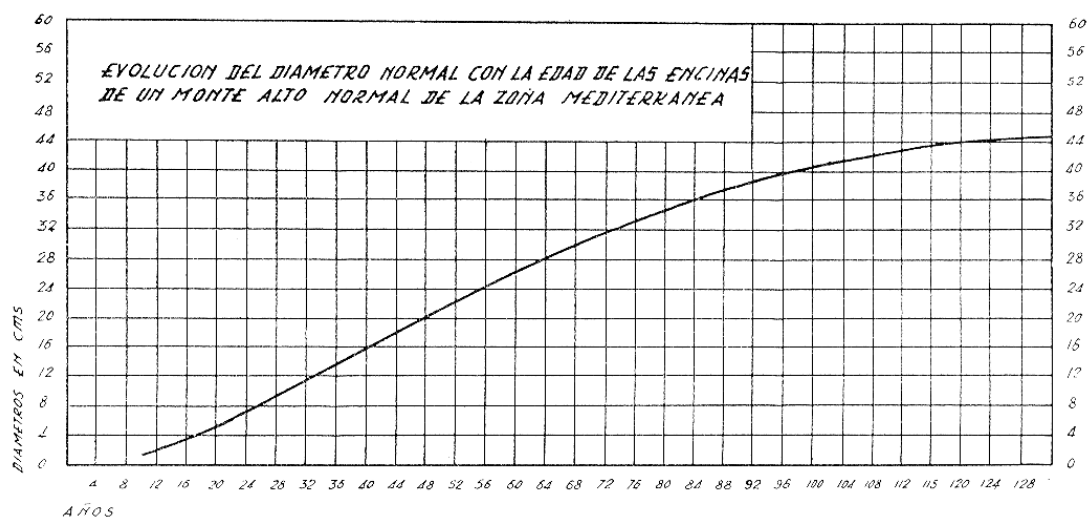


FIGURA XIII.3.- Evolución del diámetro normal con la edad de las encinas de un monte alto normal de la zona mediterránea. Tomado de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963).

La estructura del monte entresacado ideal con la menor espesura de la propuesta anterior, junto a otros datos de interés, queda expresada en el cuadro XIII.1, tomado de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963), que se inserta a continuación.

CUADRO XIII.1.- Monte entresacado ideal para una dehesa de encina, según XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963).

EDAD (años)	Diámetro (cm)	Densidad (pies/ha)	Proyección copa (m ² /pie)	Volumen fuste (m ³ /pie)	Volumen de leña de copa (m ³ /pie)	Bellota (Kg/pie/año)
142	47	1	60	0,425	1,120	42
120	42	3	50	0,335	0,800	30
103	37	4	42	0,260	0,600	20
87	32	5	36	0,169	0,400	16
72	27	7	32	0,115	0,240	8
58	22	10	28	0,090	0,200	6
44	17	14	23	0,030	0,040	4
32	12	20	18	0,010	0,010	-
Total	--	64	Fcc=17,5%	--	--	460 (kg/ha)

De las propuestas de monte irregular normal para las dehesas de encina se deduce que la densidad normal en la primera clase diamétrica, pies del orden de 10 a 15 cm de diámetro, debe estar entre 20 y 50 pies/ha, lo que unido a las diferentes alternativas en el proceso de regeneración natural, explica que esta importante tarea en el tratamiento de la dehesa no debe ser muy difícil siempre que se actúe con atención, conocimiento del proceso a través de inventarios reiterados y establecimiento de acotados en las superficies adecuadas.

La duración del acotado será muy variable en función del tipo de ganado y del mecanismo de regeneración, oscilando entre 5 y 20 años. La división del cuartel a efectos de inventario, de ordenación de cortas de regeneración y de aplicación de cuidados culturales se puede hacer en 12 a 16 parcelas de entresaca regularizada. La superficie acotada al pastoreo debe ser minimizada con la aplicación de cercas individuales, que estarán en densidades inferiores a 50 cercas/ha en todo caso, y con acudir a acotados generales, la superficie en esta situación se encontrará entre 1/6 de la superficie total en casos extremos de escasez de espesura y 1/16. Se pueden combinar los acotados individuales y generales.

La forma de masa regular en las dehesas resulta frecuente, normalmente procedente del envejecimiento y pérdida paulatina de densidad de montes bajos regulares. En estas situaciones, el tratamiento general deberá seguir siendo la entresaca para irregularizar el vuelo. Sin embargo, puede ser conveniente conocer cuál es la espesura normal en una masa adehesada normal y regular. A este respecto, y referido al momento de urgente regeneración, RUPÉREZ (1957) propone 40 pies/ha, de 50 cm de diámetro normal y con unas existencias de 55 m³/ha.

Puede resultar útil conocer la propuesta de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963) para la evolución de una masa regular de encina, a considerar como monte alto o fustal sobre cepa, a lo largo del tiempo sin que, en principio su producción preferente resulte ser la pastoral, que queda contenida en el cuadro XIII.2.

CUADRO XIII.2.- Encinar en monte alto. Teoría de un rodal regular. Según XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963).

Edad (años)	Dn. (cm)	N (pies/ha)	Copa (m ² /pie)	Fcc (m ² /ha)	G (m ² /ha)	H* (m)	μ**	V fuste (m ³ /pie)	Peso fuste (kg/ pie)	Peso copa (kg/pie)	Bellota (kg/pie)	V total (m ³ /pie)
30	10	1000	6	6000	7,9	2,0	.85	0,013	13	1	--	0,014
32	12	800	8	6400	9,0	2,2	.80	0,020	20	1	--	0,021
36	14	500	10	5000	9,5	2,2	.80	0,030	30	6	--	0,036
40	16	500	12	6000	10,0	2,5	.80	0,048	48	8	--	0,056
44	18	400	14	5600	11,0	3,0	.76	0,055	55	10	--	0,066
48	20	400	16	6400	12,6	3,2	.74	0,074	74	15	3	0,099
52	22	300	18	5400	11,4	4,0	.72	0,100	100	20	4	0,120
56	24	200	20	4000	9,0	4,2	.70	0,130	130	30	5	0,160
60	26	200	22	4860	10,6	4,5	.65	0,156	156	70	8	0,224
64	28	180	24	4320	11,0	4,5	.65	0,180	180	100	10	0,280
68	30	180	26	4680	12,7	4,5	.65	0,208	200	150	12	0,358
72	32	160	28	4480	12,9	4,7	.62	0,223	223	200	20	0,500
78	34	160	30	4800	14,5	4,7	.62	0,268	268	250	25	0,518
84	36	160	32	5120	16,3	4,7	.62	0,300	300	275	30	0,575
90	38	160	34	5440	18,1	4,7	.62	0,335	335	300	35	0,635
96	40	150	36	5400	18,8	4,7	.62	0,371	371	350	40	0,721
104	42	150	38	5700	20,8	5,0	.60	0,416	416	400	44	0,816
120	44	150	40	6000	22,8	5,0	.60	0,456	456	500	46	0,956
150	46	150	42	6300	24,9	5,0	.60	0,499	499	550	48	1,049

* H.- Altura hasta el punto en que el diámetro de rama es igual a 10 cm.

** μ.- Coeficiente mórfico.

- Densidad en verde y con corteza igual 1000 Kg/m³.

- V.- Volúmenes hasta punto de altura H.

A la vista de que la espesura indicada en el cuadro anterior da valores altos de fracción de cabida cubierta, la espesura normal en una dehesa de estructura regular se puede deducir dividiendo los datos del cuadro por 2 o por 2,5. Esta propuesta queda complementada con la información contenida en MONTOYA (1989), relativa a la espesura de las dehesas:

- la espesura normal de la dehesa de encina, con producción de bellota favorable (altitudes entre 300 y 600 m bajo clima mediterráneo, pues las producciones fruteras bajan notablemente bajo clima supramediterráneo), expresada en fracción de cabida cubierta oscilará entre 10% y 60%.

- los valores inferiores, 10%, corresponden a zonas llanas y con pastos de alta calidad relativa, majadales.

- los valores superiores, 60%, corresponden a zonas de pendiente y en solana.

- la mejor producción frutera se obtiene con espesuras del 30%.

- con fracciones de cubida cubierta en la masa inferiores al 60% y con pies que han tenido una correcta poda de formación, la tabla de valores modulares de superficie de copa queda recogida en el cuadro XIII.3.

CUADRO XIII.3.- Valores modulares de superficie de copa para encinas podadas que viven en espesura inferior al 66% de Fcc. Según MONTOYA (1989).

Clase diamétrica (cm)	Superficie de copa (m ² /pie)
14 - 18	16
18 - 24	24
24 - 28	33
28 - 34	43
34 - 38	54
38 - 42	66
42 - 48	79
48 - 52	93
52 - 58	108
58 - 62	124
62 - 66	141
66 - 72	159

XIII.2.3.- Tratamientos parciales de la dehesa.

Los tratamientos parciales en la dehesa son fundamentales para el mantenimiento de la forma de masa y para mejorar cuantitativa y cualitativamente su producción. Se trata de aplicar las siguientes operaciones:

1.- *Podas*.- Según se ha visto en el capítulo anterior, se aplicará una única poda de formación cuando el árbol haya superado los 15 cm de diámetro (edad del orden de 30 años), tratando de formar la copa con tres o cuatro ramas principales y con la cruz a 2 o 3 metros de altura.

Las podas de conservación tendrán una periodicidad de 6 a 12 años, a aplicar también sobre pies que no han tenido poda de formación, siguiendo las directrices siguientes (RUPÉREZ, 1957): podar preferentemente ramas interiores, verticales y dominadas, poco productoras de fruto, dejando la copa abierta, equilibrada y limpia; no cortar ramas de más de 15 cm de diámetro y aplicar protectores sobre la zona cortada; extraer las ramas de la zona alta y central de la copa sin que se supere una extracción de más del 30% de la superficie foliar; podar en diciembre y enero; los cortes serán lisos, verticales y lo más pegados posible a la base.

Las siguientes figuras ilustran sobre el efecto de las podas, vicios de ejecución y directrices para casos especiales.

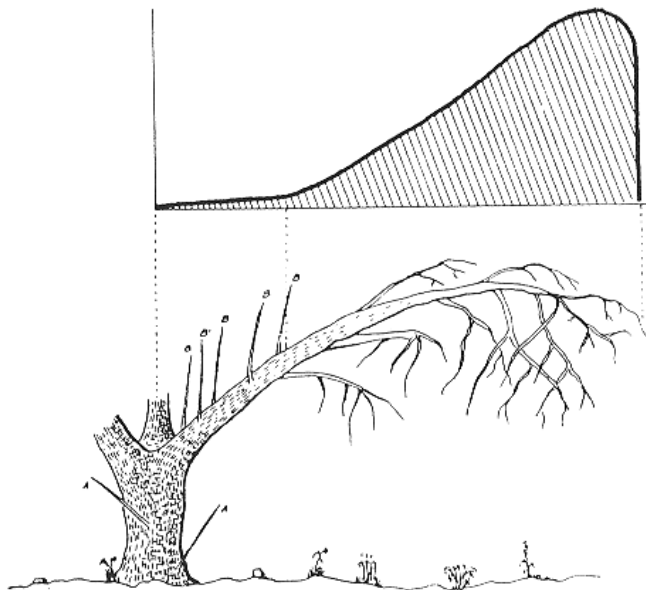
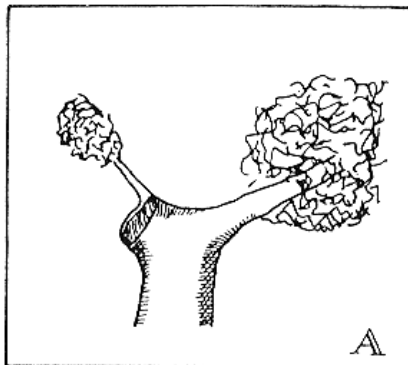
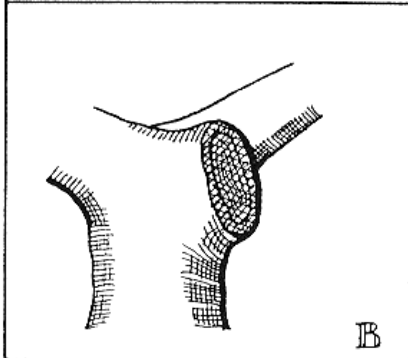


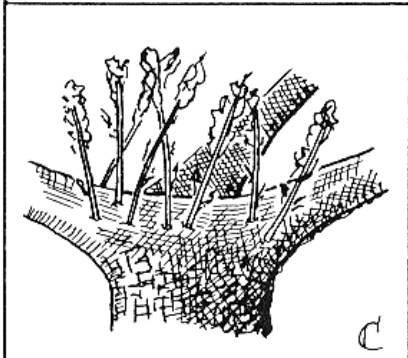
FIGURA XIII.4.- Porte de encina con la poda de formación correctamente ejecutada. Las ramas fruteras son las de disposición colgante. A y B son brotes chupones o epicórmicos a eliminar con podas de conservación. Sobre la figura del árbol se sitúa un diagrama que representa: en abscisas alejamiento desde el fuste; en ordenadas producción de bellota. Tomado de RUPÉREZ (1957).



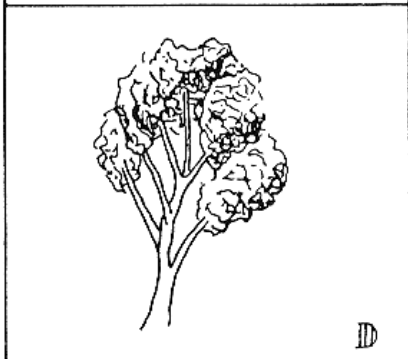
Cortar un brazo dejando "coja" a la encina y guiar un chupón para que con el tiempo sustituya a la que se quitó.



Cortar grandes ramas o brazos con diámetros excesivos. Cuando no exista otro remedio empleese betún de injertar.



No limpiar los chupones del puente.



En encinas jóvenes no se debe dejar que tomen importancia las ramas demasiado bajas ya que inevitablemente habrá que cortarlas en su día y entonces dejarán heridas de difícil cicatrización. Además se favorece la formación tipo pino con creación de madera preponderante sobre el fruto.

FIGURA XIII.5.- Vicios de poda. Tomado de RUPÉREZ (1957).

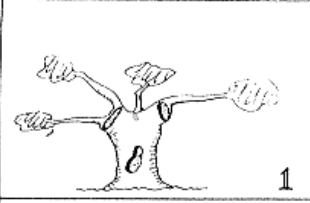
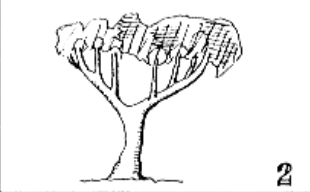
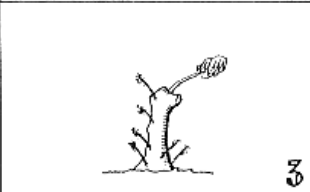
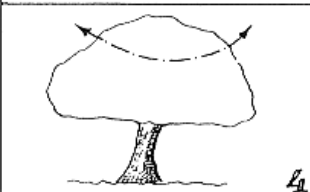
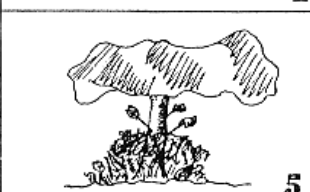

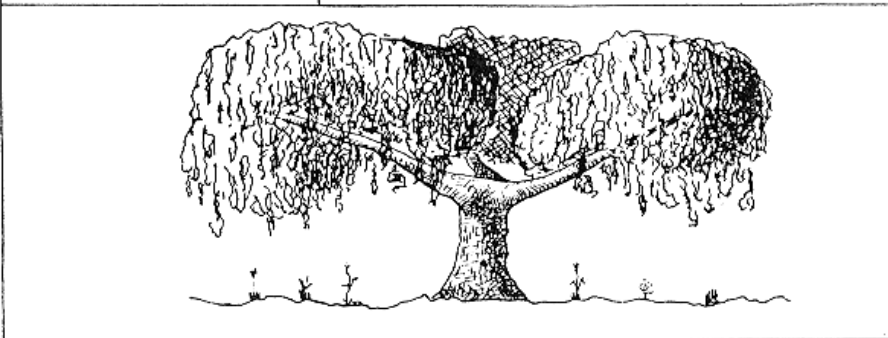
Aspecto	Defectos	Soluciones
 1	Tronco principal, hueco y decrepito. Follaje insuficiente para cubrir las necesidades fisiológicas. Poca madera y poco fruto.	Difícil solución. Se puede atenuar dejando durante diez años que deforme la copa, mediante guía somera anual. Hay que acudir a reponer los pies caducos, pero sin cortar éstos hasta que aquéllos sean adultos.
 2	Demasiadas ramas verticales; tendencia a crear madera y leña, pero nunca fruto en consideración. Únicamente se aconseja si interesara crear madera o leña.	Podar lentamente para que la copa se abra y las ramas sean más horizontales, proporcionando un follaje algo colgante.
 3	Realmente esto no es un árbol. Intentarán brotar chupones en tronco y cruz con intensidad.	Únicamente con mucha paciencia y gran perseverancia es posible ir enmendando esto. Habrá que impedir que prosperen los chupones de tronco y cruz, ya que se presentarán con gran vigor.
 4	Copa muy compacta con demasiado ramón, que impide una fructificación correcta por falta de sol.	Aclarar toda la copa ligeramente, sobre ramas que no excedan los diez centímetros de diámetro. Sobra copa por encima (línea de puntos), que únicamente produce leña.
 5	Descuido del arbolado, que trae como consecuencia una formación de maraña de brotes chupones en cepa y tronco. Disminución del crecimiento de copa y fructificación.	No dejar la limpieza del arbolado como una labor a realizar cada 4 ó 5 años; es preciso efectuar anualmente la corta de todos los brotes que distraigan al vegetal del fin que se pretende, como es el de fructificación.
 6	Copa ridícula en dimensiones y espesa en demasía.	Este caso presenta cierta analogía con el número 3, aunque los motivos y criterio que han conducido a ambas formas son distintos. Proponemos la misma solución que al tercer caso.
		

FIGURA XIII.6.- Situaciones defectuosas en las encinas de una dehesa provocadas por tratamientos incorrectos y sus posibles soluciones. Tomado de RUPÉREZ (1957).

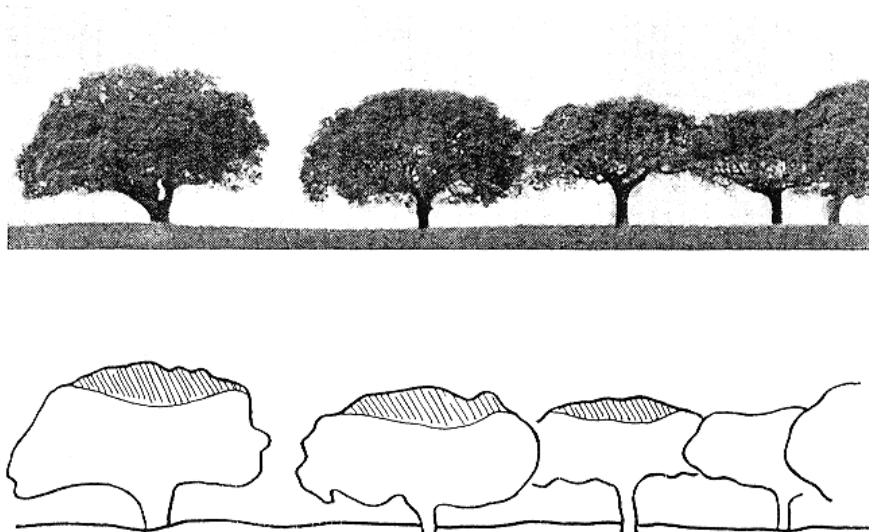


FIGURA XIII.7.- Las exigencias de este arbolado son relativas a un ligero clareo de la copa en general y, sobre todo, limpieza y poda de todas las ramas verticales que rellenan el área señalada. Tomado de RUPÉREZ (1957).

2.- *Desbroces*.- Los desbroces en la dehesa, como se vio anteriormente, tienen como objetivo principal que aumente o no se reduzca la superficie pastable, reducir riesgo de incendios y, en menor medida, eliminar competencia sobre pies de la masa principal; deben ejecutarse mediante roza y posterior eliminación de despojos; deben ser selectivos, dejando arbustos que puedan ser ramoneados por el ganado.

Un aspecto importante de la selectividad en los desbroces de las dehesas es su relación con la regeneración natural. No deben rozarse los arbustos espinosos de gran desarrollo que protegen o pueden proteger brinzales de la especie principal.

Simultáneamente a los desbroces se pueden realizar labores de recepe sobre matas comidas de la especie principal y guiado o apostado de brotes viables dentro de las mismas. Todo ello con la previsión de la correspondiente protección y formando parte también de los tratamientos de regeneración.

3.- *Enmiendas y fertilización*.- Como tratamiento parcial sobre el suelo, y orientado a la mejora cualitativa y cuantitativa del pastizal, se pueden aplicar enmiendas y fertilizaciones según se estudia en Pascicultura.

4.- *Tratamientos sanitarios*.- En las dehesas de encina es especialmente importante el tratamiento de *Tortrix viridana* y *Lymantria dispar*, por sus perniciosos efectos sobre la producción de bellota.

5.- *Otras mejoras*.- Para la mejora de la producción herbácea se aplican otras mejoras, dentro del campo de la Pascicultura, como *redileo*, *drenajes* e *implantación artificial de pastizales*.

Limitaciones para la implantación de dehesas.- Finalmente, visto el tratamiento, estructura y aprovechamiento de la dehesa, es importante hacer referencia a sus condiciones o *restricciones fisiográficas de instalación* o mantenimiento. La función protectora desde el punto de vista hidrológico de las dehesas es muy escasa. La baja espesura del vuelo arbóreo y la presencia del ganado generan riesgo de erosión hídrica en terrenos sensibles a este fenómeno.

Siendo la pendiente el factor que en mayor medida condiciona el riesgo de erosión hídrica, las pendientes máximas admisibles para la instalación o mantenimiento de dehesas deberán ser:

* del 12 al 18%, en montes en los que se realicen roturaciones periódicas, bien para cultivo agrícola, bien para control del matorral.

* del 25 al 30%, en montes donde no se hacen nunca roturaciones y el control del matorral se hace por roza.

Los valores superiores de pendiente respecto de los intervalos apuntados se podrán aplicar en: suelos de alta permeabilidad (texturas arenosas y buen contenido en materia orgánica); tramos de pendiente no muy largos; bajo climas que no presenten precipitaciones de alta agresividad, todo ello según se estudia en Hidrología Forestal.

Las relaciones entre la pendiente y la espesura de la dehesa que propone MONTROYA (1989) son las siguientes: para pendientes inferiores a 10%, no bajar de un 10% de Fcc en ningún caso; para pendientes superiores al 10%, los valores de pendiente y Fcc deben ser, con carácter general, iguales; los valores referidos de Fcc para el caso de las solanas deben ser incrementados en un 10%.

Producción.- Concluimos el estudio de las dehesas haciendo referencia a la producción de las de encina (SAN MIGUEL, 1994):

- Ganado: se pueden mantener cargas alternativas de: 1 a 3 ovejas/ha; 1 UGM de vacuno por cada 3 a 4 ha; engordes de cerdo ibérico en montanera para duplicación de peso; 2 a 3 cabras/ha en dehesas con mucho material ramoneable.

- Leña: producción media de 600 kg/ha/año, que resulta fácilmente carboneable con un rendimiento del 20% en carbón vegetal.

- Ramón: producción entre 500 y 1000 kg/ha/año de materia seca de ramón para alimentación del ganado, procedente de las podas y del vareo para aprovechamiento de la montanera.

- Bellota: entre 300 y 500 kg/ha/año.

- Cultivos agrícolas con rotaciones de unos cuatro años para evitar pérdidas de fertilidad, generalmente de avena, veza-avena, cebada, trigo o centeno.

- Otros productos directos: caza y hongos.

- Producciones indirectas: gran valor paisajístico; biodiversidad animal (muchas especies protegidas tienen su hábitat en las dehesas como buitre negro, águila imperial y grulla) y vegetal; valor histórico y cultural; valor recreativo.

XIII.3.- Alcornocales.

El alcornoque (*Quercus suber* L.), como es conocido, tiene la capacidad de producir una corteza, el corcho, que una vez extraído correctamente del árbol puede regenerarse. El corcho constituye un producto forestal de gran trascendencia tecnológica y económica.

Los alcornocales ocupan en el mundo una superficie de 2.355.000 ha en cifras aproximadas, según MONTOYA (1988), repartidas como se ve en el cuadro XIII.4.

CUADRO XIII.4.- Superficies de alcornocal (MONTOYA, 1988)

PAIS	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE RELATIVA
Portugal	676.000	28,7 %
España	500.000	21,3 %
Argelia	480.000	20,4 %
Marruecos	400.000	17,0 %
Francia	100.000	4,2 %
Italia	100.000	4,2 %
Túnez	99.000	4,2 %
TOTAL	2.355.000	100,0 %

El 85% de la superficie del alcornocal español es de propiedad particular, concentrándose la propiedad pública, y por tanto la gestión técnica reglada y continua, en las provincias de Cádiz y Málaga.

En relación con las producciones, MONTERO (1987) indica que España aporta el 25% de la producción mundial de corcho, mientras que a Portugal corresponde el 50%.

Una característica casi general de los alcornocales españoles es tener una configuración del vuelo semejante a las dehesas por varios motivos: los caracteres culturales, especialmente la estación, se adaptan bien a esta estructura; históricamente han tenido en estas masas un mayor interés los aprovechamientos de frutos, leñas, cortezas para curtientes y pastos, e incluso el cultivo agrícola, que el aprovechamiento de corcho; la espesura incompleta no ha limitado en gran medida la producción secundaria de corcho; es habitual la presencia espontánea de masas mixtas de alcornoque con otras especies formadoras de dehesas, como encina y quejigos.

Sin embargo, aunque la producción de corcho en forma preferente se ve favorecida por una espesura incompleta (Fcc de 70 a 80%), los vuelos de alcornocal adhesionados que tenemos tienden a presentar una espesura defectiva para la producción de corcho, y, como se verá, no siempre la estructura irregular de masa resulta ser la más conveniente.

XIII.3.1.- El descorche.

Antes de explicar los tratamientos del alcornocal, y para justificar muchas propuestas en ellos contenidas, es preciso conocer una serie de cuestiones relativas a la práctica de la extracción del corcho, llamada *descorche* o *pela*. Este epígrafe queda redactado como glosario de términos relacionados con el tratamiento del alcornocal y con el descorche que figuran en cursiva.

Partiendo de un alcornoque que no ha sido nunca descorchado y que alcanza la dimensión adecuada para ello (*machero*), en el primer descorche se obtiene un corcho denominado *bornizo*, separándolo de la *capa madre* o *casca* (felógeno, felodermo, líber y cambium) que debe quedar adherida al tronco y sin daños. La capa madre, de color hueso tras el descorche que va virando al rojizo y luego gris, se oxida y lignifica en su exterior dando lugar a una capa dorsal en el siguiente corcho, llamada *raspa*. El siguiente corcho se llama *segundo* o *corcho de reproducción*.

El bornizo presenta un color grisáceo, gran flexibilidad y grandes grietas que le hacen inaplicable a la industria taponera, por lo que se aplica a técnicas de aglomerados. El segundo es un corcho de un espesor (*calibre*, medido en *líneas* de 2,25 mm) más homogéneo que el bornizo, que se puede mantener sin grietas longitudinales (*colenas*) en los primeros años. Se denomina *refugo* a los corchos de mala calidad (no taponables) por: raspa gruesa; escaso calibre (menos de 9 líneas); trozos pequeños (menos de 400 cm²), que no llegan a ser *panas* (que deben tener entre 90 y 100 cm de largo y 60 a 80 cm de ancho); exceso de porosidad por abundancia de lenticelas; defectos producidos por plagas y enfermedades.

La *época* de descorche en España se fija entre 15 de junio y 15 de agosto, momento en que la actividad vegetativa del árbol es máxima y por tanto se produce una alta actividad de división celular en el felógeno, siendo mínima la resistencia a la separación del corcho de la capa madre. Se dice que el corcho "*se da*", se desprende con mayor facilidad y sin desgarros sobre la capa madre. El desgarrado induce cicatrizaciones, menor superficie para descorchar en el futuro y deformaciones superficiales. El plazo de actividad vegetativa posterior al descorche permite el crecimiento de una fina capa de corcho, lo que, junto a la formación de la raspa, protege al árbol del frío invernal y de la pérdida de humedad. Dentro de la campaña de descorche así fijada hay que suspender las operaciones en dos casos: cuando la humedad relativa sea baja y el viento fuerte, porque el corcho no se da y para evitar desecaciones sobre la capa madre; y cuando el tiempo esté lluvioso, para evitar accidentes a los corcheros y para no favorecer las micosis sobre la capa madre.

La herramienta básica para la operación de descorche es el *hacha de descorche*, de lámina relativamente fina y con el mango acabado en bisel. La *burja* es un palo largo acabado en bisel para ayudar a sacar *panas* en zonas altas, y también cabe el auxilio de escaleras.

Se ha comprobado que es más conveniente extraer todo el corcho que debe dar un árbol de una sola vez, descorche total o *pela redonda*, que extraerlo en dos veces separadas en el tiempo, descorches *parciales* o *fraccionados*, que no están justificados ni por motivos fisiológicos ni económicos.

Las operaciones del descorche son: *trazar*, dar cortes horizontales para delimitar la zona final del descorche (*cuellos*) y las *panas*; *abrir*, dar cortes verticales que completan la delimitación de las *panas*, normalmente aprovechando *colenas*; *ahuecar*, golpear con el revés u *ojo* del hacha, tangencialmente, sobre los cortes verticales, para separar la *pana*; *dislocar*, despegar la *pana* con el mango en bisel o con la *burja*; *descalzar*, o *sacar las zapatas*, separar los trozos de corcho próximos al cuello de la raíz; *repasar el cuello*, o perfeccionar el corte en la parte superior de la zona descorchada, en fuste o en ramas, según los casos; *acabar*, recoger todo el corcho y colocar las *panas* con la raspa hacia arriba para evitar bruscas desecaciones; *rayar*, hacer cortes longitudinales sobre la capa madre, mejor dos años después del descorche, para controlar la formación de *colenas* que faciliten futuros descorches con *panas* de buena forma y dimensión, siendo esta práctica más frecuente en Cataluña.

La organización del descorche en el tiempo y las características geométricas del mismo sobre cada árbol quedan resumidas en los siguientes puntos:

1.- *Circunferencia mínima de descorche*. En el alcornoque, debido a las cicatrizaciones que se producen al *trazar* y *abrir*, junto con el posible *rayado*, se dan deformaciones que aconsejan utilizar la circunferencia normal (CAP ó C, en cm) en vez del diámetro para las mediciones e inventarios.

La edad o tamaño correcto en que un alcornoque puede y debe ser descorchado se corresponde con 60 cm de circunferencia normal sobre bornizo, entre 20 y 25 cm de diámetro normal, entre 30 y 45 años de edad (recordemos, XII.6.5.3, que la poda de formación se realiza hacia los 20 años o 15 cm de diámetro).

Esta determinación, aparte de estar contenida en la legislación vigente, tiene un doble fundamento: si se descorchara sobre pies de menor tamaño, el trastorno fisiológico inducido puede poner en peligro la vida del árbol o condicionar su crecimiento futuro; si se descorchara sobre pies de mucho mayor tamaño, se produce una alta rugosidad en la capa madre que aumenta la superficie de contacto corcho-felógeno y llega a impedir un correcto desbornizamiento, de modo que tras alcanzar 80 cm de circunferencia sin haber sido descorchado un alcornoque, la primera *pela* resulta muy difícil (MONTROYA, 1988).

2.- *Turno de descorche* (t, en años). Se refiere al tiempo que transcurre entre dos descorches consecutivos en un mismo árbol. Su duración será tal que: permita al árbol recuperarse del impacto fisiológico que supone el anterior descorche (criterio selvícola); sea suficiente para que el corcho alcance un determinado calibre, adecuado para fabricación de tapones y no excesivo (criterio tecnológico); se pueda obtener el máximo rendimiento, sea en especie o monetario (criterio económico).

Con base en los criterios apuntados, los turnos de descorche mínimos, que figuran en las normas administrativas en España, son: 9 años para las masas situadas al sur del Guadiana; 10 años para las masas situadas al norte del Guadiana y sur del Tajo; y 12 años para las situadas al norte del Tajo (Cataluña).

El calibre del corcho segundero, a igualdad de tiempo, varía con: la estación, siendo menor en peores estaciones; el vigor del árbol, siendo menor cuanto más viejo; y la altura de la pana, siendo menor cuanto más alta. Por tanto, los turnos de descorche pueden ser aumentados en: estaciones de mala calidad; sobre masas viejas; y sobre masas con corchos muy porosos para aprovechar la mayor densidad de las últimas capas de crecimiento. Así, los turnos mínimos obligatorios de 9 años se convierten habitualmente en la provincia de Cádiz en 10 años, y los de 12 años pasan a ser de 14 en Cataluña.

El número de descorches que un alcornoque soporta, en condiciones normales de estación y con limitación de la superficie afectada en cada descorche, es de 8 a 12.

3.- *Longitud o altura de descorche* (HD, en cm). Se refiere a la longitud, medida sobre fuste y ramas, en su caso, que hay entre la base del fuste y el cuello más alejado.

Esta dimensión, que es creciente con los sucesivos descorches a medida que el árbol va tomando mayores dimensiones y por tanto va alcanzando a las ramas gruesas, debe estar limitada por dos motivos: el calibre del corcho en zonas altas tiende a disminuir y el corcho se da mal; el impacto fisiológico sobre el árbol puede ser excesivo.

4.- *Coefficiente de descorche* (CD). Es la relación que existe o debe existir entre la altura de descorche y la circunferencia normal sobre corcho del pie descorchado:

$$CD = HD / C, \text{ expresando HD y C en cm.}$$

El coeficiente de descorche es el instrumento más habitual para limitar HD en cada caso. La normativa actual española establece que la primera pela o desbornizamiento debe hacerse con un coeficiente de descorche igual o menor a 2 (longitud de descorche de 1,20 m), que el segundo descorche tendrá coeficiente de 2,5 y que en ninguno de los siguientes se sobrepase un coeficiente de 3. Este último valor puede resultar excesivo sobre pies muy viejos o con muchas ramas descorchadas.

5.- *Superficie de descorche* (SD, en m²).- Es la medición de la superficie sobre la que se ha extraído corcho en cada árbol. Resulta del cálculo de la superficie lateral del cilindro correspondiente al fuste (tomar circunferencia normal bajo corcho y altura de descorche o hasta la cruz) más las superficies descorchadas en ramas (circunferencia bajo corcho en mitad de la longitud y longitud descorchada).

Se puede referir a un pie aislado o al árbol medio representativo de la masa y ser expresada en m²/pie; o se puede referir a la superficie de descorche por unidad de superficie del monte y ser expresada en m²/ha.

La correcta información sobre este parámetro en los inventarios forestales de alcornocales permite una precisa estimación de la producción, siempre que además se obtengan estimaciones sobre calibre y densidad del corcho. La densidad del corcho se suele representar por la notación PC, se expresa en kg/m², con pesaje de corcho seco al aire durante 15 días después del descorche. La superficie de descorche de cada pie debe ser limitada: a través de la altura de descorche; por coeficiente; o, como se verá, por la intensidad de descorche, para que no se produzca un prematuro envejecimiento que limite la posibilidad de aplicar un número suficiente de descorches.

6.- *Intensidad de descorche* (ID). Para suplir las indeterminaciones del coeficiente de descorche, que limita la altura de descorche y no la superficie si ésta afecta a ramas, MONTERO (1987) introduce el concepto de intensidad de descorche que es la relación entre la superficie de descorche y el área basimétrica.

La intensidad de descorche se puede referir al árbol individual o al pie medio de la masa como:

$$ID = SD (m^2/pie) / SN (m^2/pie),$$

donde SN significa sección normal, medida bajo corcho.

También puede referirse al conjunto de la masa como:

$$ID = SD (m^2/ha) / AB (m^2/ha),$$

donde AB es área basimétrica de la masa, conocida por el inventario, mientras que la superficie de descorche del conjunto de la masa se puede deducir del peso total de corcho obtenido en un descorche y de la densidad del mismo.

MONTERO (1987) recomienda, como valor ideal, que la intensidad de descorche se establezca entre 34 y 36 y que en ningún caso supere valores de 45 a 50.

XIII.3.2.- **Tratamientos generales del alcornocal.**

La forma fundamental de masa más adecuada para una producción preferente de corcho es, indiscutiblemente, el monte alto. También puede ser posible con un fustal sobre cepa.

La forma principal de masa puede ser, según estación y tamaño del monte, la masa regular tratada por aclareo sucesivo uniforme, o bien la masa irregular tratada por entresaca regularizada con cortas de entresaca por huroneo dentro de cada parcela.

La *regeneración natural* en monte alto no ofrece problemas cuando existe acotamiento al pastoreo. Se caracteriza esta situación por una regeneración a la espera muy abundante, de más de 5000 pies/ha (XIMÉNEZ DE EMBÚN, 1963; MONTOYA, 1988), aunque con unas características particulares (DE BENITO, 1994): escasa colonización en superficies rasas; malformaciones espontáneas por brotación reiterada tras muerte de parte aérea por la sequía o inducidas por predación de fauna silvestre; la germinación resulta más abundante sin fuerte competencia del matorral.

En cualquier caso, puede ser aplicada la regeneración artificial, en este caso y a ser posible con planta procedente de semilla seleccionada o mejorada genéticamente en lo que se refiere a la calidad del corcho producido.

Para casos de montes degradados o sobre brinzales con malformaciones importantes, DE BENITO (1994) recomienda la aplicación de recepes de matas deformes de alcornoque en las zonas a regenerar, junto a los desbroces. Se obtienen brotaciones vigorosas y morfológicamente adecuadas. La aplicación de un determinado tipo de cortas en el alcornocal debe tener presente la organización del espacio en relación con el turno de descorche y la superficie que en el escaso tiempo útil para descorchar que cada año se presenta, puede abarcar una cuadrilla tipo de descorchadores.

El criterio para determinar la *cortabilidad del alcornoque* es un criterio mixto (DE BENITO, 1994) entre consideraciones de tipo físico o biológico y tecnológico (ver VI.3). Es lógico pensar que no debe ser apeado un alcornoque mientras produzca corcho. Ahora bien, esta suficiente producción, a medida que el alcornoque envejece se deteriora por dos posibles motivos: el calibre disminuye notablemente y resulta un corcho de baja calidad; el corcho empieza a darse con grandes dificultades. Las variaciones de esta edad entre pies de diferentes masas, e incluso dentro de la misma masa, pueden ser muy notables.

Si, como se apuntó, el número medio de descorches que puede soportar un alcornoque es de 10 y teniendo en cuenta que la edad de apertura es 30 a 45 años (60 cm de C, 20 a 25 cm de diámetro), resulta que la edad media apropiada para la extracción de los alcornoques oscilará entre 130 y 145 años para Andalucía y entre 150 y 165 años para Cataluña, correspondiendo con unas dimensiones de 205 cm de circunferencia o 70 cm de diámetro. Se deduce de lo expuesto el turno para masas regulares y el diámetro de cortabilidad para las irregulares.

Para el caso de tratamiento del alcornocal en *monte alto irregular*, tomamos de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963) las siguientes referencias que definen el monte entresacado ideal:

$$D_m = 70 \text{ cm}; D_1 = 5 \text{ cm}; \delta = 5 \text{ cm}; \text{número de clases diamétricas} = 14; N_m = 5 \text{ a } 7 \text{ pies/ha}; \\ q = 1,1 \text{ a } 1,15; \Sigma N_i = 128 \text{ a } 194 \text{ pies/ha}; F_{cc} = 60\% \text{ a } 80\%.$$

Para el tratamiento en monte alto irregular se aplicará una división del cuartel en forma de entresaca regularizada de modo que el número de parcelas de entresaca sea el número de años que tenga el turno de descorche y no el tiempo de cambio de clase diamétrica. Esto tiene la ventaja de que queda el espacio organizado para la correcta aplicación rotativa de descorches y tratamientos parciales, mientras que el posible inconveniente del desfase en las cortas de regeneración no se produce al ser las cortas, dentro de cada parcela, de entresaca por huroneo.

El tamaño de parcela adecuado para realizar un descorche completo por una cuadrilla de descorchadores en una campaña es del orden de 200 ha, por lo que en montes de gran tamaño será necesario establecer varios cuarteles, y en montes pequeños un cuartel único que podrá ser dividido en un número de parcelas submúltiplo del turno de descorche.

Para el tratamiento en *monte alto regular* las propuestas de espesura normal han variado con el tiempo: VIEIRA (1950) recomendaba masas con $F_{cc} = 60\%$ y $AB = 11 \text{ a } 14 \text{ m}^2/\text{ha}$; MONTERO (1987) recomienda masas con $F_{cc} = 70\% \text{ a } 80\%$ y $AB = 20 \text{ a } 25 \text{ m}^2/\text{ha}$. Las últimas investigaciones parecen dar la razón a las propuestas de espesura más elevada pues se han comprobado producciones mayores (a pesar de la posible restricción del crecimiento diametral y por tanto de la superficie de descorche), sin una importante reducción del calibre de corcho (el máximo calibre de corcho, a igualdad del resto de condiciones, se obtiene en masas con $10 \text{ a } 15 \text{ m}^2/\text{ha}$ de área basimétrica) y sin dificultades en la extracción del mismo (un exceso de espesura de la masa principal, al igual que un abundante sotobosque, a igualdad del resto de condiciones, hacen que el corche "se de" peor). La organización de las cortas de regeneración en monte alto regular para los alcornocales, aclareo sucesivo uniforme, debe ser flexible por las importantes variaciones locales en el turno más adecuado y las posibles alternativas de la regeneración, siendo favorables (DE BENITO, 1994) los métodos de ordenación por rodales y de tramo móvil, siempre que no haya problemas de acotado al pastoreo.

La masa regular deberá conducirse para que mantenga en todo momento y a partir del descorche el área basimétrica indicada: de 20 a 25 m²/ha. Por tanto, partiendo de un regenerado suficiente del orden de más de 1000 pies/ha a la edad de 10 años: cuando se comienza el descorche, con unos 20 cm de diámetro medio y entre 30 y 45 años de edad, la densidad será del orden de 650 pies/ha; llegar a madurez, con una edad del orden de 150 años y diámetro medio de 70 cm, manteniendo una densidad del orden de 65 pies/ha.

Si el periodo de regeneración se hace suficientemente largo, las cortas finales se pueden aplicar cuando el regenerado tiene de 30 a 45 años, lo que permite su desbornizamiento y hace posible el hecho de producir corcho de forma continua en toda la superficie del cuartel.

XIII.3.3.- Tratamientos parciales del alcornoque.

Los tratamientos parciales en el alcornoque son importantes para aumentar la producción de corcho, facilitar el descorche y garantizar la estabilidad de la masa. Se trata de aplicar las siguientes operaciones:

1.- *Desbroces*.- Ya se han comentado de forma genérica los desbroces en XII.3. Concretamos para el tratamiento del alcornoque la práctica del desbroce, que en ningún caso se traducirá en un aumento de la producción total, en los siguientes puntos:

- desbroces en épocas y lugares relacionados con la regeneración: serán desbroces por roza, selectivos como el de la dehesa por su relación con la defensa del regenerado, y con objetivo en disminuir la competencia con la masa principal y reducir riesgo de incendios.
- desbroces en épocas sin descorche y fase de desarrollo de masas regulares: desbroces selectivos y por roza para reducir riesgo de incendio.
- desbroces en masas que están siendo descorchadas: también desbroce selectivo y por roza con objetivo múltiple de favorecer las operaciones de los corcheros, hacer que el corcho "se de" más fácilmente y en caso de incendio tras el descorche la muerte del árbol por desecación de la capa madre resulte menos probable. El momento correcto de aplicación de este tipo de desbroce es el año anterior al descorche. En cuanto a su distribución superficial, puede extenderse a todo el rodal, aunque en zonas de pendientes fuertes o con bajas densidades de pies a descorchar puede afectar únicamente a la zona de proyección de la copa y un poco más, se denomina "por ruedos" o "por suelos" que quedan conectados por sendas.

En general se puede afirmar que los desbroces por arranque (laboreos) en los alcornoques no son prácticas recomendables por: la destrucción de posible regenerado; daños a los sistemas radicales de los alcornoques adultos; y posible pérdida de calidad edáfica e inducción de la erosión.

2.- *Podas*.- Nos remitimos al punto XII.6.5.3. donde se han tratado las podas en el alcornoque para producción de corcho. Recordamos que se ejecutan en dos fases: podas de formación, para que la superficie de descorche futura sea lo más extensa y accesible (evitar que queden muchas ramas gruesas y próximas entre sí) posible, a realizar sobre pies con una edad de unos 20 años y 15 cm de diámetro; podas de conservación para evitar formación de chupones sobre la superficie de descorche, y en menor medida para obtener leña y bornizo de rama o favorecer la producción de bellota, a realizar al año siguiente del descorche para ramas muy finas y en mitad del turno de descorche para ramas gruesas.

Por tanto, la periodicidad de las podas de conservación será igual al turno de descorche. Al ser costosa y dar poca leña, este tipo de poda se aplica poco en la práctica. Mayor detalle sobre la ejecución de podas en alcornoques se puede encontrar en VIEIRA (1950), MONTOYA (1988) y, sobre todo, en MONTERO y CURRÁS (1991).

3.- *Claros*.- Especialmente en las masas regulares, es preciso mantener a lo largo de la vida de la masa la espesura correcta. Como se ha visto, no se debe dejar que el área basimétrica supere los 25 m²/ha. Por tanto, una primera clara en la vida de la masa regular se impone hacia los 20 años, antes que las podas de formación, para dejar una densidad del orden de 700 pies/ha, extrayendo los pies muy mal conformados y aquellos en los que se puede predecir que el corcho no se dará bien en el futuro, identificados por un color oscuro en el bornizo (MONTOYA, 1988). Son claras selectivas y por lo bajo.

Cuando la masa ya ha entrado en descorche, y tres o cuatro años antes del mismo, procede extraer pies en los que se haya comprobado escasa producción, bajo calibre, dificultad de extracción o mala calidad del corcho, todo ello con un peso que vaya manteniendo el área basimétrica entre 20 y 25 m²/ha. Se comprueba la necesidad de una constante toma de datos en los descorches sobre calidad y cantidad de corcho obtenido, para perfeccionar el tratamiento selvícola y los inventarios para la ordenación (DE BENITO, 1994). Mas información sobre claras en el alcornocal se puede consultar en MONTERO *et al.* (1991) y MONTERO *et al.* (1994).

Producción.- Terminamos las explicaciones sobre el tratamiento de los alcornocales dando unas cifras muy aproximadas y genéricas sobre la *producción de corcho*: la producción de corcho en un descorche, variando con la espesura de la masa, la calidad de estación y la intensidad de descorche, puede oscilar entre 3.600 y 9.000 kg/ha/descorche; lo que con turnos variables supone de 400 a 1.000 kg/ha/año; suponiendo masas con 130 pies productivos/ha, las cifras anteriores dan una producción de 20 a 50 kg/pie/descorche.

Siendo la densidad media del corcho de 10 kg/m², y suponiendo que la superficie de descorche máxima en los alcornocales ronda los 1.000 m²/ha, con áreas basimétricas también máximas de 25 m²/ha, se obtienen intensidades de descorche del orden de 40, en límite de lo admisible. Para una densidad de 130 pies descorchables/ha, la superficie de descorche media por pie resulta con las cifras anteriores de 7,7 m²/pie.

Para el comercio del corcho se emplea como unidad de peso el quintal castellano, que tiene 45 kg. Por un quintal de corcho en cargadero se pagaron de media en 1996 de 8.000 a 9.000 pts (del orden de 60 €/quintal), con unos gastos de saca de 1.500 pts/quintal (del orden de 10 €/quintal, por tanto 50 €/quintal en pie). Distinguiendo por calidades, el precio en cargadero del corcho resulta: 150 pts/kg (del orden de 1 €/kg) para el segundero taponable; 75 pts/kg para el bornizo (0,45 €/kg); y 60 pts/kg (0,36 €/kg) para el refugo. Se pueden considerar valores aproximados de 130.000 pts/ha (780 €/ha) de renta neta por descorche, alrededor de 14.000 pts/ha/año (84 €/ha/año) de renta neta, todo ello con producciones cuya proporción entre calidades resulte normal. Mayor información sobre producción de alcornocales puede consultarse en MONTERO (1987), TORRES (1995) y MONTERO *et al.* (1996). Recientemente el futuro de la industria taponera y, por tanto de los alcornocales, esta comprometido por el empleo de tapones de material sintético en la comercialización del vino. Se trata de una competencia no del todo transparente pues está aplicando una campaña de descrédito para el uso del eficiente y tradicional tapón de corcho.

XIII.4.- Masas de pino piñonero para producción de fruto.

La superficie ocupada por *Pinus pinea* en España es del orden de 450.000 ha (ICONA, 1993), que se reparte aproximadamente por mitad en masas naturales y masas artificiales. Esta superficie representa el 75% de la distribución mundial de la especie y una producción media de piñón del 50% de la mundial (MONTTOYA, 1990).

La producción de piñón en masas españolas de esta especie resulta ser la preferente en la mayor parte de sus manifestaciones, si se exceptúan algunas masas artificiales protectoras frente a la erosión hídrica. Para este tipo de producción preferente, la espesura normal resulta ser incompleta y las prácticas selvícolas deben ser particularizadas. Junto a la variación de origen de masa que se ha mencionado, las masas españolas también ofrecen una variación estacional importante, lo que hace aconsejable formular propuestas de directrices de tratamiento en función de estos elementos de variación. Sin embargo, trataremos en el presente epígrafe de dar indicaciones de tipo general.

Preferir la producción de piñón frente a la de madera tiende a hacer disminuir esta última, pero si consideramos que la producción media anual en los años 1989 a 1994 de las masas de piñonero españolas dan un valor de 1.821 millones de pesetas/año en piñón, frente a 450 millones de pesetas/año en madera, con tendencia decreciente del valor de la madera, queda justificada la decisión (JOVELLAR y ORTUÑO, 1997).

Sin embargo, esta decisión de tipo económico debe tener en cuenta las importantes variaciones interanuales de la renta de piñón condicionadas por la vecería de la especie, la variación en los ataques de plagas y enfermedades y la variación del precio del piñón, influido a su vez por las importaciones de piñón comestible procedente de China y producido por *Pinus koraiensis* y otras especies próximas.

La *vecería* de la especie para las masas de las llanuras castellanas la explica XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963) en la siguiente forma: durante cinco años y llamando C a la cosecha media, se tienen:

$$0,5 C (1^\circ) + 2,5 C (2^\circ) + 1,0 C (3^\circ) + 1,0 C (4^\circ) + 0,0 C (5^\circ) = 5,0 C.$$

Con el mismo significado de C y para las masas andaluzas (JUNCO, 1975; citado por MONTERO y YAGÜE, 1994) en un período de 10 años se pueden esperar: 2 cosechas de coeficiente 1,0; 3 de 1,2; 3 de 0,75; 1 de 1,65; y una de 0,5.

La producción (en kg de piña/ha arbolada) controlada por YAGÜE (1997) en pinares abulenses tuvo la siguiente secuencia, de la que no es posible obtener una ley periódica:

1990 - 458; 1991 - 125; 1992 - 100; 1993 - 156; 1994 - 97; 1995 - 52; 1996 - 199.

Recordamos que el ciclo de maduración de la piña de pino piñonero establece de 31 a 36 meses entre el momento de la floración y el de la maduración, por lo que es posible observar en un momento dado la cantidad y calidad de tres cosechas a la vez (*chotas*, piñas de un año; *perinolas*, piñas de dos años; y *piña madura*, de tres años).

La recogida de la piña se realiza entre noviembre y febrero, para lo que los operarios especializados, *piñeros*, trepan a las copas de los pinos ayudados por el *gorguz*, herramienta con la que derriban las piñas.

El aprovechamiento mecanizado de piñas se basa en el empleo de un apero que, abrazado al fuste del pino y accionado por la toma de fuerza de un tractor, imprime un movimiento oscilatorio que hace vibrar la copa. Esta vibración provoca la caída de las piñas maduras. También provoca dicha vibración daños de diferente tipo e intensidad: caída de ramillas, con flores, chotas y perinolas; heridas sobre fuste en punto de aplicación del vibrador; descalce de parte del sistema radical. Parece que los daños se minimizan seleccionando un tamaño de árbol adecuado y evitando trabajar con heladas y que el aumento del tamaño de las piñas cosechadas compensa la pérdida de piñas inmaduras (MARTÍNEZ ZURIMENDI y SIERRA DE GRADO, 2006). Está limitado el tiempo de vibración por pie para minorar daños.

Este modo de aprovechamiento se aplicó en Italia a partir de 1976, posteriormente en Portugal y en España se aplica y ensaya a partir de 2000 en Castilla y León (MARTÍNEZ ZURIMENDI y SIERRA DE GRADO, 2006).

XIII.4.1.- Tratamientos generales para masas de pino piñonero.

En las masas de pino piñonero se pueden aplicar las cortas continuas (masas regulares), especialmente en montes llanos, extensos y en todas las masas artificiales, o las cortas discontinuas (masas irregulares de especiales características), aconsejables en montes con posibles riesgos erosivos, de pequeño tamaño y normalmente de origen natural.

Independientemente de la forma principal de masa establecida, una idea general en relación con la regeneración de las masas de producción preferente de piñón es la conveniencia de acudir a la *regeneración artificial* de las mismas por los siguientes motivos: no prescindir de la cosecha durante varios años; posibilitar la aplicación de mejora genética en los pies del futuro, tomando semilla de pies con cantidad y calidad (posibilidad de utilizar pies de la var. *fragilis*) superiores; facilidad en la especie para realizar repoblaciones por siembra o plantación; conseguir una homogénea distribución de los pies, dada la diseminación por gravedad de la especie.

En relación con el tratamiento en *masa regular*, los turnos se recomendaron antiguamente en cifras de 120 a 150 años, tratando de aplicar un criterio físico de cortabilidad. Sin embargo, el frecuente ataque a los pies viejos por parte de *Fomes pini*, aconsejan turnos de 100 a 120 años (MONTROYA, 1990). La viabilidad de las piñas en su largo ciclo de formación disminuye a partir de los 100 años de edad de los pies (PIQUÉ, 2003). La espesura de la masa regular a lo largo del turno, expresada en Fcc, debe estar entre 0,66 y 0,5, siendo la densidad final de 80 a 130 pies/ha.

Las cortas de regeneración en este caso pueden ser de aclareo sucesivo uniforme, aplicadas en dos o tres veces durante períodos de regeneración de 20 a 25 años en los que conviven pies viejos (del 50% al 20% de la densidad inicial) con un regenerado artificial o natural, que es liberado de la masa vieja cuando ha alcanzado la edad de entrar en producción frutera (20 a 25 años).

Como modelo de tratamiento en masa regular de espesura que se puede considerar máxima para la producción de fruto, a la vez que queda indicado el régimen de claras (aplicación de cuatro claras con peso del orden del 50% de la densidad), presentamos el cuadro XIII.5, resumido de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963).

CUADRO XIII.5.- Evolución de una masa regular de pino piñonero para producción de fruto. Llanuras castellanas. Según XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963).

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad (pies/ha)	Existencias (m ³ /ha)	Prod. piña (kg/pie)	Proy. copa (m ² /pie)	Fcc (0/1)
7	5	----	----	---	---	---
12	10	1.670	25,0	---	---	---
18	15	830	41,5	---	---	0,50
26	20	416	49,9	---	10	0,42
36	25	416	95,7	5	12	0,50
46	30	416	145,6	8	20	0,83
58	35	208	110,2	14	25	0,52
70	40	208	147,7	20	36	0,75
85	45	130	123,5	26	40	0,52
105	50	130	143,0	32	50	0,65

Para masas de Andalucía, la propuesta de tratamiento de masas regulares y artificiales, con un régimen de tres claras de peso 50% de la densidad a las edades de 18, 29 y 44 años, propuesta por GALLARDO (1996), se recoge en el cuadro XIII.6.

CUADRO XIII.6.- Evolución de una masa regular de pino piñonero en la zona interior de Cádiz, según GALLARDO (1996)

Edad (años)	Diámetro (cm)	Densidad (pies/ha)	Diámetro copa (m/pie)	Fcc (%)	Prod. piña (Ud/ha)
10	12	816	2,60	43	----
17	18	816	3,60	83	6.063
18	19	408	3,74	44	3.720
28	27	408	5,18	86	14.101
29	28	204	5,32	45	7.708
43	39	204	7,32	86	18.715
44	40	102	7,47	45	9.878
70	60	102	11,10	98	21.517

Las masas irregulares, a pesar del temperamento robusto de la especie no son infrecuentes en montes de pino piñonero tratadas desde antiguo.

Bajo una masa residual extracortable aparece una regeneración anticipada vigorosa de edad intermedia, y al decaer por cortas de regeneración o de tipo sanitario el viejo dosel, se incorpora un nuevo regenerado. Se tienen tres clases artificiales de edad que no son contiguas (MONTERO y YAGÜE, 1994). Todo ello posibilitado por una baja espesura global. Por tanto, es posible tratar de conducir los montes de pino piñonero para producción de fruto como *masa irregular*, especialmente en montes de pequeño tamaño y origen natural, aparte de los protectores.

En este caso las cortas se pueden hacer de entresaca por bosquetes seguidas de regeneración artificial; por entresaca por huroneo, tratando de regularizar y dividir el espacio para controlar mejor la evolución de la masa; o por entresaca pura si se dispone de un buen modelo de monte entresacado ideal, que en este caso no podrá superar, para pies de más de 10 cm de diámetro normal, la Fcc de 0,8.

Para el caso de tratamiento del pino piñonero en llanuras castellanas, tomamos de XIMÉNEZ DE EMBÚN (1963) las siguientes referencias que definen el monte entresacado ideal, que hay que tomar como máxima espesura en las mejores estaciones:

$D_m = 50$ cm; $D_1 = 10$ cm; $\delta = 5$ cm; número de clases diamétricas = 9; $N_m = 35$ pies/ha; $q = 1,1$; $\Sigma N_i = 475$ pies/ha; Fcc = 80%.

XIII.4.2.- Tratamientos parciales para masas de pino piñonero.

Los tratamientos parciales en las masas de pino piñonero son importantes para aumentar la producción de piñón, facilitar la recogida y garantizar la estabilidad de la masa. Se trata de aplicar las siguientes operaciones:

1.- *Desbroces*.- Ya se han comentado de forma genérica los desbroces en XII.3. Concretamos para el tratamiento del pinar de piñonero que el desbroce tiene importancia para localizar fácilmente las piñas derribadas y reducir el riesgo de incendios. Se harán por roza, selectivos y con la periodicidad que aconseje la probable invasión del matorral en masas tan claras. En masas muy claras puede rozarse únicamente debajo de los pies productores de piña y dejar zonas de matorral para facilitar la vida a las especies cinegéticas, lo que constituye un importante aprovechamiento secundario de estos montes.

2.- *Claros*.- Sobre las claras a aplicar en montes regulares correctamente tratados ya se ha expuesto la rotación y peso adecuados. Queda indicar que el tipo será por lo bajo y la naturaleza, para conseguir un espaciamiento lo más regular posible en los fustales de baja densidad, pueden o deben ser sistemáticas, especialmente en masas artificiales.

Caso especial resulta ser el de algunas masas artificiales, muchas de ellas logradas por siembra, en las que la alta densidad inicial no ha sido reducida y que cuentan, a la edad de 20 a 35 años, con más de 2.000 pies/ha. Están compuestas por pies con exceso de esbeltez y una copa reducida en espesor y en desarrollo lateral. Las claras en este caso deben ser fuertes dentro de la moderación, selectivas, por lo bajo, con peso del orden del 50% de N para extraer un 33% del área basimétrica y con una rotación entre 7 y 12 años, para llegar a una espesura normal cuando alcance la edad de 50 a 60 años. Los efectos comprobados de estas fuertes intervenciones ha sido una buena respuesta de las copas de los pies seleccionados, y una mejora en los aprovechamientos de piña y pastorales o cinegéticos.

3.- *Podas*.- Las podas del pino piñonero en relación con la producción de fruto se han comentado en XII.6.5.4. Los objetivos que cubren las podas en este caso son: mejorar la calidad de la madera en el fuste, a través de la escamonda y la subida de copa que produce, todo ello ligado al alto turno en relación con la edad de ejecución; facilitar el trabajo del piñero, aumentando su rendimiento, eliminando ramas dominadas dentro de la copa (este objetivo deja de tener vigencia al aplicarse la recogida mecanizada); aumentar la producción de piña al favorecer las ramas superiores que son las que tienen las flores femeninas.

Se ejecutarán las podas u *olivaciones* quitando ramas bajas y aclarando la copa, podando a savia parada, evitando cortar ramas de más de 8 cm de diámetro (MONTROYA, 1990) y cuando el árbol tiene de 12 a 15 cm de diámetro (unos 20 años de edad). En este momento no es lógico podar todos los pies de la masa, que estarán en densidad de 600 a 400 pies/ha, sino únicamente los pies del porvenir, del orden de 200 pies/ha. Sin grandes inconvenientes, la olivación puede retrasarse hasta una edad de 30 a 40 años, cuando el árbol ya ha entrado en producción. En algunos casos de alta calidad de masa y estación, puede reiterarse la poda cada 15 años, acompañando o anticipando la posible poda natural.

4.- *Tratamientos sanitarios*.- Las plagas más habituales en las masas de piñonero son: *Thaumetopoea pityocampa*, *Rhyacionia buoliana*, *Pissodes validirostris* y *Dioryctria mendacella*.

En relación con la procesionaria, las defoliaciones que provoca esta especie no son importantes para la producción de piña. El problema reside en las alergias que puede producir sobre los piñeros, lo que se evita con un tratamiento químico o combinado adecuado.

La evetria puede reducir la cosecha de piña al perforar y abortar los brotes tiernos, pero los efectos no suelen ser muy notables. Mayor importancia tienen las otras dos especies, perforadores de piñas en fase de larva, que pueden afectar a casi toda la cosecha. Independientemente de los posibles y difíciles tratamientos químicos, es una correcta práctica selvícola derribar, recoger y destruir mediante quema todas las piñas afectadas para evitar la eclosión de imagos que aumenten la plaga, todo ello a la vez que se realiza la cosecha ordinaria.

El control de *Fomes pini*, endémico en estas masas, debe realizarse mediante corta y extracción de los pies que se observen afectados y con la desinfección de herramientas de poda.

5.- *Injertos*.- En esta especie se está empleando el injerto como instrumento para el aumento de la producción de piña. Se procede escogiendo púas de pies de edad superior a la del inicio de la fructificación y de características genéticas superiores en lo referente a la abundancia de sus cosechas de fruto. Estas púas, recogidas sin actividad vegetativa y conservadas a 4 °C, se colocan mediante injerto de hendidura terminal sobre un patrón, normalmente un pie de pino piñonero (se han realizado injertos sobre pies de pino carrasco), de 2 a 3 años de edad que acabe de entrar en actividad vegetativa. La densidad de pies a injertar no será, lógicamente, toda la de la masa artificial instalada, sino que se reducirá a unos 200 pies/ha, que se verán favorecidos posteriormente por los tratamientos parciales.

De esta forma se consigue hacer entrar a la masa en producción con mucha anticipación y, por otra parte, formar pies productores con la copa baja facilitando la recogida.

Producción.- Terminamos las explicaciones sobre el tratamiento de las masas de pino piñonero para producción de piña dando algunos datos relativos a la *producción* de estas masas:

- producción por árbol, la relación diámetro normal (cm)/nº de piñas producido es: 20/10; 25/18; 30/35; 35/50; 40/80; 45/95; 50/115 (MONTROYA, 1990).

- rendimientos y unidades de medida: 1 hl de piña = 180 - 200 piñas = 60 - 70 kg de piña = 11 - 13 kg de piñón con cáscara = 2 - 2,5 kg de piñón blanco.

- producción por ha, ordinarias de 2 a 6 hl/ha (120 a 420 kg/ha), buenas de 15 hl/ha (900 kg/ha), y máximas de 30 hl/ha (1950 kg/ha).

- precio de la piña en pie: de 3 a 7 pts/kg (0,02 €/kg a 0,05 €/kg) en años de crisis; 10 a 25 pts/kg (0,06 €/kg a 0,15 €/kg) en años normales (JOVELLAR y ORTUÑO, 1997).

XIII. 5.- Montes en resinación.

Las especies gimnospermas, en general, producen en los *canales resiníferos* una secreción, la *resina*, que se estimula por causa de heridas, traumatismos o poda natural. Dentro de estas especies, son las del género *Pinus*, las que presentan secreciones más abundantes y tecnológicamente más útiles.

En España, la resinación se inició en la segunda mitad del siglo XIX sobre *Pinus nigra* con sistemas arcaicos de extracción, para aplicarse inmediatamente a *Pinus pinaster*, *P. pinea* y *P. halepensis*. Desde 1929 la resinación se aplicó exclusivamente, por razones de calidad y cantidad de la producción, a *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis*, aunque la resinación del pino carrasco permaneció más tiempo en la provincia de Albacete.

La resina segregada por el árbol y posteriormente recogida recibe el nombre de *miera*, que tras una primera transformación industrial que retira las impurezas pasa a denominarse *trementina*, materia que tras destilación posterior produce *esencia de trementina* o *aguarrás* y *colofonia*, ambas con aplicaciones industriales inmediatas y variadas.

La resinación del pino rodeno ha llegado a ocupar en España del orden de 270.000 ha, con una producción máxima de 40.000 t/año de miera. Entre el 60% y 65% de la superficie resinada han sido montes de propiedad pública. Las provincias en las que se ha practicado la resinación son, con indicación de su aportación a la producción total: Albacete (3,1%), Ávila (16,7%), Burgos (2,8%), Cáceres (0,5%), Cuenca (6,4%), Guadalajara (2,6%), León (3,9%), Madrid (1,1%), Salamanca (0,2%), Segovia (43,1%), Soria (10,3%) y Valladolid (9,3%) (ABREU, 1985).

Glosario.- La resinación se hace practicando incisiones longitudinales sobre los fustes de los pinos, llamadas *caras* de resinación, cuya forma (anchura y longitud) y método de progresión diferencian los distintos *sistemas de resinación*, y que están formadas por un conjunto de labores anuales llamadas *entalladuras*. Cada entalladura está compuesta de un número variable de extracciones de los tejidos vivos del fuste, llamadas *picas*. El número de entalladuras que componen una cara se llama *período de resinación*.

Las picas se dan, por operarios especializados o *resineros*, con una herramienta de diferentes formas según los sistemas de resinación llamada *escoda* o *hacha*. El conjunto de pies que trabaja un mismo resinero, permanente a lo largo de un período de resinación o cara completa, se llama *mata*. El tamaño de la mata ha venido oscilando, en función del sistema y la topografía del monte, entre 2000 y 7000 pies/mata.

La necesaria separación entre caras, para que no se produzca la muerte del árbol por anillamiento, se denomina *repulgo*, cuya anchura, según las normas vigentes será superior a 4 cm. La anchura de las caras de resinación en los sistemas que se han venido empleando hasta la actualidad ha sido de 12 cm en la base, 11 cm en la parte superior, 11,5 cm a la altura normal.

Consideración especial merece lo relativo al diámetro más adecuado para iniciar la resinación. Partiendo de la idea de que es necesario establecer un diámetro mínimo, pues de otro modo la resinación provoca la muerte o la detención del crecimiento del árbol, este diámetro mínimo queda establecido en la vigente legislación (M° DE AGRICULTURA, 1971) en 20 cm.

Ahora bien, el número total de caras que puede admitir un pino será función de: la anchura de caras y repulgos; el diámetro de apertura; y el crecimiento diametral, que a su vez será mayor si es genéticamente superior el árbol, está en buena estación, ha vivido y se mantiene en espesura incompleta y si ha sido abierto con un diámetro relativamente alto. Por estos motivos, en función de cada monte y pensando en una organización que dé preferencia a la producción de miera, los diámetros de apertura se fijan entre 25 y 35 cm.

Una hipótesis muy conservadora es considerar que tras la apertura de la resinación no se produce crecimiento diametral y programar el número de caras que corresponde al perímetro de apertura. Así, un diámetro de 30 cm garantiza aplicar 6 caras de las dimensiones apuntadas:

$$n^{\circ} \text{ de caras} = (\pi D)/(11,5+4) = 0,202 D.$$

Con mayor precisión, SERRANO (1994) propone una fórmula que permite establecer el diámetro de apertura:

$$D_n = [(A^2+B^2+2AB\cos a)^{1/2}/\text{sen } a]-[p(C_d/2)(n-1)]+[2k], \text{ siendo:}$$

D_n = diámetro de apertura

n = número de caras

p = período de resinación (número de entalladuras por cara)

A = anchura de la cara a altura normal

B = anchura del repulgo a altura normal

$a = 180^{\circ}/n$

C_d = crecimiento anual del diámetro normal

k = espesor de la corteza.

La campaña de resinación tipo que se ha venido aplicando se puede resumir en: preparación en el mes de marzo, con ejecución del *desroñe*, a ejecutar con un hacha y un *alisador*; instalación de *grapa* (chapa metálica acoplada transversalmente al fuste del árbol en la base de la entalladura, que se coloca con la *media luna* y el *mazo*), *punta* y *pote*; de abril a septiembre, ambos inclusive, resinación con ejecución de las *picas*, que desprenden *serojas*; recolecciones periódicas de la miera o *remasas*, que es almacenada en *barricas*; terminación en octubre con el *barrasqueo* o recolección del *barrasco* (miera adherida en la entalladura) mediante el *barrasquillo*; y última remasa, quitando potes, puntas y grapas.

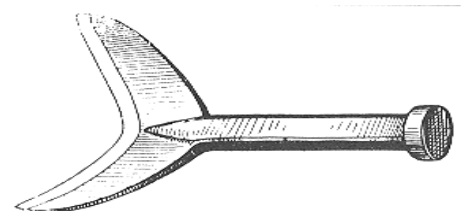
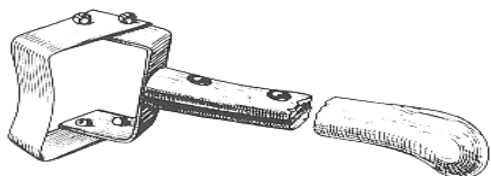


FIGURA XIII.8.- Barrasquillo (también sirve como desroñador o alisador) para sistema de pica de corteza y media luna. Tomado de NÁJERA (1961)

Terminamos este epígrafe de introducción presentando la figura XIII.9 que indica claramente que el orden de apertura de las sucesivas caras en un pino debe procurar el alejamiento entre dos caras consecutivas.

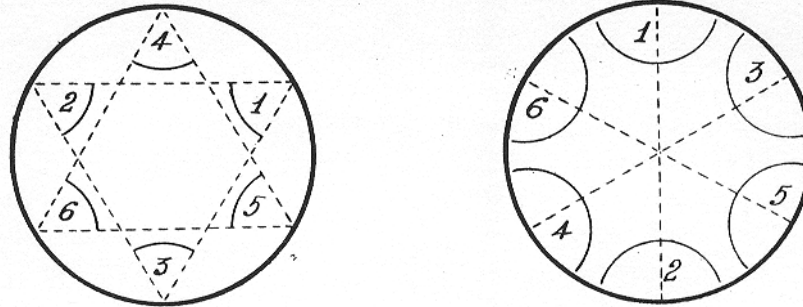


FIGURA XIII.9.- Modelos teóricos de orden de apertura de caras de resinación (XIMÉNEZ DE EMBÚN, 1963). En la práctica es más frecuente y útil la apertura consecutiva para aprovechar mejor la circunferencia.

XIII.5.1.- Sistemas de resinación.

Los sistemas de resinación, como se ha comentado, se caracterizan en función de la forma de las caras y del modo de aplicar las picas. Se hará una resumida descripción en orden cronológico de aplicación:

* *Resinación en cara ancha*

Es el sistema arcaico, también anticultural, de resinación. Se aplicó en España hasta finales del siglo XIX (hacia 1870). Consistía en la apertura de caras de 20 a 30 cm de anchura, ejecutando las picas con un hacha de apeo o poda convencional, hasta una altura del orden de 3,5 m. La gran anchura de las caras no permitía aplicar nada más que dos caras a cada pie, con detención del crecimiento diametral y generando en la troza basal resinada, *melera*, una forma tableada. Las serojas y astillas obtenidas de la madera enteada de la cara abierta servían para iluminarse, *teas*. La miera se recogía en un hoyo practicado en el suelo, en la base del tronco, denominado *peguera* o *coquera*, de modo que la miera contenía gran cantidad de impurezas. Fue desterrado por el sistema francés de resinación denominado sistema Hugues. El término *peguera* también se aplicó a los hornos en los que se producía la destilación de fustes y cepas de enebro para la obtención de la pez.

* *Sistema Hugues*

Este sistema practica caras de resinación cóncavas, de anchura entre 12 cm (base) y 11 cm (zona alta), con repulgos de 4 cm, y picas dadas con una escoda de forma alabeada que extrae serojas que contienen corteza, tejidos vivos y madera, con forma de coma, quedando la zona donde la pica se acaba de aplicar en forma redondeada. La profundidad de la cara debe ser menor de 1,5 cm. El número de entalladuras (periodo de resinación) por cara variaba entre 4 y 7, más frecuentemente 5 o 6. Las longitudes de cara y entalladura, crecientes éstas con la altura por la dificultad de ejecución de picas, en estos dos casos son:

1ª - 50 cm; 2ª - 60 cm; 3ª - 60 cm; 4ª - 80 cm; 5ª - 90 cm: total 340 cm.

1ª - 50 cm; 2ª - 50 cm; 3ª - 60 cm; 4ª - 60 cm; 5ª - 70 cm; 6ª - 70 cm: total 360 cm.

Tanto las entalladuras como las picas son ascendentes desde la base del fuste hacia arriba.

El flujo continuo de resina se asegura con el efecto de la pica que secciona los vasos y parte de la albura. Como la detención del flujo de resina, por obturación de los vasos por solidificación, tiende a ser rápida, la frecuencia entre picas debe ser de 5 a 10 días, lo que da 36 a 18 picas por entalladura, para una campaña de 180 días. Disminuir la frecuencia entre picas da mayor rendimiento, pero obliga a mayor precisión en las mismas si no se quiere sobrepasar la longitud de cada entalladura. Para una frecuencia de 7 días y una mata de 6.000 pinos, sin contar días festivos, el rendimiento del resinero ha de ser superior a 800 picas por jornada. Fue el sistema de resinación obligatorio en los montes españoles desde 1862 a 1969 (ABREU, 1985), cuando oficialmente se sustituyó por el sistema de pica de corteza con estimulación química, aunque en muchas comarcas permaneció hasta pasado 1980.

Los inconvenientes de este sistema son: necesidad de una mano de obra muy especializada; rendimientos bajos y trabajo penoso; longitudes de melera altas con deformación de la forma cilíndrica de las mismas.

** Sistema de pica de corteza con estimulación química*

Un antecedente antiguo del sistema de resinación que en cada pica quita únicamente la corteza y el cambium, sin afectar a la albura, se encuentra en el sistema denominado *pica en redondo*, practicado en la comarca del Alto Tajo en provincia de Guadalajara, sobre pino laricio, iniciado después de la pica en cara ancha (NÁJERA, 1961) y antes del Sistema Hugues.

El sistema de pica de corteza se caracteriza por una pica que no afecta a la albura con lo que la sección de la cara es convexa. La forma de la seroja es rectangular y de anchura constante, extraída por una escoda en forma de chapa doblada en U, representada en la figura XIII.10.

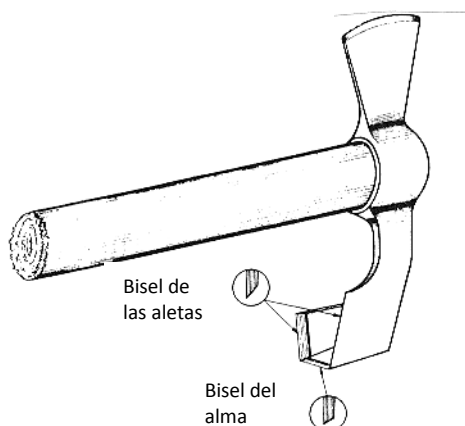


FIGURA XIII.10.- Escoda del Sistema de Pica de Corteza, con indicación del distinto modo de afilado que corresponde al alma y a las aletas del corte. Tomado de NÁJERA (1961).

La pica se produce entre dos líneas paralelas que marcan la anchura de la cara y que se trazan al hacer la preparación mediante el *trazador*, sobre una superficie de ritidoma preparada con el *alisador*. Ambas herramientas quedan representadas en la figura XIII.11.

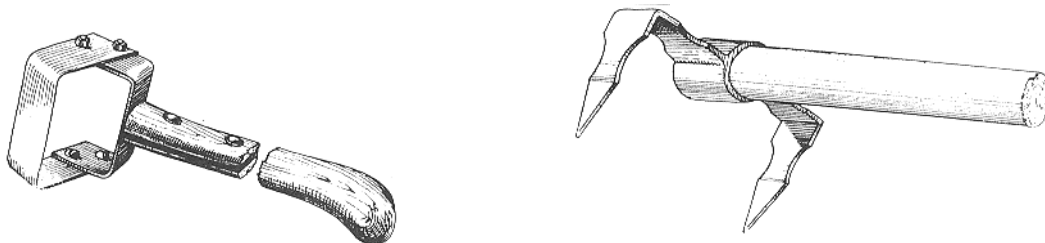


FIGURA XIII.11.- Alisador, para refinar el desroñe; Trazador, para señalar los límites de la anchura de la entalladura. Tomado de NÁJERA (1961).

La anchura de cara y repulgo son similares al sistema Hugues. La forma superior de la cara es cuadrada en entalladuras bajas y en bisel en entalladuras altas. Se refuerza el efecto y duración de la pica sobre el flujo de resina aplicando un estimulante químico, que resulta ser una solución acuosa de ácido sulfúrico al 30%, que forma parte de la composición de una pasta cuyo excipiente más abundante es el caolín y el cloruro cálcico. La aplicación en forma de solución acuosa directamente, aparte de los problemas de seguridad para el resinero, dio como inconveniente un excesivo daño sobre los repulgos.

La pasta se aplica, y queda adherida en forma de cordón, sobre los tejidos vasculares recién seccionados y su función es retrasar la obturación de los vasos alargando el tiempo en que la resina fluye. Esto lleva a una frecuencia de picas entre 10 y 15 días, lo que se traduce, en relación con el sistema Hugues, en: menor número de picas por entalladura (12 a 18); entalladuras más cortas, de 50 a 60 cm (unos 3 cm por pica); caras de 250 a 300 cm; a igualdad de tamaño de mata, menor trabajo para el resinero; a igualdad de número de picas diarias por resinero, mayor tamaño de mata y por tanto de rendimiento de la mano de obra. Tanto las entalladuras como las picas en este sistema son ascendentes.

Las figuras XIII.12 y XIII.13, tomadas de NÁJERA (1961), que se presentan a continuación, ayudan a comprender los sistemas de resinación Hugues y de pica de corteza y las diferencias existentes entre ambos.

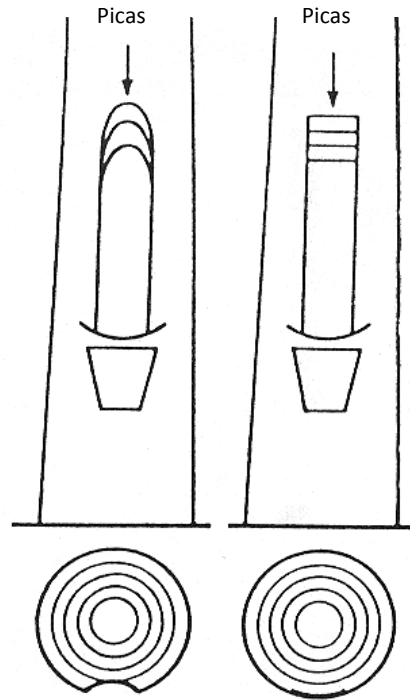


FIGURA XIII.12.- Aspecto en alzado y sección de las caras de resinación en el sistema Hugues (izquierda) y en el de pica de corteza (derecha). Tomado de NÁJERA (1961).

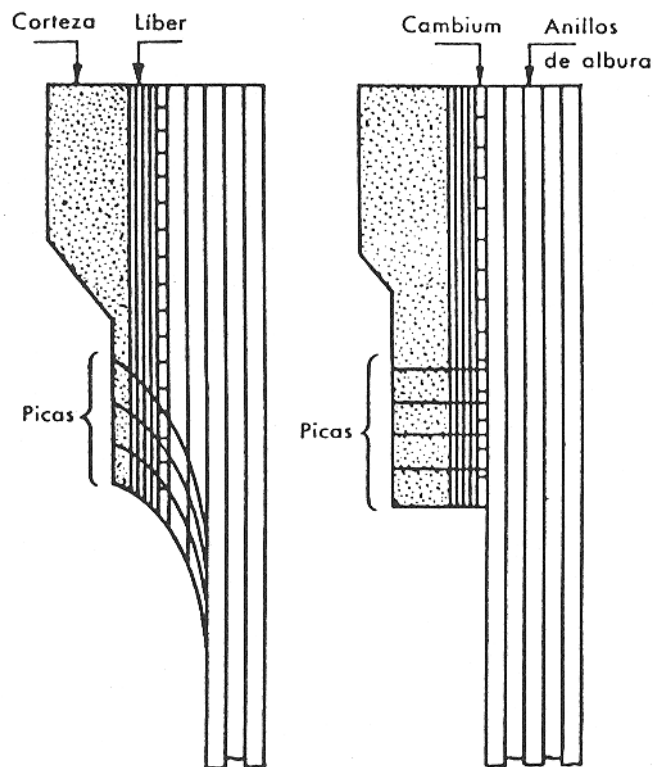


FIGURA XIII.13.- Detalle de las picas en sistema Hugues (izquierda) y en el de pica de corteza (derecha). Tomado de NÁJERA (1961)

El sistema de pica de corteza con estimulación química, de origen estadounidense y perfeccionado por el IFIE en España, es el vigente de forma oficial en nuestro país. Las ventajas respecto del sistema Hugues son: se puede emplear mano de obra sin especialización; las meleras resultan menos afectadas en su longitud y volumen; el rendimiento de la operación mejora. Sin embargo, y como se verá más adelante, la crisis resinera tiene una causa importante en el rendimiento de los operarios, lo que ha llevado a poner a punto recientemente otros sistemas de posible mejor rendimiento, que se enumeran a continuación.

** Sistema de pica descendente o de estimulación continua*

Con el fin de que la persistencia del cordón de pasta estimulante sea mayor, y poder por tanto aumentar el tiempo entre picas, se ha ensayado, con éxito, hacer que las picas, realizadas según todo lo descrito en el sistema anterior, sean descendentes dentro de cada entalladura. Es decir, se inicia la entalladura por la parte superior de la misma, se acaba en la inferior donde va instalado el pote, y se conduce la miera, para que no derive sobre la zona alisada de la corteza en el desroñe, por una acanaladura lateral que conduce a una grapa de diferente forma que en los sistemas anteriores y fijada al fuste mediante tachuelas.

El cordón de pasta queda apoyado sobre el resalto formado por los tejidos vivos y parte de la corteza inmediatamente seccionados, de modo que su efecto resulta más persistente. A su vez, las entalladuras dentro de la cara se pueden hacer ascendentes o descendentes. Esta forma de proceder puede permitir una frecuencia entre picas de 20 a 40 días, lo que mejora notablemente el rendimiento del resinero y rebaja los costes de personal sobre el precio del producto final. Esta frecuencia puede suponer entalladuras de 50 cm con 10 picas, lo que para matas de 6000 pinos obliga al resinero a dar 400 picas/jornada. Como variantes dentro de este sistema, y para mejorar aún más el rendimiento, se han planteado las siguientes alternativas (PÉREZ y ORTUÑO, 1996): resinar en una campaña reducida de junio a septiembre, en la que se obtiene el 70% de la producción total; hacer entalladuras de 30 cm de largo, por 16 cm de ancho, con una preparación de 60 cm cada dos campañas; al aumentar la anchura de cara se propone reducir a 3 caras/pie, aumentando el período de resinación a 8, con caras de 240 cm de longitud total. Según se afirma, en estas condiciones el tamaño de la mata puede crecer hasta los 20.000 pies.

** Sistema Eurogem*

En fase experimental, consiste en practicar entalladuras circulares dadas con una fresa especial accionada por herramienta eléctrica con batería. Se aplica estimulante químico. Se coloca una pieza de plástico en forma de embudo que aísla la albura descubierta quedando fijada a ella y sobre la que se colocan bolsas de plástico flexible que recogen la miera.

Modos de resinación.- En cualquier sistema de resinación de los vigentes, se dice que se practica resinación *a vida* cuando se mantiene abierta una única cara en cada momento, que la resinación es *a media vida* si se abren dos caras a la vez y todavía le cabe alguna más al pino, y que se hace resinación *a muerte* cuando se le abren simultáneamente todas las caras posibles dejando, por supuesto, los reglamentarios repulgos. Esta denominación puede ser malinterpretada, por lo que se aconseja utilizar *resinación completa*. La producción de resina por cara disminuye al aumentar el número de caras abiertas a la vez en el mismo pino. En los inventarios de este tipo de masa se distingue entre: pies cerrados, sin ninguna cara abierta; pies abiertos, con indicación del número de caras que tienen y admiten; y pies agotados, a los que no les cabe ninguna cara más.

XIII.5.2.- Tratamientos generales de montes en resinación.

Teniendo en cuenta el temperamento robusto de la especie y las características de esta producción, la forma principal de masa más adecuada resulta ser la regular (SERRANO, 1994).

Las condiciones estacionales más favorables para la producción de miera son: clima mediterráneo con escasas precipitaciones dentro de la campaña de resinación y relativamente precoz inicio de la actividad vegetativa; suelos llanos que, por una parte permiten el rápido desplazamiento de los resineros entre los pies de su mata, lo que favorece también la forma de masa regular, y que por otra parte no implican riesgo de erosión al ser la espesura normal de estas masas una espesura incompleta.

Así, el tipo de cortas continuas más adecuado es el aclareo sucesivo uniforme, aplicadas por subtramos, con cierta intensidad, y sobre pies agotados de resinación. Las limitaciones estacionales y de tratamiento excluyen de producción preferente de resina a muchas masas españolas de pino rodeno, bien por escasa duración del período vegetativo, bien por resultar masas protectoras. En estos casos la producción de resina podría ser secundaria respecto de la de madera, practicándose una resinación a muerte única o a media vida previa al apeo en cortas de regeneración de diferente tipo.

En el tratamiento por aclareo sucesivo uniforme de masas en resinación, tratamiento general más indicado para este caso, las particularidades más importantes son:

- que la superficie del cuartel debe ser relativamente grande, con subdivisión de los tramos en subtramos (en algunas zonas se les denomina tranzones a estos subtramos) que permiten organizar en el tiempo y en el espacio las cortas de modo que las caras de los pies se hayan completado;
- que la espesura normal durante la mayor parte de la vida de la masa, a partir de que se alcanza el diámetro de apertura, es del orden de 200 pies/ha;
- que la determinación del turno está basada en la resinación, cuestión a la que dedicamos mayor atención.

La *determinación del turno* para pinares en resinación debe tener en cuenta que éste debe quedar descompuesto en tres partes, etapas o subciclos: una inicial, que se designará por la letra **a**, que estará dedicada a que el arbolado en masa regular alcance el diámetro de apertura; otra intermedia, **b**, que estará dedicada a que la masa produzca resina en resinación a vida; otra final, **c**, en la que se tiene que producir la regeneración de la masa y en la que será posible mantener resinación a vida y a muerte.

De esta forma, $T = a + b + c$, siendo T el turno de la masa para aclareo sucesivo uniforme, y que, de acuerdo con lo expuesto en el capítulo VIII, debe cumplir: $T / PR = N^{\circ}$ entero de tramos.

Por tanto, $c = PR$ (período de regeneración) y deberá cumplirse, para facilitar la división en subtramos y para realizar caras completas de resinación durante la regeneración, que PR sea múltiplo del período de resinación (p).

Por otra parte, la duración de **b**, será igual al producto del número de caras de posible apertura en resinación a vida (**n**), habiéndose comprobado esta posibilidad en función del valor del diámetro de apertura (D_n), por el período de resinación (**p**) o número de entalladuras por cara:

$$b = n \times p.$$

Finalmente, conocido el patrón de crecimiento diametral de la especie, en relación con la estación y el tratamiento, bien por tablas de producción, bien por estudios dentro del propio monte, hay que fijar el valor de **a** de modo que: garantice que se alcanza D_n ; que resulte igual o múltiplo de PR para que se cumpla que el valor final del turno sea múltiplo de PR y, a la vez por los ajustes realizados, múltiplo de **p**.

Algunos ejemplos de determinación de turno para masas en resinación que se han empleado en España, para mejor comprensión de lo expuesto, se presentan a continuación (SERRANO, 1994):

- T = 80; PR = 20; p = 5; n = 4; **a** = 40; **b** = 20; **c** = 20; 4 tramos con 4 subtramos.
- T = 100; PR = 20; p = 5; n = 8; **a** = 40; **b** = 40; **c** = 20; 5 tramos con 4 subtramos.
- T = 120; PR = 24; p = 6; n = 8; **a** = 48; **b** = 48; **c** = 24; 5 tramos con 4 subtramos.

XIII.5.3.- Tratamientos parciales de montes en resinación.

Los tratamientos parciales en las masas en resinación son importantes para aumentar la producción de miera, facilitar la recogida y garantizar la estabilidad de la masa. Se trata de aplicar las siguientes operaciones:

1.- *Desbroces*.- Ya se han comentado de forma genérica los desbroces en XII.3. Concretamos para el tratamiento del pinar en resinación que el desbroce tiene importancia para facilitar el tránsito de los resineros en las operaciones de: preparación, picas, remasas, barrasco y recogida. La influencia positiva del desbroce sobre la producción de miera no está acreditada. El efecto de los desbroces en este tipo de masas en relación con los incendios forestales es importante.

Vistos los objetivos, los desbroces se realizarán por roza, a hecho, selectivos y con eliminación de despojos. La época de ejecución será el invierno. La recurrencia será variable en función de la capacidad de regeneración del matorral y la estación, pero dada la baja espesura del monte normal, la invasión del matorral tiende a ser rápida, con lo que los desbroces suelen ser reiterados cada 5 a 10 años (de **p** a 2**p**) en cada rodal.

2.- *Podas*.- Las podas del pino rodeno en relación con la producción de miera se han comentado en XII.6.5.5. El objetivo que cubren las podas en este caso es que la troza basal (4 m) de los pies que alcancen el diámetro de apertura se encuentre libre de nudos y ramas para que la ejecución de las caras de resinación no encuentre ningún obstáculo. Dado el temperamento robusto de la especie, si se mantiene una relativamente alta espesura en las edades de monte bravo y latizal bajo, la poda natural es activa hasta alturas como la indicada. Además, esta relativamente alta espesura debe favorecer la rectitud de los fustes corrigiendo la tendencia de muchos ecotipos de esta especie a ser torcidos y flexuosos, resultando también esta rectitud favorable para la apertura de las caras.

Por tanto, se ejecutarán las podas, más frecuentemente *escamondas*, quitando ramas bajas, secas y dominadas, sobre los pies reservados después de cada clara, hasta que después de la clara que corresponda a un diámetro medio de 15 a 20 cm, la altura de poda suba hasta 4 m. Las podas contribuyen a la prevención de incendios.

Las podas altas, hasta 6 m, sólo estarán justificadas sobre los pies que formarán la masa definitiva (a realizar con diámetro medio de 20 cm y densidad del orden de 200 pies/ha) y para una supuesta mejora de la calidad de madera en la troza afectada. Estas podas se realizarán en invierno.

3.- *Claras*.- El régimen de claras tiene gran importancia en el tratamiento de masas en resinación. Partiendo de un regenerado, clases naturales de repoblado y monte bravo, conseguido tras las cortas de aclareo sucesivo uniforme, con densidades del orden de 2000 pies/ha o mayores, se pueden seguir las siguientes indicaciones:

- en la primera parte de la etapa que hemos denominado **a**, con clases naturales de repoblado, monte bravo y latizal bajo, de unos 20 años de duración, se aplicarán clareos y claras débiles o moderadas por lo bajo para ir extrayendo pies dominados y mantener una espesura que ayude a la poda natural y a la rectitud de fustes, de forma que al final quede una densidad del orden de 800 a 1000 pies/ha.

- en la segunda y última parte de **a**, con una clase natural de latizal alto, se aplicarán claras fuertes y por lo alto, para favorecer a los pies del porvenir y conseguir que su crecimiento diametral se acelere. Serán claras de rotación igual a p, que con extracciones del orden del 50% de la densidad, conduzcan a la densidad definitiva para la etapa **b** de 200 pies/ha. En estas claras y cuando los pies a extraer tengan diámetros del orden de 20 cm, se puede realizar una resinación a muerte sobre los que van a ser cortados si se señalan con la debida anticipación. A partir de este momento, los únicos tratamientos parciales a aplicar en las etapas **b** y **c**, serán los desbroces.

Producción.- Terminamos las explicaciones sobre el tratamiento de las masas en resinación dando algunos datos relativos a la producción de las mismas. Considerando la influencia del clima, la orografía y los suelos sobre la producción resinera, se han distinguido tradicionalmente dos tipos de monte: de llanura, situados en la margen izquierda de la cuenca del Duero, suelos arenosos, provincias de Segovia, Ávila y Valladolid y que son los de mayor productividad resinera; de montaña, situados en zonas con topografía mas complicada, suelos de variadas texturas y litofacias, situados en el resto de las provincias enumeradas anteriormente y de menor productividad.

En función de su producción unitaria, y a efectos de regular las relaciones de trabajo en las empresas o explotaciones resineras, los montes se encuentran clasificados, desde 1947, en cuatro grupos:

- Grupo A: con producción media inferior a 2 kg de miera/pie/año. Montes con producciones medias inferiores a 1 kg/pie/año no se han resinado nunca.
- Grupo B: con producción media comprendida entre 2 y 3 kg/pie/año.
- Grupo C: con producción media comprendida entre 3 y 4 kg/pie/año.

- Grupo D: con producción media superior a 4 kg/pie/año. Los mejores montes resinados han dado producciones medias del orden de 6 kg/pie/año. Para ello, producciones individuales de 10 kg/pie/año deben ser frecuentes, siendo las máximas registradas en pies excepcionales de 30 kg/pie/año.

Expresar la producción media en kg de miera/pie/año es correcto cuando se trata de resinación a vida. Para resinaciones a media vida o a muerte sería más preciso indicar kg/entalladura/año. La producción por entalladura en un mismo pie desciende cuando se abren varias caras, por ejemplo: si un pie da 4 kg/entalladura/año con resinación a vida, al ser resinado a muerte con tres caras no dará 12 kg/pie/año, sino una cifra inferior, del orden del 80 al 70% de este valor.

XIII.5.4.- El futuro de los montes en resinación.

La producción resinera en España entró en crisis alrededor de 1980, disminuyó paulatinamente a partir de esta fecha, llegó a anularse completamente en 1995 aunque en 1997 parece que se ha producido un cierto aumento. Los motivos de la crisis son:

- las funciones que históricamente desempeñaban el aguarrás y la colofonia, en algunas aplicaciones, ha sido sustituida por derivados de la destilación del petróleo, lo que hizo bajar la demanda.
- se pueden obtener productos resinosos, aunque de peor calidad, de un subproducto del proceso de fabricación de pasta de celulosa a partir de madera de coníferas, el *tall-oil*, que ha aumentado en su oferta, especialmente en EE.UU., manteniendo un precio muy bajo.
- los costes de extracción, mano de obra, en España llegan a no compensar el precio del producto en fábrica (estabilizado durante la crisis en unas 80 pts/kg). Por una parte la competencia de Portugal con precios más baratos, por otra las importaciones de miera desde China y Centroamérica, fueron suficientes para abastecer de miera a las industrias españolas.

Todo ello ha producido efectos, y son necesarias reacciones, de tipo económico, social y selvícola, en relación con las masas en resinación españolas.

Al ser las causas de la crisis de naturaleza económica, el efecto ha resultado ser una importante reducción de rentas de los propietarios de montes en resinación, que de alguna forma puede verse compensada por la producción de madera.

Desde el punto de vista social, la crisis resinera ha supuesto la desvinculación de tareas de extracción, conservación y mejora sobre los montes de una población con gran experiencia e interés, los resineros. En este sentido se ha procurado actuar en el sentido de aumentar la oferta de trabajos de mejora.

Desde el punto de vista selvícola, nos encontramos con masas de aspecto regular en las que la mayor parte de su superficie está resinada, dentro de ella la resinación afecta al 50 - 80% de su densidad, y en general, las edades están en torno a 100 años. Esta situación las convierte en masas sensibles a enfermedades, *Armillaria mellea*, a derribos y roturas por viento, y al incendio por abandono de los desbroces y por la inflamabilidad de las meleras de los viejos pies resinados.

Por otra parte, los suelos en zonas de montaña han tenido una importante levigación junto a un descenso o estancamiento de la humificación, favorecidos ambos procesos por las bajas espesuras y desbroces, con la formación de horizontes argílicos que no son favorables para la especie.

Combinando los objetivos selvícolas y económicos, los tratamientos de masas en resinación envejecidas que se han venido aplicando desde la crisis resinera están basados en los siguientes planteamientos:

- fijar como producción preferente la madera, manteniendo como secundaria la de resina.
- reducir el turno a cifras del orden de 80 años.
- mantener la división dasocrática existente para facilitar la gestión y la comparación de inventarios.
- consecuentemente, reducir los períodos de regeneración, acelerando las cortas de regeneración que pasan a ser en muchas zonas a hecho con regeneración artificial para mejorar los suelos mediante labores o a hecho en dos tiempos con regeneración natural.
- favorecer en las cortas de regeneración, mediante guiado de brotes de cepa o raíz de rebollo, quejigo o encina, según zonas, la diversidad específica de la masa, para producir mejoras edáficas en un tipo de masa homologable a masas con subpiso (ver XI.2.2).
- mantener espesura completa en los regenerados y masas desarrolladas, adecuadas a la nueva producción preferente y a los objetivos selvícolas.

Se consigue con esta forma de proceder: a corto plazo y en relación con los aspectos económicos, aumentar la rentabilidad de los montes con unas posibilidades maderables incrementadas y transitoriamente superiores a los crecimientos; a medio plazo y en relación con los aspectos selvícolas, acelerar la sustitución de viejas, inflamables y claras masas de pino rodeno resinado por vigorosos latizales de espesura completa en forma de masa mixta; a largo plazo, estabilizar las masas frente a daños bióticos y abióticos, manteniendo la posibilidad de que la producción preferente siga siendo la madera o, si cambiara la tendencia de los mercados de resinosos y se implantan modernos sistemas de resinación, volver a una producción preferente de resina.

En un futuro pudiera suceder que, por razones de modificación del mercado mundial de productos resinosos, se produjera una nueva demanda de resinación sobre nuestros pinares. Es difícil pronosticar el modo de proceder en este caso, pero hay una serie de aspectos que se manifestarán con seguridad: la función de producción de miera será secundaria y complementaria a la de producción de madera; al haber desaparecido la mano de obra tradicional se requerirán métodos de resinación sin necesidad de capacitación compleja, como el EUROGEM o similares; la resinación a muerte o resinación completa sobre pies que van a ser apeados en cortas de regeneración o de mejora debería ser una práctica habitual que tiene por consecuencia separar el momento del señalamiento del pie a apea un número de años equivalente al de entalladuras de las caras a abrir, del orden de 3 o 4 entalladuras. Todo esto requerirá una muy efectiva coordinación y gestión técnica detallada, redundando en mejora del empleo y del desarrollo rural.

XIII.6.- Bibliografía.

- ABREU, J. M. - 1985. Resina, corcho y frutos forestales. in *Boletín de información agraria el Campo*, nº 98, *Bosques y montes de España*. Abril - junio de 1985. Banco de Bilbao. Bilbao.
- BENITO, N. de. - 1994. Ordenación de Alcornocales. in MADRIGAL, A.- 1994. *Ordenación de montes arbolados*. ICONA. Colección Técnica. Madrid.
- BRAVO FERNÁNDEZ, J.A. – 2003. *Resalveos de conversión en montes bajos de la región central de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- GALLARDO MARTÍN, J. y GALLARDO DE PRADO, J. - 1996. La selvicultura en los pinares de *Pinus pinea*. *Revista MONTES*. nº 45. pág. 26 a 29. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y de los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.
- ICONA. - 1993. *Los montes españoles*. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Madrid.
- JOVELLAR, L. C. y ORTUÑO, S. F. - 1997. Consideraciones económicas sobre las masas artificiales de pino piñonero. *Revista MONTES*. nº 49. pág. 16 a 20. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- MARTÍNEZ ZURIMENDI, P. y SIERRA DE GRADO, R. - 2006. Posibilidades del aprovechamiento mecanizado de piña. VII Jornadas de Selvicultura de PROFOR. Valladolid, noviembre de 2006. <http://www.profor.org/profor/archivos/hemeroteca/PABLO%20MARTINEZ%20ZURIMENDI.pdf>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. - 1971. *Ordenación de Montes Arbolados*. Mº de Agricultura. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid.
- MONTERO, G. - 1987. *Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornocales (Quercus suber L.) en función de la calidad de estación y de los tratamientos selvícolas*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Colección: Tesis Doctorales nº 75. Madrid.
- MONTERO, G. y CURRÁS, R. - 1991. *La poda del alcornocal (Quercus suber L.). Cuantificación de sus productos*. Hojas divulgadoras Nº 18-19/90 HD. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Estructuras Agrarias. Madrid.
- MONTERO, G.; DE BENITO, N.; TORRES, E. - 1991. *Selvicultura y Ordenación de Alcornocales*. Seminario sobre Inventario y Ordenación de montes. TRAGSA. Valsaín, mayo de 1991. Valsaín.
- MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C. - 1994. Aspectos selvícolas, económicos y sociales del alcornocal. *Agricultura y Sociedad*. nº 73, octubre-diciembre 1994, pp. 137-193. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C. - 1996. Modelos para la estimación de la producción de corcho en alcornocales. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Vol. 5 (1), 1996. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. INIA. Madrid.

- MONTERO, G. y YAGÜE, S. - 1994. Ordenación de los pinares de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). in MADRIGAL, A.- 1994. *Ordenación de montes arbolados*. ICONA. Colección Técnica. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1988. *Los alcornoques*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie: Manuales Técnicos S.E.A. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1989. *Encinas y encinares*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1990. *El pino piñonero*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- NÁJERA, F. - 1961. *Sistema de resinación de pica de corteza estimulada con ácido sulfúrico: normas de aplicación*. Mº de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE). Madrid.
- PIQUÉ, M. - 2003. *Modelos de producción para las masas de **Pinus pinea** L. en Catalunya: orientaciones para la gestión y aprovechamiento sostenible de madera y piña*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lleida.
- PÉREZ, J. L. y ORTUÑO, S. F. - 1996. Metodología para el estudio de la viabilidad económica en la aplicación de nuevas técnicas de resinación en España. *Revista MONTES*. nº 43. pág. 46 a 50. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- RUPÉREZ, A. - 1957. *La encina y sus tratamientos*. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 1994. *La Dehesa Española. Origen, tipología, características y gestión*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- SERRANO, M. - 1994. Métodos de ordenación de pinares en resinación. in MADRIGAL, A.- 1994. *Ordenación de montes arbolados*. ICONA. Colección Técnica. Madrid.
- TORRES, E. - 1995. *Estudio de los principales problemas selvícolas de los alcornoques del Macizo del Aljibe (Cádiz y Málaga)*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- VIEIRA, J. - 1950. *Subericultura*. Traducción al español por MONTERO, G. - 1991. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN, J. - 1961. *El monte bajo*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN, J. - 1963. *Diez temas sobre los árboles*. Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- YAGÜE, S. - 1997. Selvicultura mediterránea para una especie mediterránea: el pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. in *Actas del II Congreso Forestal Español - IRATI 97*. Mesa 4. pág. 571 a 576. Sociedad Española de Ciencias Forestales y Gobierno de Navarra. Pamplona.

CAPÍTULO XIV.- TRATAMIENTOS DEL MONTE BAJO.

XIV.1.- CONCEPTO Y DENOMINACIÓN

XIV.2.- PROCEDIMIENTO GENERAL DEL MONTE BAJO REGULAR

XIV.3.- PROCEDIMIENTO GENERAL DEL MONTE BAJO IRREGULAR

XIV.4.- CONDICIONANTES GENERALES DEL MÉTODO

XIV.5.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MÉTODO

XIV.6.- APLICACIONES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MONTES BAJOS EN ESPAÑA

XIV.6.1.- DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS PARA LOS MONTES BAJOS PRODUCTORES DE LEÑAS

XIV.6.2.- EL RESALVEO DE CONVERSIÓN EN MONTE BAJO REGULAR

XIV.7.- MONTES BAJOS DEGRADADOS

CAPÍTULO XIV.- TRATAMIENTOS DEL MONTE BAJO.

XIV.1.- Concepto y denominación.

La Selvicultura general define el método de beneficio de **monte bajo** como el que asegura la regeneración de la masa principal a través de brotes de cepa o de raíz, aplicando el mismo término a las masas resultantes, formadas en su mayor parte por *chirpiales* (ver punto V.10.3). En lenguaje común el término monte bajo hace mención a las formaciones arbustivas o de matorral de escasa talla, lo que es causa de frecuentes confusiones.

En español se utiliza a veces el término *tallar* para describir las masas resultantes, aunque más concretamente se refiere a la etapa en que debe ser acotada la masa al pastoreo tras la corta de regeneración (JORDANA, 1900). Recordamos que el término *cepa* es el conjunto del tocón, las raíces gruesas y los brotes que sobre ella se asientan. El término *mata* se refiere a un conjunto de cepas que están próximas e interrelacionadas y también se aplica al conjunto de brotes de raíz que están próximos entre si y aislados de otras cepas o matas.

En francés, al método de beneficio se le denomina *règime du taillis*, y *taillis* a la masa resultante. En inglés, al método de beneficio se le denomina *coppice* o *sprout method*, y a la masa resultante *coppice forest* o *low forest*. En italiano, al método de beneficio se le denomina *ceduazione*, y a la masa resultante *ceduo* o *ceduo semplice*. En alemán se dice *niederwald*, lo que es origen del término monte bajo en español.

La aplicación de este tipo de cortas de regeneración natural fue aplicada por los griegos y romanos, se ha extendido a todas las zonas del mundo, y ha llegado hasta nuestros días, siempre ligada a una producción preferente energética o a la obtención de piezas de unas dimensiones favorables para su empleo sin grandes transformaciones (turno tecnológico).

En el momento actual y en relación con España, el monte bajo tiene presencia en los siguientes casos:

- choperas y mimbreras, con turnos muy bajos, menores de tres o cuatro años y en ambos casos es necesaria la aplicación de riegos y fertilizaciones, prácticas propias de la agricultura, para mantener el vigor de la masa y la calidad de la estación.
- eucaliptales, con turnos entre 12 y 16 años correspondientes a máxima renta en especie, para producción de madera para pasta de papel, y sin más tratamientos parciales sobre el vuelo que una selección de brotes al siguiente año del recepe y desbroces para prevención de incendios.
- trasmochos, aplicados muy localmente en zonas ganaderas y en montes de escasa extensión, se aplica preferentemente en fresnos.
- castañares, con turnos variables en función del tamaño de las piezas a obtener, que cuando se aplican al aserrío pueden llegar a los 80 años, y que requieren la aplicación de claras.
- masas productoras de leñas y carbón vegetal, con turnos entre 15 y 30 años, formadas mayoritariamente por encina (*Quercus ilex* L.), rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.) y quejigo (*Q. faginea* Lamk.), que presentan la mayor trascendencia por su extensión territorial (ver Tabla XIV.1) y por sus necesidades de tratamiento o conversión para asegurar su estabilidad.

TABLA XIV.1.- Estado de superficies, expresadas en ha, de las especies forestales españolas más importantes en las que se aplica el monte bajo excluyendo choperas y eucaliptales, con indicación de su forma fundamental de masa y valores relativos. Datos procedentes del Primer Inventario Forestal Nacional (ICONA, 1979), elaborados por SERRADA, ALLUÉ, Y SAN MIGUEL (1992).

Especies	Monte alto		Monte bajo		
	Superficie (ha)	% sobre especie	Superficie (ha)	% sobre especie	% sobre monte bajo
<i>Fagus sylvatica</i>	271.893	97	8.089	3	0,36
<i>Castanea sativa</i>	103.025	82	23.533	18	1,05
<i>Quercus robur</i> + <i>Q. petraea</i>	124.800	80	31.854	20	1,43
<i>Quercus pyrenaica</i>	213.435	36	375.270	64	16,78
<i>Quercus faginea</i>	94.904	35	182.490	65	8,17
<i>Quercus ilex</i>	1.651.746	56	1.275.501	44	57,05
<i>Quercus suber</i>	309.327	85	56.520	15	2,53
Masas mixtas y otras especies	621.058	69	282.297	31	12,63
TOTAL	3.394.188	60	2.235.536	40	100,00

La importancia territorial de las masas de monte bajo de encina, rebollo y quejigo en España, que casi llegan a dos millones de hectáreas, queda justificada en la Tabla XIV.1, en términos absolutos y relativos, por lo que la mayor parte del contenido del presente capítulo se dedicará a estas especies.

XIV.2.- Procedimiento general del monte bajo regular.

La mejor comprensión del procedimiento general para el monte bajo regular requiere recordar, por una parte, lo apuntado en el Capítulo V respecto de los tipos de brotación, sus causas y viabilidad, y por otra lo tratado en el Capítulo VII sobre las cortas a hecho.

El procedimiento general que se aplica se concreta en cortas de *monte bajo regular* o de *matarrasa*, cuyo resumen es el siguiente:

XIV.2.1.- Inventario y formación del cuartel.

El inventario forestal de las masas de monte bajo regular para la producción preferente de leñas tiene como características especiales, en relación con la práctica ordinaria, las siguientes:

* empleo del *estéreo* como unidad de cuantificación de existencias, productos y crecimientos, en vez del metro cúbico.

* diámetro normal mínimo inventariable del orden de 2 a 5 cm.

* clasificación de la leña, o madera destinada a combustión o a fabricación de carbón vegetal, en: gruesa (de 17 a 7 cm); fina (de 7 a 2 cm) y chasca (menos de 2 cm).

* inventario aparte de la densidad de *cepas* o *matas*, para deducir el número medio de pies por cepa o mata, donde éstas se puedan identificar.

XIV.2.2.- División del cuartel.

Se divide el cuartel en una serie ordenada de rodales (cortas persistentes), cuya denominación más específica es *tranzones*, de superficie equiproductiva, de tamaño entre 20 y 30 ha, en número igual al de años que tiene el turno (cuarteles de 400 a 600 ha); o a un divisor de él (cortas intermitentes, serie graduada de rodales), en función del tamaño del cuartel.

Antiguamente era importante mantener el tranzón en la cabida referida para que el aprovechamiento o el carboneo que de él se derive sean ejecutados con una correcta organización del trabajo. En aprovechamientos de tipo vecinal la cabida puede reducirse, en función de las necesidades medias, y no tiene tanta importancia por no aplicarse el carboneo.

XIV.2.3.- Fijación del turno.

El *turno* del monte bajo, fijado en el intervalo de edades durante el cual el brinzal o la cepa mantienen capacidad de brote, será determinado de forma que permita recuperar el vigor tras el anterior recepe.

Si se parte de un monte alto para originar por corta de los brinzales un monte bajo, la *edad del arbolado para poder aplicar el primer corte* de forma que el resultado sea favorable y vigoroso, será cuando la masa se encuentre en estado de latizal, entre 14 y 40 años según especies y estaciones.

La *edad máxima* de los pies para mantener una capacidad de brote con toda seguridad es variable, y difícil de determinar, para las diferentes especies y estaciones. Se atribuye la imposibilidad de brotación en altas edades a alguna de las siguientes causas: desaparición de las yemas proventicias; o excesivo grosor y resistencia del ritidoma de la cepa, que impide la emisión del brote. Las más altas edades de este tipo las alcanzan los robles y la encina con cifras del orden de 150 años, les sigue el rebollo con 120 años, el quejigo y el castaño con 100 años, el alcornoque con 70 años, y 50 años para fresno, haya y sauces. Los eucaliptos introducidos en España parece que dejan de brotar a los 90 años. Esta edad tiende a ser mayor, en las especies de crecimiento lento y madera dura, resistente a las pudriciones del duramen, y a igualdad de especie, en estaciones de mejor calidad.

El *turno* en el monte bajo, o la frecuencia de los sucesivos recepes, se determinará atendiendo a los siguientes criterios:

a).- Selvícolas o biológicos. La duración del turno se ajustará de forma que la cepa sea capaz de recuperar los nutrientes necesarios para brotar otra vez vigorosamente. En la mayor parte de las especies esta capacidad se consigue superando un plazo de 6 a 10 años.

b).- Económicos. La duración se buscará de modo que se alcance el máximo rendimiento en especie, al igual que en el monte alto regular. Al ser el crecimiento inicial de los chirpiales mucho más rápido que el de los brinzales, el momento en que se alcanza el crecimiento medio máximo es mucho más precoz. Para el monte bajo, este plazo se sitúa, según especies y calidad de estación, entre los 12 y 25 años.

c).- Tecnológicos. Se fijará de forma que se obtengan las dimensiones de los fustes necesarias para alguna transformación o aplicación específica. Para las maderas destinadas a trituración o a combustión, el turno tecnológico suele ser coincidente con el económico. En los castañares y en masas de salicáceas, la aplicación de los productos condiciona en mayor medida el turno.

Para las especies productoras de leñas, la máxima renta en especie se alcanza entre los 15 y 30 años, habiendo sido los turnos más frecuentes entre 20 y 25 años.

El *número total de recepes* que admite una cepa antes de su decaimiento vegetativo es variable con: especie (longevidad y capacidad y modo de brotación); calidad de estación; y duración del turno. Con turnos bajos, que no sean inferiores al plazo de recuperación, se obtiene un número total de recepes mayor. Las especies de maderas blandas (tilo, arce, chopos, etc...) resisten menor número de recepes, que serán del orden de 5 o 6. Las especies del género *Quercus*, de maderas duras, admiten del orden de 10 recepes y en el caso de la encina hasta 15. Los eucaliptos y el castaño admiten un máximo de 10 recepes en las mejores estaciones, siendo una cifra habitual para mantener buen nivel productivo en estaciones medianas entre 3 y 6.

XIV.2.4.- Ejecución de las cortas.

Cada año se corta el tranzón que alcanza la edad del turno, procediéndose a la *extracción* de leñas y de despojos de corta y al estricto *acotado* al pastoreo. La necesidad de acotar al pastoreo tiene mayor exigencia en el monte bajo que en el monte alto. El hecho de una predación sobre un regenerado de monte alto destruye los brinzales, pero en la medida en que queden pies de reserva, se produce una nueva diseminación y nuevas oportunidades para la regeneración. Al contrario, en el monte bajo la destrucción de los incipientes chirpiales puede conducir a un agotamiento de la cepa al no respetarse los plazos de recuperación, con la posible muerte de la misma o la inviabilidad del crecimiento longitudinal de los brotes, dando lugar a un monte bajo degradado.

La duración del acotado (estado de tallar) en España para especies del género *Quercus* es de 5 años para la oveja; 8 años para la cabra; y 10 años para el vacuno, dando cifras conservadoras.

El corte se ejecuta con cualquier clase de *herramienta*, siempre que no se produzcan desgarros de corteza o fendas en el tocón. La discusión sobre el tipo de herramienta de corta se planteó cuando los tronzadores y las primeras motosierras provocaban calentamientos en la zona de corte y dichos desgarros de corteza. Las motosierras modernas no producen estos inconvenientes.

En relación con la *forma del corte*, la ejecución debe dejar la cara del tocón completamente lisa, con superficie inclinada o convexa. Los cortes cóncavos o con desgarros producen acumulación de agua que favorece la pudrición de la cepa. Para ilustrar la forma del corte, se incluye la figura XIV.1 tomada de CAPELLI (1991).

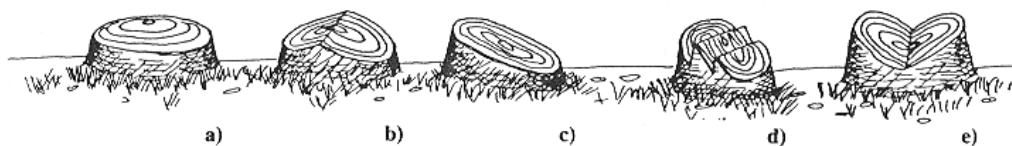


FIGURA XIV.1.- Formas correctas de dar el corte en monte bajo: a), b) y c). Formas incorrectas: d) y e). Tomado de CAPELLI (1991).

Otra cuestión muy importante en relación con la ejecución de las cortas en monte bajo se refiere a la *altura del corte*, variable con el modo de brotar de cada especie.

Si predomina el brote de raíz, la altura sobre el suelo puede llegar hasta los 15 o 20 cm. Si es predominante el brote de cepa, el corte deberá estar como máximo a 10 cm, y será mejor que quede rasante e incluso bajo la superficie del suelo tras haber practicado una cava alrededor del fuste antes del apeo.

Una variación sobre la regla de aplicar un corte cercano al suelo en el monte bajo lo constituye el denominado método de *trasmoch* (en francés *têtard*, en inglés *pollarding*, y en italiano *a capitozza*), que consiste en cortar el pie original a una altura variable sobre el suelo entre 1,5 y 2,5 m.

Los motivos de esta forma de proceder pueden ser uno o varios simultáneamente de los siguientes: compatibilizar las cortas de monte bajo con el aprovechamiento ganadero de modo que los brotes queden fuera del alcance del ganado; por presencia de encharcamientos invernales y de primavera sobre el suelo, que provocaría imposibilidad de respiración a las hojas de los brotes; frecuencia de heladas tardías y rasantes, normalmente por inversión térmica, que puede comprometer la brotación.

El turno en el método de *trasmoch* será necesariamente más corto que en las cortas rasantes para evitar caídas y desgarros de los brotes, más frecuentemente adventicios. Los brotes apeados procuran leña, y en algunos casos, ramón comestible para el ganado. Después de varios cortes se forman cicatrizaciones que abultan la parte superior del fuste y engrosan el ritidoma, debiéndose proceder en este caso cuando se corta dejando la parte inferior (20 a 30 cm) de algunos brotes seleccionados para que sobre ella se facilite la nueva brotación.

En España, como se verá, el *trasmoch* se aplica preferentemente a *Fraxinus angustifolia* y *F. excelsior*, dando lugar a unos característicos montes bajos adeshados, aunque esporádicamente se pueden observar *trasmoch*ados robles, rebollos, quejigos, castaños, sauces, chopos, etc...

Para ilustrar lo referente a la altura del corte en monte bajo, se presenta la figura XIV.2, tomada de CAPELLI (1991).

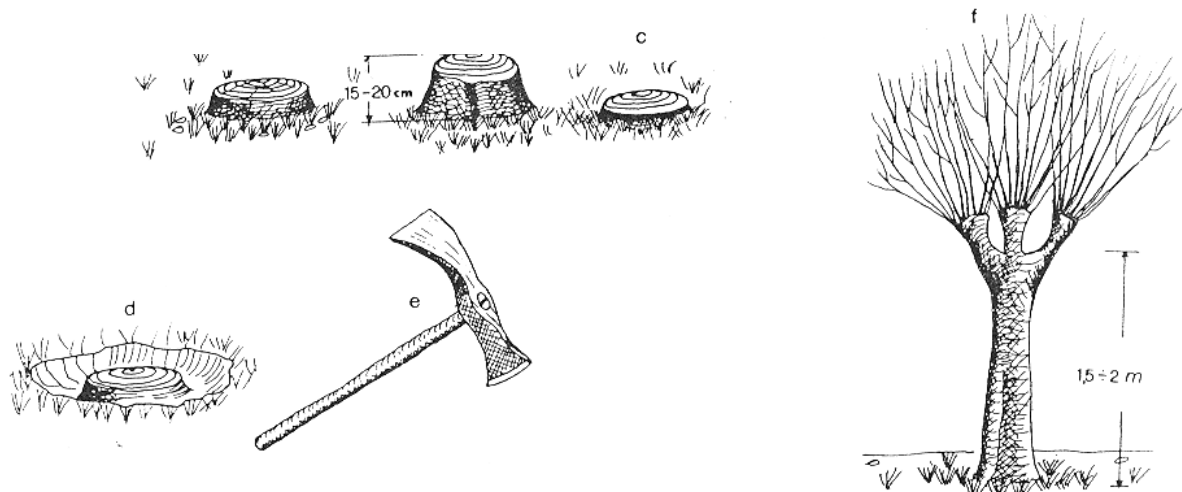


FIGURA XIV.2.- Altura del corte en monte bajo: a, corte algo elevado sobre el suelo, adecuado a cualquier tipo de brotación; b, corte más elevado para especies que brotan de raíz; c, corte rasante; d, corte bajo superficie del suelo o entre dos tierras ejecutado con la herramienta que figura en e), que posteriormente es tapado con tierra y se aplica preferentemente en montes bajos degradados; f, corte en trasmucho, en este caso dejando varias ramas gruesas como es habitual en el norte de la España Peninsular sobre *Fraxinus excelsior*, siendo el corte sobre *Fraxinus angustifolia* en el resto de España directamente sobre el tronco. Tomado de CAPELLI (1991).

La última cuestión importante sobre la ejecución de las cortas en monte bajo se refiere a la *época de corta*, que debe ser fijada estrictamente dentro del período de paralización vegetativa, para favorecer la brotación en la primavera siguiente. En la época de paralización vegetativa invernal es cuando mayor cantidad de sustancias nutritivas se encuentran almacenadas en la cepa, de modo que con carácter general, los recepes se efectuarán entre el 1 de octubre y el 31 de marzo, aunque extremadas condiciones de latitud o altitud, pueden hacer variar estas fechas. Tampoco se debe cortar con heladas intensas, por lo que puede estar indicado prohibir la corta entre el 15 de diciembre y el 15 de febrero. En estaciones con climas de inviernos fríos y primaveras húmedas, es preferible cortar al principio de la primavera y, por el contrario, bajo climas de inviernos suaves y primaveras secas, será preferible cortar al final del otoño.

Cuando las cortas en trasmucho, o de otro tipo, pretenden suministrar ramón al ganado y se aplican a especies de hoja caediza o marcescente, la época de corta puede adelantarse, sin grandes trastornos sobre la brotación posterior, al mes de septiembre.

XIV.2.5.- Disposición de los tranzones y tratamientos parciales.

Tras el recepe efectuado según las indicaciones anteriores se produce un vigoroso brote que regenera la masa, como se puede observar en la figura XIV.3, tomada de CAPELLI (1991).

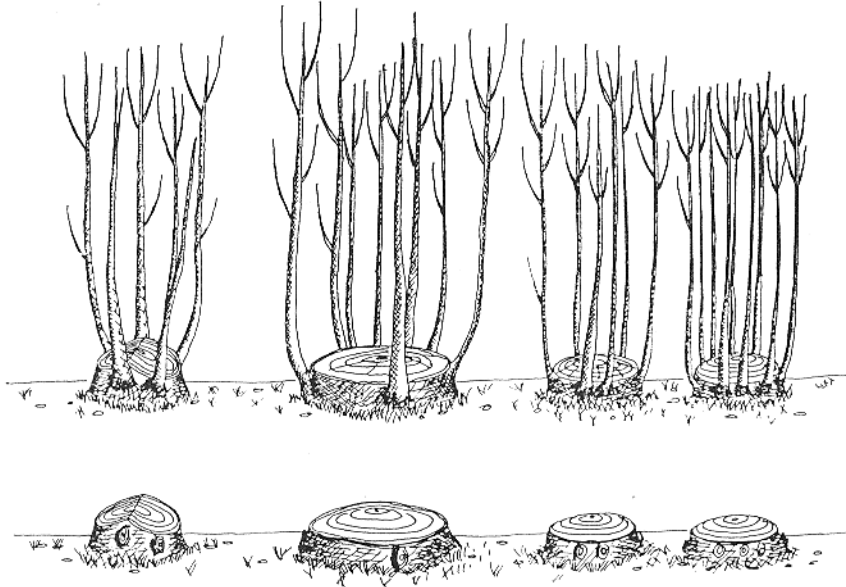


FIGURA XIV.3.- Esquema del aspecto de una corta en monte bajo. Abajo tras la ejecución del recepe. Arriba la brotación se ha producido. Tomado de CAPELLI (1991).

En cada tranzón todos los pies tienen la misma edad (masa coetánea) y los tranzones se pueden disponer consecutivos para facilitar el acotamiento al pastoreo. En cuarteles pequeños puede resultar conveniente imponer intermitencia a las cortas, con período de 2 o 3 años, por lo que manteniendo la superficie del tranzón, se aplica el método con $1/2$ o $1/3$ del número de tranzones que corresponderían al turno.

No se aplican en las masas productoras de leña ninguna clase de tratamientos parciales. En masas productoras de madera (castaño y eucaliptos) se aplican a los pocos años de la brotación cortas de selección de brotes, dejando de uno a tres por cepa, y desbroces relacionados con el riesgo de incendios.

En las masas de castaño en monte bajo, bien tras la selección de brotes, bien espontáneamente, se producen brotaciones posteriores a la correspondiente al recepe.

XIV.2.6.- Especies con capacidad de brotar de cepa.

Siendo el condicionante más importante para la aplicación del método de beneficio de monte bajo, de los referentes a la especie, la capacidad de brotar, en la Tabla XIV.2 se informa de dicha capacidad en relación con las especies leñosas españolas.

TABLA XIV.2.- Capacidad de brote de cepa y raíz de especies leñosas en España. Los calificativos son relativos, para el brote de cepa a la encina, para el brote de raíz al rebollo. El orden de las especies presenta por una parte en primer lugar a las gimnospermas, y por otra a las autóctonas. Según NICOLÁS ISASA (2005).

C = cepa; R = raíz; mb = muy bien; b = bien; r = regular; m = mal; n = no brota.

ESPECIE	C	R	ESPECIE	C	R	ESPECIE	C	R
<i>Pinus canariensis</i>	b	n	<i>Celtis australis</i>	b	b	<i>Sambucus nigra</i>	b	n
<i>Tetraclinis articulata</i>	mb	n	<i>Ficus carica</i>	b	mb	<i>Ginkgo biloba</i>	b	n
<i>Taxus baccata</i>	r	n	<i>Laurus nobilis</i>	mb	b	<i>Sequoia sempervirens</i>	b	n
<i>Juglans regia</i>	m	n	<i>Laurus canariensis</i>	b	b	<i>Cryptomeria japonica</i>	b	n
<i>Populus alba</i>	b	mb	<i>Platanus hybrida</i>	mb	n	<i>Metasequoia sinensis</i>	b	n
<i>Populus tremula</i>	m	mb	<i>Sorbus aucuparia</i>	b	r	<i>Casuarina equisetifolia</i>	b	n
<i>Populus nigra</i>	mb	r	<i>Sorbus aria</i>	b	r	<i>Carpinus betulus</i>	b	b
<i>Populus x euramericana</i>	b	r	<i>Pyrus communis</i>	b	r	<i>Salix babylonica</i>	b	n
<i>Salix sp.</i>	b	b	<i>Malus sylvestris</i>	r	r	<i>Ulmus pumilla</i>	b	mb
<i>Betula sp.</i>	b	n	<i>Crataegus monogyna</i>	b	n	<i>Acacia melanoxylon</i>	mb	mb
<i>Alnus glutinosa</i>	b	n	<i>Amygdalus communis</i>	b	r	<i>Cercis siliquastrum</i>	b	b
<i>Corylus avellana</i>	mb	mb	<i>Prunus spinosa</i>	b	mb	<i>Gleditsia triacanthos</i>	b	r
<i>Fagus sylvatica</i>	b	m	<i>Prunus insititia</i>	b	mb	<i>Sophora japónica</i>	b	n
<i>Castanea sativa</i>	mb	r	<i>Prunus avium</i>	b	mb	<i>Robinia pseudoacacia</i>	b	mb
<i>Quercus robur</i>	mb	m	<i>Ceratonia siliqua</i>	b	n	<i>Eleagnus angustifolia</i>	b	mb
<i>Quercus petraea</i>	mb	m	<i>Acer sp.</i>	b	n	<i>Eucalyptus globulus</i>	mb	n
<i>Quercus pyrenaica</i>	b	mb	<i>Ilex aquifolium</i>	b	b	<i>E. camaldulensis</i>	mb	n
<i>Quercus canariensis</i>	b	r	<i>Tilia platyphyllos</i>	b	m	<i>Ailanthus atissima</i>	mb	mb
<i>Quercus faginea</i>	mb	r	<i>Tilia cordata</i>	b	m	<i>Melia azederach</i>	b	b
<i>Quercus suber</i>	b	mb	<i>Tamarix gallica</i>	b	n	<i>Aesculus hippocastanum</i>	b	n
<i>Quercus ilex</i>	mb	mb	<i>Arbutus unedo</i>	b	n	<i>Catalpa bignoniodes</i>	b	b
<i>Quercus coccifera</i>	mb	mb	<i>Fraxinus angustifolia</i>	mb	n			
<i>Ulmus minor</i>	b	mb	<i>Fraxinus excelsior</i>	b	n			
<i>Ulmus glabra</i>	b	m	<i>Olea europaea</i>	b	n			

De entre las especies citadas, las más importantes en relación con la aplicación pasada o presente del monte bajo en España son: *Populus sp.*; *Salix sp.*; *Alnus glutinosa*; *Corylus avellana*; *Fagus sylvatica*; *Castanea sativa*; *Quercus sp.*; *Ulmus minor*; *Acer sp.*; *Arbutus unedo*; *Fraxinus angustifolia*; y entre las especies exóticas *Eucalyptus sp.*

XIV.3.- Procedimiento general del monte bajo irregular.

El *procedimiento general de cortas en monte bajo irregular* se aplica para conseguir que en cualquier punto del cuartel existan chirpiales de todas las clases artificiales de edad que componen el turno.

La mezcla de edades de los pies dentro del cuartel puede hacerse de dos formas:

- * los brotes de cada cepa tienen todos la misma edad, por lo que se produce una mezcla de cepas.
- * los brotes de cada cepa tienen diferentes edades, por lo que en un instante cualquiera todas las cepas del cuartel tienden a tener el mismo aspecto.

En el primer caso, más sencillo, las clases artificiales de edad son igual a un año. El procedimiento consiste en asignar a cada cepa el año en que debe ser cortada y en distribuir homogéneamente por el cuartel las cepas del mismo año. El número de clases de edad será igual al de años del turno, aunque también pueden hacerse cortas intermitentes y en este caso las clases artificiales de edad se reducen en su número y aumenta la duración de cada una, que será mayor o igual a dos años y submúltiplo del turno.

De esta forma se procede frecuentemente en montes adhesados en trasmocho con turnos cortos.

En el segundo caso, mezcla de edades de los pies dentro de cada cepa, se establecen tres o cuatro clases artificiales de edad que componen el turno, por lo que quedan establecidas las clases diamétricas y el tiempo de cambio de clase. Las cortas se hacen según este período, cortándose en cada cepa todos los pies que alcanzan la última clase diamétrica y algunos de los inferiores, de modo que la composición se mantenga constante. Las cortas parciales de los brotes dentro de la cepa inducen en ella una nueva brotación. Estas cortas de entresaca se pueden regularizar, dividiendo el cuartel en parcelas o tramos de entresaca cuyo número sea igual al de años de la clase artificial de edad. Ayuda a comprender este procedimiento la figura XIV.4, que se incluye a continuación.

Las aplicaciones prácticas de este sistema en España, como luego se justificará, no son muy abundantes pero tienen un alto interés selvícola. Se limitan a pequeñas superficies pobladas por castaño en la provincia de Cáceres y por encina en la provincia de Gerona (GRACIA, 1998; GONZÁLEZ e IBARZ, 1998).

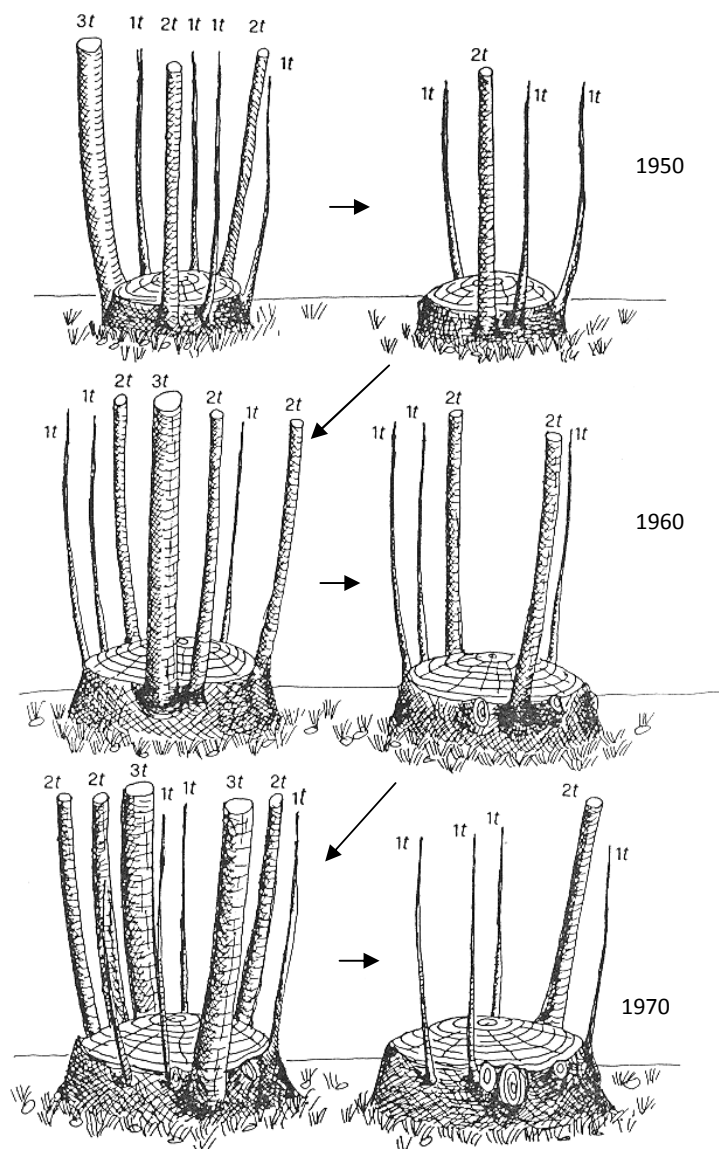


FIGURA XIV.4.- Cortas en monte bajo irregular con mezcla de edades dentro de cada cepa para el caso de un turno (diámetro máximo de cortabilidad) de 30 años, tres clases diamétricas y tiempo de cambio de clase de 10 años. Se establecen 10 tramos de entresaca y se corta en uno de ellos cada 10 años. La figura representa una misma cepa en intervalos de 10 años, siendo la imagen de la izquierda el aspecto antes de la corta (entresaca por huroneo dentro de la cepa) y la de la derecha el aspecto después de la corta. Tomado de CAPELLI (1991).

Según los autores, esta forma de monte bajo irregular se aplica a especies que tengan alguno o varios de los siguientes atributos: temperamento de sombra o tolerantes; crecimiento lento; y dificultades en la formación de brotes. Es decir, que no están indicadas para monte bajo. También se recomienda el procedimiento, independientemente de la especie, para situaciones de riesgo de erosión donde no interesa dejar el suelo desprotegido periódicamente. Es decir, no es conveniente la masa regular. Ambas circunstancias las cubre con ventaja el monte medio, que se explica en el siguiente capítulo, por lo que el monte bajo irregular con mezcla de edades dentro de la cepa no es un procedimiento empleado habitualmente en España, salvo los ejemplos apuntados anteriormente.

XIV.4.- Condicionantes generales del monte bajo.

Nos referiremos principalmente a la aplicación del monte bajo regular, enumerando ordenadamente como en otros métodos los condicionantes de aplicación.

1.- Respecto de la especie

El primer condicionante es, por supuesto, que la especie tratada sea capaz de brotar de cepa o de raíz y que la edad en el recepe sea la adecuada. Podría matizarse en este punto que el temperamento delicado de la especie tiende a ser una limitación.

2.- Respecto de la estación

No habrá riesgo de erosión hídrica por la desprotección periódica que se produce, aunque esta restricción es menos intensa que en las cortas a hecho en monte alto por la rapidez y velocidad de crecimiento de la regeneración. También hay menor restricción que en las cortas a hecho en monte alto respecto de los riesgos de pérdida de permeabilidad por causas texturales o químicas.

Hay que tener presente que las cortas de monte bajo regular, junto con el riesgo de erosión hídrica, inducen la colonización del suelo por el matorral heliófilo, por una parte, y por otra, al extraer maderas de pequeñas dimensiones con corteza y en turnos más cortos que en el monte alto, se produce una más intensa extracción de nutrientes que con otros métodos. Además se produce una aparente pérdida de fertilidad por la muy lenta traslación de las cepas. Todo ello lleva a plantear que los suelos de los montes bajos, a igualdad del resto de condiciones, tienden a ser de peor calidad que los de los montes altos.

3.- Respecto de la gestión

Desde el punto de vista de la gestión no existen inconvenientes graves al estar asegurada la regeneración. Únicamente, es preciso garantizar el acotamiento al pastoreo.

4.- Respecto de la economía

Dado el limitado desarrollo diametral de los chirpiales, sus aplicaciones tecnológicas deben estar aseguradas. Hay que tener presente en este sentido el decaimiento del mercado de leñas en las sociedades desarrolladas.

Para la aplicación energética, los tratados de silvicultura redactados entre 1960 y 1973 auguraban para el monte bajo su desaparición como forma útil de masa, dedicándose en todos ellos referencias a los modos de conversión. En esas fechas en España se abandonan los Proyectos de Ordenación de los montes productores de leñas, quedando como aplicación del monte bajo más importante la de los eucaliptales. Sin embargo, la crisis energética de los años 80, actualmente superada, volvió a despertar el interés de propietarios, administradores y silvicultores por esta forma de masa, pensando en una producción energética renovable, que por otra parte sigue teniendo gran importancia en los países en desarrollo.

XIV.5.- Ventajas e inconvenientes del monte bajo.

En relación con los métodos de beneficio de monte alto y monte medio, se enumeran muy brevemente las ventajas e inconvenientes de orden económico o selvícola del monte bajo.

Ventajas del monte bajo

- 1.- Sencillez en el diseño y ejecución de los tratamientos. Facilidad en su control.
- 2.- Regeneración rápida y segura.
- 3.- Crecimiento rápido de los chirpiales en las primeras edades, lo que permite acortar los turnos.
- 4.- Obtención de rentas muy regulares en el tiempo y con menores plazos de espera.
- 5.- La regeneración de este tipo de masa tras el incendio forestal se produce en todas las edades y con seguridad, lo que no siempre se consigue en los montes altos.

Inconvenientes del monte bajo

- 1.- A causa de la edad de los chirpiales y la alta espesura, no existe regeneración por semilla, de lo que se deduce un riesgo de decaimiento vegetativo de las cepas y un "estancamiento" genético.
- 2.- Los productos maderables son de pequeñas dimensiones por lo que resultan poco competitivos en algunas aplicaciones industriales.
- 3.- No existe mejora aparente en la fertilidad de los suelos por la escasa traslación de las cepas.
- 4.- Dan poca protección al suelo frente a la erosión hídrica.
- 5.- El acotamiento al pastoreo debe ser muy estricto.
- 6.- En todo el turno, las condiciones de propagación de incendio son de alto riesgo por la continuidad vertical del combustible y su pequeño tamaño.
- 7.- Las calidades paisajísticas de los montes bajos son menores que en el monte alto al presentar gran uniformidad.

XIV.6.- Aplicaciones y situación actual de los montes bajos en España.

En España la aplicación de este método de beneficio reviste importancia selvícola o económica en los siguientes seis casos:

1.- *Choperas y mimbreras en turnos cortos.*- Se está experimentando en la actualidad para aplicar turnos de tres o cuatro años y regeneración por brote de cepa a plantaciones de *Populus x euramericana*, con el fin de producir celulosa o combustible, además de ramón para ganado (SAN MIGUEL y MONTOYA, 1984; SIXTO *et al.*, 2007).

Las mimbreras tienen un turno tecnológico de uno o dos años, regeneración por brotación, para producción de varas con aplicación en cestería artesana. Ambos supuestos se parecen en gran medida al cultivo agrícola pues requieren riegos y fertilización para mantener la producción, por buena que sea la estación. El decaimiento de las cepas, al no respetarse el plazo de recuperación, se produce rápidamente lo que obliga a frecuentes destocados, cada 15 a 20 años, y nueva plantación, que en estas especies será por estaquillado.

2.- *Eucaliptales.*- La aplicación del monte bajo regular en este tipo de masas tiene y tendrá plena vigencia. Los productos, orientados a madera de trituración, no requieren grandes dimensiones. El turno de máxima renta en especie, según calidades de estación, es de 12 a 16 años. La regeneración segura e inmediata abarata los costes de producción, junto con la concentración de las cortas. La sustitución de las cepas por decaimiento de la producción se hace cada tres a diez recepes, según calidades. También se realizan sustituciones para introducción de clones mejorados genéticamente.

Se aplican tratamientos parciales sobre el vuelo como selección de brotes al segundo año tras el recepe y desbroces para prevenir riesgos de incendios, pues la invasión del matorral heliófilo es fácil, aún con espesura completa, al ser de escasa opacidad el dosel de copas dado el temperamento robusto de estas especies. Tratamientos parciales sobre el suelo, especialmente fertilizaciones, se aplican para incrementar la producción maderable.

3.- *Trasmochos.*- La especie en que el trasmucho se aplica de una manera más generalizada en España es el fresno. Dan lugar a montes adehesados (fracción de cabida cubierta inferior a 50%), ligados a estaciones con cierto freatismo. El turno de corta oscila entre los 6 y los 10 años y se practica como monte bajo irregular sin mezcla de edades dentro de la cepa. Sobre el vuelo de fresnos no se aplican tratamientos parciales. El ramón producido en las cortas tiene importancia para la alimentación del ganado.

4.- *Castañares.*- El castaño brota bien de cepa y el crecimiento de los chirpiales se mantiene bastante bien con el tiempo. Esto permite aplicar cortas en monte bajo regular, ocasionalmente en monte bajo irregular con mezcla de edades dentro de la cepa, para la producción de maderas. Los turnos son muy variables, con criterio tecnológico, en función de las dimensiones de los fustes a obtener. Desde cifras del orden de 6 años para postes de cerca o para cestería artesana, de 15 a 30 años para apeas y postes, y de 30 a 80 años para ebanistería (chapados) o madera de sierra. También, por criterio selvícola para evitar el chancro americano el turno se corresponde con diámetros de 30 cm. Se aplican, para turnos largos, cortas de mejora o selección de brotes que inducen nueva brotación.

5.- *Plátano*.- Existen unas 3.000 ha de plantaciones de *Platanus hybrida* en las provincias de Gerona y Barcelona, destinadas a la producción de madera, tratadas en monte bajo regular con turnos entre 20 y 30 años y a las que se aplica como tratamiento parcial la selección de brotes dentro de cada cepa (CLOPÉS, 2008)

6.- *Masas productoras de leña y carbón*.- Son, como se comprueba en la Tabla XIV.1, las que ocupan mayor extensión territorial dentro del monte bajo en España. Las especies principales son, por orden de importancia: encina, rebollo y quejigo. Salvo excepciones de montes medios (norte del Sistema Central con rebollo) y montes bajos irregulares (Cataluña con encinas), el tratamiento ha sido de monte bajo regular, con turnos entre 20 y 30 años y sin aplicación de tratamientos parciales. En la actualidad las leñas han perdido valor económico lo que plantea un importante problema selvícola, por lo que al diagnóstico y tratamiento de este tipo de masas dedicamos los siguientes epígrafes.

XIV.6.1.- **Diagnóstico y alternativas para los montes bajos productores de leña.**

La primera consideración a realizar en relación con el diagnóstico sobre los montes bajos regulares en general, es que se trata de masas con un alto grado de artificialización de lo que se deriva que su mantenimiento (garantía de su estabilidad física y biológica) pasa por aplicar algún tratamiento, sea el mismo que las produjo u otro alternativo. Dicho de otra forma, el abandono de este tipo de masas conduce a aumentar la probabilidad de su decaimiento físico o biológico.

El *diagnóstico* debe plantear dos vertientes: económica y selvícola. Desde el punto de vista *económico*, la producción preferente de estas masas, la leña y el carbón vegetal, ha quedado, a partir de 1974, sin valor como consecuencia del desarrollo industrial y de la emigración de la población rural. Se trata de una fuente energética que no puede competir en precio y facilidad de distribución y almacenaje con las que actualmente se aplican en usos domésticos e industriales. La función de estos montes como productores de rentas directas a sus propietarios y como fuente de empleo ha quedado anulada. Bajo este enfoque se impone una necesaria reconversión.

Esta cuestión ha sido ampliamente debatida en Europa (LANIER, 1986; CIANCIO y NOCENTINI, 2004), y en España reviste unos caracteres particulares por el comportamiento de las especies en la brotación, por la historia selvícola y por las peculiaridades estacionales.

El diagnóstico desde el punto de vista *selvícola* se resume en los siguientes puntos:

* La todas las masas han superado la edad del turno con el que habían sido tratadas y la mayor parte ha doblado esa cifra.

* La espesura en el conjunto de los montes se puede calificar como excesiva. La alta densidad de las brotaciones conduce a una espesura trabada en estas edades. Incluso en los montes bajos adhesionados, con fracción de cabida cubierta global incompleta, la espesura dentro de cada cepa o mata se debe considerar también como excesiva.

* Como consecuencia de la alta espesura por una parte, y del hecho de que la mayor parte de la fotosíntesis bruta se emplea en mantener viva una gran cantidad de biomasa subterránea por otra, se aprecia una paralización del crecimiento de los pies, tanto diametral como longitudinal, manifestándose esta última en un puntisecado casi general.

* Otra consecuencia de la alta espesura, junto con la corta edad de los chirpiales, es la ausencia de regeneración natural por semilla. No existe prácticamente fructificación por el escaso desarrollo de los chirpiales y, por otra parte, la falta de iluminación al nivel del suelo impide el desarrollo de los posibles brinzales.

* La espesura, el pequeño tamaño de los chirpiales muchos de ellos dominados e incluso secos, la activa poda natural, y la presencia de matorral heliófilo, también dominado, que se instaló cuando el último recepe, contribuyen a que el riesgo de propagación de incendios forestales sea elevado.

* Existe un riesgo más o menos cercano de que, a consecuencia de la baja diversidad genética y del posible envejecimiento de las cepas, se produzca un decaimiento vegetativo general de la masa. El fenómeno conocido como "la seca", manifestado en la encina preferentemente, puede no ser ajeno a esta cuestión.

La primera conclusión del doble diagnóstico es que hay que aplicar intervenciones selvícolas que garanticen la estabilidad a corto y largo plazo, y que en la medida de lo posible hay que fomentar una producción preferente directa que renueve la posibilidad de percibir rentas por los propietarios. En las masas descritas parece que desde el punto de vista económico lo más eficaz sea darles una función preferente pastoral extensiva (bien con ganado doméstico, bien con especies de caza mayor bajo cercados), a pesar de que esta actividad presenta en la actualidad una injusta infravaloración económica que no retribuye adecuadamente al propietario del monte. La rentabilidad social de este planteamiento favorece su aplicación en montes de propiedad pública.

Las *alternativas* que podrían plantearse desde un enfoque general en relación con este tipo de masas se resumen y comentan a continuación:

* Con cambio de especie principal. Se trataría de actuar mediante repoblación forestal introduciendo una nueva especie que proporcionara nuevos productos y que genere un monte alto. Esta práctica, salvo en el caso de montes bajos muy degradados de los que luego nos ocuparemos, queda descartada por dos motivos: dentro de una correcta política forestal debe darse preferencia a la reforestación de terrenos desarbolados, por otra parte muy abundantes en todas las comarcas; la modificación del medio puede resultar excesivamente intensa.

* Sin cambio de la especie principal:

+ Mantenimiento de las cortas de regeneración en monte bajo regular. Este planteamiento no tiene sentido donde económicamente los productos aprovechados no tienen valor y se perturba el aprovechamiento pastoral y, selvícolamente, no se resuelven todos los problemas intentando mejorar el vigor de la masa.

Únicamente puede plantearse el mantenimiento del monte bajo regular para casos de interés económico y/o social: aplicación de biomasa a usos energéticos; aprovechamientos vecinales. Esta demanda puede ser respondida suficientemente con la aplicación del monte medio regular (cortas dejando suficientes resalvos) que luego se explican. Por tanto el monte bajo regular queda totalmente en desuso.

+ Intervenciones selvícolas que favorezcan la producción pastoral y garanticen la estabilidad:

- Adehesamiento inmediato. La mejor función pastoral la desempeñan las dehesas, caracterizadas por una espesura normal incompleta, densidades que en función de la edad de los pies oscilará entre 300 y 80 pies/ha, tendencia a forma irregular de masa conseguida mediante cortas de entresaca. Conseguir esta estructura de masa sobre un monte bajo regular de espesura completa, cuya densidad suele ser superior a 3.000 pies/ha, supone que la gran brotación que induce la brusca reducción de la espesura, deba ser atendida mediante laboreos del suelo, lo que impone un coste excesivo y un riesgo de degradación estacional. Por tanto, esta alternativa es descartable (MONTOYA, 1983).

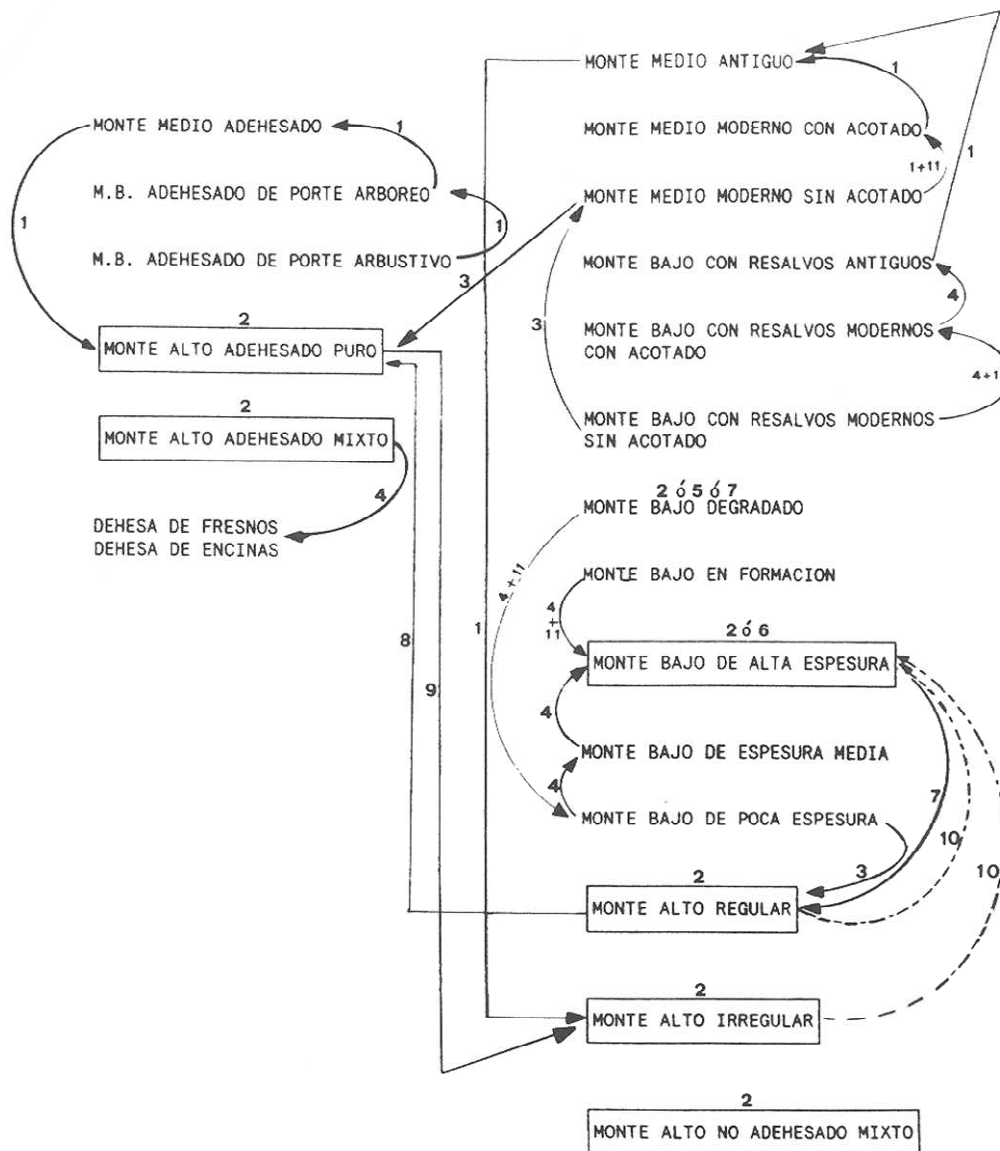
- Tratamientos de transformación o de cambio de estructura de edades o de forma principal de masa. Aparece aquí una alternativa válida cual es la de conducir el monte bajo regular a un *monte medio regular* (SERRADA, 1993), también denominado *monte bajo resalveado* (MADRIGAL, 1994), que en francés se denomina *taillis-sous-futaie* y en inglés *coppice-with-standards*, tratamiento que quedará explicado en el próximo capítulo.

Para este caso, el clásico plan de resalveo del monte medio se aplicará dejando una relativamente alta densidad en la resalvía, lo que conducirá a una masa irregular, que por razón de la alta edad y dimensión que alcanzarán sus componentes, podría ser considerada al final de la transformación como monte alto irregular (lo que implicaría a su vez una conversión).

El problema económico de esta alternativa es que, durante el largo plazo del plan de resalveo, sigue siendo grande la cantidad de leñas que se obtienen y es necesario introducir acotados al pastoreo. Puede tener aplicación en montes privados sin carga pastoral y, en la actualidad, dado el interés por la obtención de energía a partir de fuentes alternativas, la llamada “biomasa”, esta sería la opción selvícola de mayor interés para suministrar leñas de forma concentrada, manteniendo la posibilidad de la conversión o transformación de la masa, frente a la alternativa, siempre posible selvícolamente hablando, del monte bajo regular.

- Tratamientos de conversión o cambio de método de beneficio sin cambio de estructura de edades. Se busca inducir mediante tratamientos parciales un cambio en la forma fundamental de masa, sin producir acotados al pastoreo, es la alternativa a la que dedicaremos mayor atención, que mantiene también interés energético. Será denominada *resalveo de conversión*.

Sin embargo, el resumen de alternativas que se ha descrito tiende a resultar excesivamente simplista por no haber tenido en cuenta que las diferentes *tipologías* que los montes bajos regulares pueden presentar, complican los planteamientos. En este sentido y a título de ejemplo se presenta la figura XIV.5, tomada de SERRADA et al. (1993), que expresa las alternativas para el tratamiento de rebollares en la Comunidad de Madrid, en función de los tipos de masa y con indicación de las actividades a realizar.



- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1.- Claras moderadas + tiempo. | 7.- Resalveo de conversión |
| 2.- Mantener donde existe. | 8.- Mantener claras en fustales sobre cepa. |
| 3.- Desbroces y pastoreo. | 9.- Favorecer regeneración. |
| 4.- Dejar envejecer. | 10.- Cortas a hecho |
| 5.- Cambio de especie. | 11.- Acotado al pastoreo |
| 6.- Esperar resultados experiencias | |

FIGURA XIV.5.- Alternativas selvícolas de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Comunidad de Madrid. (SERRADA, GONZALEZ DONCEL, LOPEZ PEÑA, MARCHAL, SAN MIGUEL Y TOLOSANA, 1993).

Se concluye este epígrafe con la enumeración de los *objetivos* que deben cubrir los tratamientos de conversión del monte bajo regular:

- * Posibilitar la regeneración natural por semilla.
- * Reducir la espesura gradualmente, aminorando el peligro de incendios forestales y favoreciendo el crecimiento diametral y longitudinal de la masa.
- * Tratar de no condicionar definitivamente, al menos en una primera fase, las alternativas selvícolas en previsión de cambios en la apreciación de los productos implicados. Se debe contemplar desde una posible vuelta a las cortas de monte bajo regular para producción energética, para lo que es deseable que no disminuya la densidad de cepas, hasta un adeshamiento completo, pasando por el hacer permanecer a la masa en una estructura regular y espesura completa formada por pies, que aunque su origen sea el brote, alcancen diámetros superiores a los 20 cm, lo que permite calificar a la masa como fustal (monte alto?, los franceses denominan a esta situación *futaie sur souche*) cuyo tratamiento de regeneración, alcanzado el turno, pueda ser el aclareo sucesivo uniforme.
- * Otorgar a los montes una producción preferente de pastos, que será mejorada en todo lo posible y que, por tanto, no debe imponer acotados al pastoreo.

XIV.6.2.- Resalvos de conversión en monte bajo regular.

La solución práctica a estos planteamiento y objetivos se inicia de una forma sistemática en 1978 sobre montes localizados en las provincias de Guadalajara (SERRADA, 1991) y de Madrid (MONTROYA, 1983 y 1987; COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID, 1988).

La instalación de parcelas permanentes para estudio de las diferentes alternativas selvícolas y de sus efectos, en cuyos datos están basadas las propuestas que se formulan, se realiza en Guadalajara para *Quercus faginea* en 1979 (SAN MIGUEL *et al.*, 1984), en Madrid para *Quercus pyrenaica* en 1979 (SAN MIGUEL, 1985), en Guadalajara y Segovia para *Quercus ilex* y *Q. faginea* en 1994 (SERRADA *et al.*, 1995).

Respecto de la justificación del término *resalvo de conversión en monte bajo* que se utiliza para denominar a esta práctica selvícola hay que hacer notar lo siguiente: se denomina resalvo por ser una práctica que tiende a reservar tras las cortas los mejores pies de la masa, es decir, los resalvos, de modo que se acepta llamar resalvo a las claras efectuadas en un monte bajo; para evitar la posible confusión con los clásicos planes de resalvo de los montes medios regulares (se explican en el próximo capítulo), se añade que se realizan en monte bajo; finalmente, se denominan de conversión por ser su objetivo acabar cambiando la forma fundamental de masa, para que en primer término se alcance un fustal (sobre cepa), para pasar a largo plazo tras las cortas de aclareo sucesivo uniforme a un verdadero monte alto.

Antes de describir el procedimiento de resalvo que se propone y de sus resultados, conviene centrar las condiciones de aplicación en relación con la morfología de la masa. Las tipologías de los montes bajos regulares de una especie, incluso dentro de una reducida comarca en la que puede haber cierta constancia de los factores estacionales, son muy variadas a causa del diferente tratamiento e historia que cada monte ha tenido a lo largo del tiempo.

La heterogeneidad apuntada conduce a que la extrapolación de resultados de trabajos de mejora o de decisiones acertadas en un determinado tipo de monte, sea difícil o peligrosa cuando se pretende generalizar a todas las masas definidas únicamente por la presencia de la especie y la forma fundamental.

Para tratar de superar estas dificultades se han elaborado claves de tipificación dasométrica para las tres especies que nos ocupan, basadas en la medición de los índices de espesura más usuales y sencillos.

La Tabla XIV.3 (SERRADA *et al.*, 1993) contiene la clave de tipificación dasométrica para masas de rebollo en la Comunidad de Madrid, las Tablas XIV.4 y XIV.5 (SERRADA, BRAVO y REVILLA, 1995) las claves de tipificación dasométrica para masas de encina y de quejigo, respectivamente, en la zona centro de la Península Ibérica.

La propuesta de resalveo de conversión que se describe a continuación se ha concebido para ser aplicada en masas de monte bajo regular, montes bajos con resalvos y montes medios regulares según figuran en las claves de tipificación, en los que como límite inferior de espesura, la densidad de pies con diámetro mínimo inventariable (2,5 cm) sea de 1.000 pies/ha, el diámetro medio sea de 5 cm y la altura media sea de 2 m. Mejores resultados se obtienen sobre masas en las que estas cifras pasan a ser superiores a: 2.000 pies/ha de densidad, 8 cm de diámetro medio y 4 m de altura.

TABLA XIV.3.- Tipificación dasométrica de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Comunidad de Madrid. (SERRADA, GONZALEZ DONCEL, LOPEZ PEÑA, MARCHAL, SAN MIGUEL Y TOLOSANA, 1993).

CLAVE DE TIPIFICACIÓN DASOMÉTRICA PARA MASAS DE *Quercus pyrenaica* EN EL CENTRO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

* CON PRESENCIA DE BROTES (1) EN MÁS DEL 20% DE LA FCC MONTE MEDIO O MONTE BAJO

+ Fracción de cabida cubierta conjunta < 50% 1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO
 + Fracción de cabida cubierta conjunta > 50% 2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO

1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO:

- Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm (2) mayor de 50 **MONTE MEDIO ADEHESADO (A)**
 - Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm menor de 50 **B.- MONTE BAJO ADEHESADO**

B.- MONTE BAJO ADEHESADO:

- Altura media de los brotes mayor de 2 m **MONTE BAJO ADEHESADO DE PORTE ARBÓREO (B1)**
 - Altura media de los brotes menor de 2 m **MONTE BAJO ADEHESADO DEGRADADO (B2)**

2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO:

- Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, mayor de 100 **C.- MONTE MEDIO**
 - Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, de 20 a 100 **D.- MONTE BAJO CON RESALVOS**
 - Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, menor de 20 **E.- MONTE BAJO REGULAR**

C.- MONTE MEDIO:

- Edad de los brotes (sarda) > de 10 años **MONTE MEDIO ANTIGUO (CA)**
 - Edad de los brotes (sarda) < de 10 años **MONTE MEDIO MODERNO (CM)**
 - Acotado al pastoreo(3).....**MONTE MEDIO MODERNO CON ACOTADO AL PASTOREO (CM1)**
 - Sin acotado al pastoreo..... **MONTE MEDIO MODERNO SIN ACOTADO AL PASTOREO (CM2)**
 - Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de más de dos edades **MONTE MEDIO REGULAR NORMAL (C1)**
 - Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de una o dos edades **MONTE MEDIO REGULAR ANORMAL (C2)**

D.- MONTE BAJO CON RESALVOS:

- Edad de los brotes (sarda) > de 10 años **MONTE BAJO CON RESALVOS ANTIGUO (DA)**
 - Edad de los brotes (sarda) < de 10 años **MONTE BAJO CON RESALVOS MODERNO (DM)**
 - Acotado al pastoreo(3).....**MONTE BAJO CON RESALVOS MODERNO ACOTADO AL PASTOREO (DM1)**
 - Sin acotado al pastoreo.....**MONTE BAJO CON RESALVOS MODERNO SIN ACOTADO AL PASTOREO (DM2)**

E.- MONTE BAJO REGULAR:

- Altura media de los brotes < 2 m y edad > 10 años **MONTE BAJO DEGRADADO (E1)**
 - Altura media de los brotes < 2 m y edad < 10 años **MONTE BAJO EN FORMACIÓN (E2)**
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart (3) < 35% ... **MONTE BAJO DE ALTA ESPESURA (E3)**
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart de 35% a 50% **MONTE BAJO DE ESPESURA MEDIA (E4)**
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart > 50% **MONTE BAJO DE POCA ESPESURA (E5)**

* SIN PRESENCIA DE BROTES O MENOS DEL 20% DE FCC OCUPADO POR ELLOS MONTE ALTO

+NÚMERO DE PIES /Ha < 100 y FCC< 50% **F.- MONTE ALTO ADEHESADO**
 - Con menos del 20 % de pies de otras especies..... **MONTE ALTO ADEHESADO PURO (F1)**
 - Con más del 20 % de pies de otras especies..... **MONTE ALTO ADEHESADO MIXTO (F2)**

+NÚMERO DE PIES /Ha >100 y FCC> 50% **MONTE ALTO NO ADEHESADO**
 -Con menos del 20 % de pies de otras especies..... **MONTE ALTO NO ADEHESADO PURO**
 - Pies de la misma clase de edad o diamétrica **MONTE ALTO REGULAR (G)**
 - Pies de distintas clases de edad o diamétricas..... **MONTE ALTO IRREGULAR (H)**

-Con más del 20 % de pies de otras especies..... **MONTE ALTO NO ADEHESADO MIXTO (I)**

TABLA XIV.3.- Tipificación dasométrica de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Comunidad de Madrid. (SERRADA, GONZALEZ DONCEL, LOPEZ PEÑA, MARCHAL, SAN MIGUEL Y TOLOSANA, 1993). Continuación.

(1).- Se entiende por brotes el conjunto de pies procedentes de brote de cepa o raíz cuyo origen sea claramente identificable por su forma y agrupación y que tienen menos de 15 cm de diámetro normal. Los pies mayores de este diámetro, independientemente de su origen real, se considerarán como latizal-fustal sobre cepa, equivalentes a los efectos de la presente clave como un monte alto.

(2).- Se adopta el diámetro normal de 15 cm para separar la resalvía de la sarda, así como para la definición anterior de los brotes establecida en Decreto 111/1988 de la Comunidad de Madrid como referencia para la autorización de cortas (45 cm de circunferencia).

(3).- La referencia al acotado al pastoreo se utilizará observando si existen daños por diente de ganado abundantes en los brotes que al ser de menos de 10 años tendrán normalmente menos de 2 m de altura. Todo ello, independientemente de la regulación legal existente en cada monte respecto del pastoreo.

(4).- Se utilizará la fórmula $IH = [\sqrt{(20.000/N\sqrt{3})}/H] 100$, donde N es la densidad en pies/ha de pies mayores de 2,5 cm y H la altura media en metros.

OBSERVACIÓN GENERAL: Aquellas masas en las que el rebollo constituye menos del 20 % del n° de pies o presente una Fcc menor del 20 % no se considerarán rebollares a efectos de este estudio.

TABLA XIV.4.- Tipificación dasométrica de los encinares (*Quercus ilex* L.) de la zona central de la Península Ibérica. (SERRADA, BRAVO y REVILLA, 1995).

CLAVE DE TIPIFICACIÓN DASOMÉTRICA PARA MASAS DE *Quercus ilex* subsp. *ballota* EN EL CENTRO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

* CON PRESENCIA DE BROTES (1) EN MÁS DEL 20% DE LA FCC MONTE BAJO O MONTE MEDIO

- + Fracción de cabida cubierta conjunta < 50% 1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO
- + Fracción de cabida cubierta conjunta > 50% 2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO

1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO:

- Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm (2) mayor de 75 MONTE MEDIO ADEHESADO (A)
- Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm menor de 75 B.- MONTE BAJO ADEHESADO

B.- MONTE BAJO ADEHESADO:

- Altura media de los brotes mayor de 2 m MONTE BAJO ADEHESADO DE PORTE ARBÓREO (B1)
- Altura media de los brotes < de 2 m y > 10 años de edad MONTE BAJO ADEHESADO DEGRADADO (B2)
- Altura media de los brotes < de 2 m y < 10 años de edad MONTE BAJO ADEHESADO EN FORMACIÓN (B3)

2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO:

- Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, mayor de 150 C.- MONTE MEDIO REGULAR
- Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, de 50 a 150 D.- MONTE BAJO CON RESALVOS
- Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, menor de 50 E.- MONTE BAJO REGULAR

C.- MONTE MEDIO REGULAR:

- Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de más de dos edades MONTE MEDIO REGULAR NORMAL (C1)
- Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de una o dos edades MONTE MEDIO REGULAR ANORMAL (C2)

D.- MONTE BAJO CON RESALVOS:

- Edad de los brotes (sarda) > de 10 años MONTE BAJO CON RESALVOS ANTIGUO (D1)
- Edad de los brotes (sarda) < de 10 años MONTE BAJO CON RESALVOS MODERNO (D2)

E.- MONTE BAJO REGULAR:

- Altura media de los brotes < 2 m y edad > 10 años MONTE BAJO REGULAR DEGRADADO (E1)
- Altura media de los brotes < 2 m y edad < 10 años MONTE BAJO REGULAR EN FORMACIÓN (E2)
- Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart (3) < 40% ... MONTE BAJO REGULAR DE ALTA ESPESURA (E3)
- Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart de 40% a 55% MONTE BAJO REGULAR DE ESPESURA MEDIA (E4)
- Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart > 55% MONTE BAJO REGULAR DE POCA ESPESURA (E5)

* SIN PRESENCIA DE BROTES O MENOS DEL 20% DE FCC OCUPADO POR ELLOS MONTE ALTO

- + Densidad < 150 pies/ha o FCC < 50% F.- MONTE ALTO ADEHESADO
- + Densidad > 150 pies/ha o FCC > 50% G.- MONTE ALTO NO ADEHESADO

F.- MONTE ALTO ADEHESADO:

- Con menos del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO ADEHESADO PURO (F1)
- Con más del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO ADEHESADO MIXTO (F2)

G.- MONTE ALTO NO ADEHESADO:

- Con más del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO NO ADEHESADO MIXTO (G1)
- Con menos del 20% (4) de pies de otras especies y pies de la misma clase diamétrica (10 cm) en más del 80% de la densidad MONTE ALTO REGULAR (G2)
- Con menos del 20% de pies de otras especies y pies de la misma clase diamétrica (10 cm) en menos del 80% de la densidad MONTE ALTO IRREGULAR (G3)

(1).- Se entiende por brotes el conjunto de pies procedentes de brote de cepa o raíz cuyo origen sea claramente identificable por su forma y agrupación y que tienen menos de 15 cm de diámetro normal. Los pies mayores de este diámetro, independientemente de su origen real, se considerarán como latizal-fustal sobre cepa, equivalentes a los efectos de la presente clave como un monte alto.

(2).- Se adopta el diámetro normal de 15 cm para separar la resalvía de la sarda, así como para la definición anterior de brotes y no el de 20 cm, por ser el crecimiento de esta especie en estas estaciones, muy lento.

(3).- Se utilizará la fórmula $IH = [\sqrt{(20.000/N\sqrt{3})}/H] 100$, donde N es la densidad en pies/ha de pies mayores de 2,5 cm y H la altura media en metros.

(4).- Masas con presencia de encina en menos del 20% de la densidad no se consideran como encinares a los efectos de este trabajo.

TABLA XIV.5.- Tipificación dasométrica de los quejigares (*Quercus faginea* Lamk.) de la zona central de la Península Ibérica. (SERRADA, BRAVO y REVILLA, 1995).

CLAVE DE TIPIFICACIÓN DASOMÉTRICA PARA MASAS DE *Quercus faginea* EN EL CENTRO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

* CON PRESENCIA DE BROTES (1) EN MÁS DEL 20% DE LA FCC MONTE BAJO O MONTE MEDIO

+ Fracción de cabida cubierta conjunta < 50% 1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO
 + Fracción de cabida cubierta conjunta > 50% 2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO

1.- MONTE BAJO O MEDIO ADEHESADO:

- Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm (2) mayor de 60 MONTE MEDIO ADEHESADO (A)
 - Nº pies/ha con diámetro normal > 15 cm menor de 60 B.- MONTE BAJO ADEHESADO

B.- MONTE BAJO ADEHESADO:

- Altura media de los brotes mayor de 2 m MONTE BAJO ADEHESADO DE PORTE ARBÓREO (B1)
 - Altura media de los brotes < de 2 m y > 10 años de edad MONTE BAJO ADEHESADO DEGRADADO (B2)
 - Altura media de los brotes < de 2 m y < 10 años de edad MONTE BAJO ADEHESADO EN FORMACIÓN (B3)

2.- MONTE BAJO O MEDIO NO ADEHESADO:

- Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, mayor de 120 C.- MONTE MEDIO REGULAR
 - Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, de 50 a 120 D.- MONTE BAJO CON RESALVOS
 - Nº de pies/ha con diámetro normal > 15 cm, menor de 50 E.- MONTE BAJO REGULAR

C.- MONTE MEDIO REGULAR:

- Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de más de dos edades MONTE MEDIO REGULAR NORMAL (C1)
 - Pies con diámetro normal mayor de 15 cm, de una o dos edades MONTE MEDIO REGULAR ANORMAL (C2)

D.- MONTE BAJO CON RESALVOS:

- Edad de los brotes (sarda) > de 10 años MONTE BAJO CON RESALVOS ANTIGUO (D1)
 - Edad de los brotes (sarda) < de 10 años MONTE BAJO CON RESALVOS MODERNO (D2)

E.- MONTE BAJO REGULAR:

- Altura media de los brotes < 2 m y edad > 10 años MONTE BAJO REGULAR DEGRADADO (E1)
 - Altura media de los brotes < 2 m y edad < 10 años MONTE BAJO REGULAR EN FORMACIÓN (E2)
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart (3) < 35% MONTE BAJO REGULAR DE ALTA ESPESURA (E3)
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart de 35% a 50% . MONTE BAJO REGULAR DE ESPESURA MEDIA (E4)
 - Altura media de los brotes > 2 m; índice de Hart > 50% MONTE BAJO REGULAR DE POCA ESPESURA (E5)

* SIN PRESENCIA DE BROTES O MENOS DEL 20% DE FCC OCUPADO POR ELLOS MONTE ALTO

+ Densidad < 120 pies/ha o FCC < 50% F.- MONTE ALTO ADEHESADO
 + Densidad > 120 pies/ha o FCC > 50% G.- MONTE ALTO NO ADEHESADO

F.- MONTE ALTO ADEHESADO:

- Con menos del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO ADEHESADO PURO (F1)
 - Con más del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO ADEHESADO MIXTO (F2)

G.- MONTE ALTO NO ADEHESADO:

- Con más del 20% de pies de otras especies MONTE ALTO NO ADEHESADO MIXTO (G1)
 - Con menos del 20% (4) de pies de otras especies y pies de la misma clase diamétrica (10 cm) en más del 80% de la densidad MONTE ALTO REGULAR (G2)
 - Con menos del 20% de pies de otras especies y pies de la misma clase diamétrica (10 cm) en menos del 80% de la densidad MONTE ALTO IRREGULAR (G3)

(1).- Se entiende por brotes el conjunto de pies procedentes de brote de cepa o raíz cuyo origen sea claramente identificable por su forma y agrupación y que tienen menos de 15 cm de diámetro normal. Los pies mayores de este diámetro, independientemente de su origen real, se considerarán como latizal-fustal sobre cepa, equivalentes a los efectos de la presente clave como un monte alto.

(2).- Se adopta el diámetro normal de 15 cm para separar la resalva de la sarda, así como para la definición anterior de brotes y no el de 20 cm, por ser el crecimiento de esta especie en estas estaciones, muy lento.

(3).- Se utilizará la fórmula $IH = [\sqrt{(20.000/N\sqrt{3})}/H] 100$, donde N es la densidad en pies/ha de pies mayores de 2,5 cm y H la altura media en metros.

(4).- Masas con presencia de quejigo en menos del 20% de la densidad no se consideran como quejigares a los efectos de este trabajo.

Como principio general en relación con el caso, hay que hacer notar que a cualquier reducción de espesura que se haga sobre un monte bajo, la masa responde induciendo una brotación. Según la especie y la estación predominará uno de los siguientes mecanismos: brote de cepa; brote de raíz; brotes epicórmicos sobre los fustes y ramas gruesas de los resalvos. La cantidad de brotes es proporcional a la reducción de espesura que se haya producido. Que la cantidad de brotes sea muy grande es perjudicial por la competencia que inducen, por el agua y los nutrientes, sobre la masa reservada. A su vez la masa reservada reduce la iluminación sobre los brotes, retrasando su desarrollo y reforzando en este sentido la acción del pastoreo.

Por tanto, la reducción debe ser paulatina y no exagerada desde el punto de vista selvícola, pero no tanto como para que el coste de repetidas intervenciones de escasa intensidad haga inviable la conversión desde el punto de vista económico.

La propuesta de ejecución de los resalvos de conversión se resume en los siguientes puntos:

A.- Se planificarán claras sucesivas, con rotación de 10 a 12 años para la encina, de 15 años para el rebollo y de 20 años para el quejigo, para calidades medias de estación en el centro de la Península Ibérica. Esta propuesta se formula por comprobación del plazo en que el aumento de crecimiento inducido por el primer resalvo se atenúa (BRAVO, SÁNCHEZ y SERRADA, 2001; BRAVO FERNÁNDEZ, 2003). Se comprueba que la especie que requiere menor rotación es la encina y que la respuesta más lenta y la rotación más larga corresponde al quejigo, siempre dentro de las zonas estudiadas.

B.- Una precaución importante en la ejecución de los resalvos es que en ningún caso, para las dos primeras intervenciones, se deberán apearse todos los pies de una cepa o mata, incluso en el caso de que todos sean deficientes (SERRADA, 1987). En caso contrario se pierde la viabilidad de dicha cepa al no producirse un acotado al pastoreo, lo que rebajará la densidad de cepas y se tiende a limitar la posibilidad de una vuelta al monte bajo regular. Por otra parte, como la deficiencia apuntada se refiere a un escaso desarrollo relativo de los pies, pudiera suceder que esta situación no sea debido a un mal estado fisiológico de la cepa sino a su edad relativamente más baja o a que se trate de posibles brinzales que han sufrido la competencia del vigoroso brote.

C.- Los resalvos o claras serán selectivas y por lo bajo. Se extraerán preferentemente los pies dominados, deformes, torcidos, inclinados y puntisecos. A igualdad de condiciones de calidad entre todos los pies de una cepa o mata se extraerán preferentemente los del interior de la misma para favorecer el traslado. Por tanto, el criterio de señalamiento (de pies a apearse o a reservar) tomará como elemento de referencia a cada cepa o mata, lo que requiere su identificación sobre el terreno. Las claras serán necesarias aunque entre las cepas o matas no exista tangencia de copas (monte bajo adhesado), ya que la competencia se manifiesta con mayor intensidad entre los chirpiales de una misma cepa que entre las cepas.

D.- La determinación del peso de cada intervención es una de las decisiones más delicadas. Ya se ha explicado que si es demasiado fuerte, la brotación inducida compromete el desarrollo de los resalvos e incluso hemos observado la muerte de los mismos y, por otra parte, si es demasiado débil su efecto no es importante y obliga a reducir la rotación, con incremento de costos innecesario.

Las experiencias que tomamos de referencia en relación con el peso del resalveo en masas de las tres especies son las siguientes:

+ *Quercus faginea* (SAN MIGUEL, MONTERO y MONTOTO, 1984), (MONTERO, CANELLAS, SAN MIGUEL, 1995). Año 1979. Localización en Barriopedro (Guadalajara). La masa antes del tratamiento se caracteriza por: edad, 23 años; densidad, 3.259 pies/ha; diámetro medio, 6,3 cm; altura media, 5,0 m. Se efectuaron inventarios en 1979, 1985 y 1992. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA XIV.6.- Resumen de resultados en parcelas experimentales sobre resalveos de conversión en *Quercus faginea*, Barriopedro (Guadalajara). Trat. = tratamiento; P = peso de las claras expresado en porcentaje de la densidad inicial extraída; B = brote inducido por las cortas, expresado en kg/ha de materia seca; d(%) = variación en 13 años del diámetro medio expresada en valor relativo; h (%) = variación en 13 años de la altura media expresada en valor relativo; c(%) = variación en 13 años del diámetro de copa expresada en valor relativo.

Trat.	P	B	d(%)	h(%)	c(%)
T	0%	0	20	1,3	4,3
C1	45%	110	32	1,9	31,1
C2	69%	478	36	3,0	65,9
C3	77%	573	51	5,5	80,5

Se observa el estancamiento de la masa en caso de no hacer resalveos, que el paso de una extracción del 45% de los pies a un 69% multiplica por 4,3 el peso de brotes producidos, y que el desarrollo de los pies reservados, especialmente en lo que se refiere al diámetro de la copa, es mayor cuanto mayor es el peso del resalveo. Hay que advertir que en este dispositivo experimental el brote inducido fue eliminado artificialmente.

+ *Quercus pyrenaica* (SAN MIGUEL, 1985), (MONTERO, CANELLAS y SAN MIGUEL, 1995). Año 1979. Localización en Navacerrada (Madrid). La masa antes del tratamiento se caracteriza por: edad, 20 años en la mayor parte de los brotes, con 550 resalvos de 40 años por ha; densidad total, 2.750 pies/ha; diámetro medio, 5,0 cm para pies de 20 años, 10,5 cm para 40 años; altura media, 6,5 m. Se efectuaron inventarios en 1979, 1985 y 1992. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA XIV.7.- Resumen de resultados en parcelas experimentales sobre resalveos de conversión en *Quercus pyrenaica*, Navacerrada (Madrid). Trat. = tratamiento; P = peso de las claras expresado en porcentaje de la densidad inicial extraída; ; d(%) = variación en 13 años del diámetro medio expresada en valor relativo; h (%) = variación en 13 años de la altura media expresada en valor relativo; c(%) = variación en 6 años del diámetro de copa expresada en valor relativo.

Trat.	P	d(%)	h(%)	c(%)
T	0%	24	15	20
C1	40%	24	17	19
C2	61%	28	18	30
C3	71%	32	17	33

Se observa que el crecimiento en altura tiende a ser independiente del peso de la clara, que el crecimiento en diámetro se favorece, aunque levemente, con el resalveo y que el diámetro de copa de los pies dominantes, esta vez medido a los seis años, empieza crecer más notablemente cuando se supera una extracción del 50% de los pies.

+ *Quercus ilex* y *Quercus faginea* (SERRADA, BRAVO y REVILLA, 1995). Año 1994. Localización en: Brihuega y El Recuenco (Guadalajara), Muñopedro (Segovia), para la encina; Barriopedro y Azañón (Guadalajara), para el quejigo. La masas antes del tratamiento se caracterizan por:

TABLA XIV.8.- Datos dasométricos medios de las parcelas instaladas para Proyecto MEDCOP-UPM. Edad en años; N = pies de más de 2,5 cm por ha; D = diámetro medio en cm; G = área basimétrica en m²/ha; Ho = altura dominante en m; LAI = índice de área foliar.

Bloque	Especie	Edad	N	D	G	Ho	LAI
Brihuega	encina	32	8.356	4	12,3	4,3	1,32
Recuenco	encina	30	6.456	4	16,3	5,6	1,58
Muñopedro	encina	24	4.038	4,5	5,7	3,6	0,63
Barriopedro	quejigo	41	2.283	7	9,0	5,9	0,48
Azañón	quejigo	34	1.206	9	9,3	7,6	0,25

Los tratamientos que se han ensayado son los siguientes: T (testigo), C1 (clara que quita el 20% de G), C2 (clara que quita el 35% de G), C3 (clara que quita el 50% de G), y en algunos casos corta total (CH). Se pretende comprobar el efecto del peso de las diferentes claras a través del brote inducido, sea de cepa o raíz, sea epicórmico. Se midió la brotación del primer año, algo atípica por la intensa sequía primaveral y estival de 1995. Se continuó midiendo brotación con 2 y 3 años. El resultado, por especies, de la relación entre densidad y área basimétrica extraída queda expresado en la siguiente tabla:

TABLA XIV.9.- Relación entre pesos de resalveo expresados en valor relativo de la densidad y del área basimétrica (BRAVO FERNÁNDEZ, 2003)

%G	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
%N,encina	11	19	26	33	40	47	53	58	64	69	73	77	81	85	88	90	93	95	96
%N,quejigo	7	15	23	30	36	43	49	55	60	65	69	74	77	81	84	87	89	91	93

A título de ejemplo, se presentan datos relativos a la brotación del primer año en el bloque de parcelas de Brihuega.

TABLA XIV.10.- Resultados provisionales sobre brotación inducida por resalveos de distinto peso en monte bajo de *Quercus ilex*, localizado en Brihuega (Guadalajara). Trat. = tratamiento; G(%) = tanto por ciento de área basimétrica extraída; N(%) = tanto por ciento de densidad extraída; BTS = brotación total de cepa y raíz expresada en Kg de materia seca por ha.

Tratamiento	G (%)	N (%)	BTS
T	0,0	0	2,8
C1	28,8	56	63,4
C2	49,5	70	66,6
C3	62,2	77	235,7
CH	100	100	1.273,9

Se ha podido comprobar tras análisis estadístico (BRAVO FERNÁNDEZ, 2003) que la cantidad de brotes sufre un importante incremento cuando en la encina se producen extracciones del orden del 50% al 55% del área basimétrica, lo que en claras bajas (ver Tabla XIV.9) supone una extracción del orden del 70% de la densidad inicial. Para el quejigo, el aumento importante de brote se produce con valor de G extraída de 25 % y con N extraída del 36 %.

Volviendo al problema de la determinación del peso para el primer resalveo, la primera propuesta se concreta en que debe ser fijado en valor relativo respecto de la espesura inicial, preferentemente y por facilidad en la ejecución en valor relativo de la densidad, pues la propuesta de una espesura resultante, en caso de densidades iniciales altas, puede inducir brotaciones excesivas.

Concretando y con base en los resultados de la experiencias expuestas, la propuesta sobre peso para el primer resalveo en masas de encina será que la extracción más conveniente debe situarse entre el 50% y el 70% de la densidad inicial, eso si, cortando por lo bajo. Es decir, se pueden cortar un pie si y otro no o dos pies si y uno no, sin que la brotación inducida ponga en peligro el desarrollo de la masa reservada. Cortando de esta manera, la reducción del área basimétrica será inferior al 50% y la del área foliar igual. Para el rebollo, no superar el 50 % de la densidad inicial. Para el quejigo, cortar un 33% de la densidad inicial, equivalente a un 25% del área basimétrica.

E.- En los pies reservados puede ejecutarse una poda hasta la mitad de su altura en caso de que interese facilitar el tránsito por el monte y reducir el riesgo de incendios. Si las ramas están secas por poda natural o tienen menos de 4 cm de diámetro, se puede ejecutar la poda a la vez que el resalveo. En caso contrario, conviene esperar al siguiente año y hacerla a savia parada para no inducir exceso de brotes epicórmicos.

F.- Respecto de la época del año adecuada para ejecutar el resalveo se puede razonar en el siguiente sentido: si la brotación inducida es inconveniente e interesa fomentar el pastoreo, se hará en plena actividad vegetativa para debilitar el brote y aportar ramón al ganado. Serán los meses de agosto y septiembre los más indicados, al coincidir con la mínima producción herbácea natural en el monte. Sin embargo, esta práctica puede no ser bien entendida por la población rural, a la que es preciso imponer la restricción de cortas para leña dentro de la paralización vegetativa.

G.- El terreno podrá ser desbrozado, por roza con motodesbrozadora, para favorecer el tránsito, reducir riesgo de incendios y facilitar el aprovechamiento pastoral. Se procederá a la extracción de las leñas gruesas y finas, y si es posible también de la chasca. Se eliminarán los despojos de la roza y de la poda y de la chasca no extraída. Las alternativas de ejecución para esta eliminación pueden ser las siguientes: quema en montones durante el invierno; astillado a lo largo de todo el año; aplicación de un desbroce mecanizado por trituración, preferentemente al año siguiente, con lo que se consigue el desbroce en pie, la eliminación de los despojos y la reducción del brote inducido.

H.- No se producirá el acotado al pastoreo en la superficie tratada, al contrario, se inducirá el careo relativamente intensivo con ganado vacuno y cabrío para controlar el rebrote y la invasión del matorral heliófilo, quien tendrá mejores oportunidades al aumentarse la iluminación sobre el suelo. Para que la carga ganadera sea efectiva en esta función, la superficie anual de tratamiento dentro de una determinada unidad administrativa debe ser del orden de 50 ha.

Las condiciones fisiográficas de los montes en los que aplicar el tratamiento descrito deben ser limitadas. Se propone en principio que la pendiente sea inferior al 30%. En pendientes superiores, aparte del riesgo de inducir fenómenos erosivos por causa de la reducción de espesura y de la intensificación del pastoreo, los suelos suelen sufrir una exportación de nutrientes hacia zonas dominadas (SAN MIGUEL *et al.*, 1984) y, en su caso, procesos erosivos.

Tanto en los trabajos extensivos que se han realizado, como en las experiencias controladas con más detalle, los resultados en relación con los objetivos a cubrir han sido satisfactorios:

- Se ha producido una mejora cualitativa y cuantitativa del herbazal (SAN MIGUEL, 1985), que puede ser susceptible de otras mejoras específicas como el abonado y la introducción de nuevas especies pascícolas, tanto herbáceas como leñosas (ZULUETA, 1984).

- La producción de brotes inducidos por el resalveo, tras el ramoneo o la corta, se mantiene durante un plazo del orden de cuatro a seis años. La cantidad de materia seca total, en la hipótesis de un peso de clara reducida, puede variar en función de la especie, la espesura y la calidad de estación entre 100 y 300 kg de materia seca por ha y año. La proporción de hojas respecto de este peso oscila entre el 35% para quejigo (SAN MIGUEL *et al.*, 1984) y 60 % para la encina (SERRADA, BRAVO y REVILLA, 1995). La contribución a la alimentación del ganado es notable, por lo que se puede plantear el aumento de la carga ganadera en una oveja por hectárea y por año (MONTERO y MONTOTO, 1985).

- Se estimula el crecimiento diametral y longitudinal de los resalvos seleccionados, como se comprueba en los datos de las Tablas XIV.6 y XIV.7.

- La producción de bellota tiene un sensible aumento (ZULUETA y MONTERO, 1982), tanto por el número de bellotas producidas por pie, como por el aumento del peso medio de la bellota. Aumenta el peso de bellota por pie y se mantiene el peso por hectárea (BRAVO FERNÁNDEZ, 2003) a pesar de la reducción de la densidad. El interés de este resultado se manifiesta tanto en la mejora de la alimentación del ganado como en abrir la posibilidad de una regeneración natural en monte alto en el futuro.

- La actual demanda de leñas, para consumo local y de segundas residencias, puede ser abastecida con una adecuada planificación de las mejoras por resalveo de conversión. Con esta forma de proceder se aumentan los costos de saca y la probabilidad de daños ocasionados por la misma, respecto de las tradicionales cortas a hecho, lo que obliga a cuidadosos señalamientos y a un cambio de mentalidad entre las personas implicadas. Para la hipótesis de un cuartel que estuviera dividido en 20 a 24 tranzones de corta, la planificación de los resalveos se resuelve favorablemente juntándolos dos a dos para ejecutar cada año en uno de estos grupos un resalveo, de forma que la rotación queda establecida entre 10 o 12 años. La aplicación de las leñas obtenidas a la producción de energía como alternativa a las fuentes convencionales puede ayudar a financiar estas necesarias mejoras de los montes bajos regulares.

- En relación con el futuro de estas masas, suponiendo que el resalveo se inicia con edad de 20 a 40 años, con diámetro medio de 5 a 15 cm, al cabo de tres resalveos tendrá una edad entre 50 y 76 años y con diámetro del orden de 20 cm, por lo que podrá ser considerado como un fustal sobre cepa, con fracción de cabida cubierta cercana al 80%. A partir de este momento caben tres evoluciones posibles:

1 - mantener la espesura con claras débiles para obtener fustes maderables con un turno del orden de 100 a 120 años (ver figura XIII.3 y cuadro XIII.2), en el que aplicar cortas de aclareo sucesivo uniforme, preferentemente por el método del tramo móvil;

2- recepar y volver al monte bajo, pues hasta este momento se habrá conservado la misma densidad de cepas;

3- intensificar las claras para conducir la masa a un adhesamiento con fracción de cabida cubierta del 30 al 50% y cortas de regeneración por entresaca. La opción adecuada la marcará el interés económico que en el plazo apuntado puedan tener las maderas, las leñas, o el ganado, respectivamente.

XIV.7.- Montes bajos degradados.

En relación con la tipificación dasométrica que de los montes bajos se ha presentado en epígrafes anteriores, se han excluido de la posibilidad de aplicar resalveos de conversión a los que hemos denominado montes bajos degradados. La mejora de éstos dependerá a su vez de su origen y tipología.

Resumiendo, los montes bajos degradados quedan definidos como aquellos que con una edad avanzada, más de 10 años, no han alcanzado una espesura suficiente manifestada bien en una pequeña altura, inferior a dos metros, aunque con una alta densidad, bien en una muy baja densidad y área basimétrica sin competencia importante dentro de las cepas.

En casos excepcionales, los montes bajos degradados pueden tener su origen en una importante limitación estacional, como puede ser el límite altitudinal superior para algunos rebollares y encinares que no pasan del porte arbustivo, o la escasa profundidad y alta pedregosidad del suelo, frecuentemente asociadas a la pendiente, que dan lugar a encinares y quejigares de muy escasa talla o espesura. En estas situaciones no cabe ninguna actuación de mejora, la talla y la espesura no mejorarán por la acción de los resalveos.

Sin embargo, al poseer una gran capacidad de regeneración los montes bajos, aún con aspecto lamentable y degradado, son muy abundantes en España. Estos montes bajos degradados proceden de prácticas anticulturales reiteradas e históricas (cortas sin acotado al pastoreo, roturaciones para cultivos agrícolas, incendios periódicos y combinación sucesivas de las tres acciones mencionadas). En estos casos si es posible plantear alguna mejora.

Sin pretender agotar todas las situaciones posibles, se proponen algunas directrices y alternativas en este sentido para las tipologías más frecuentes:

A.- Caso de montes bajos con alturas inferiores a 2 m, edad superior a 10 años, alta densidad, fracción de cabida cubierta mayor de 50%, localizados en zonas ganaderas y con pendientes suaves. Para esta tipología se puede proponer el mantenimiento del pastoreo, quien con su ramoneo mantendrá la morfología de la masa y por razón de la fisiografía no son de esperar fenómenos erosivos. La mayor frecuencia de este caso se corresponde con el rebollo.

B.- Caso similar al anterior pero con pendientes acusadas o con ausencia de ganadería. En esta situación puede plantearse el cambio de especie mediante repoblación forestal, lo que tiende a acabar en una masa mixta. Posibles tratamientos de mejora en el monte bajo degradado, como rozas completas o parciales, decapados completos o parciales, subsolados combinados con lo anterior, etc..., no han sido suficientemente ensayados hasta la fecha. En estaciones de rebollar las especies a elegir, según el estado de degradación del suelo, pueden ir hacia un "enresinamiento" con pino rodeno o silvestre o hacia un "enriquecimiento" con cerezo, haya o robles (los términos entrecomillados son traducción literal del francés).

C.- Caso de masas con alturas inferiores a 2 m, edades superiores a 10 años, fracción de cubierta alrededor de 50%, en cualquier localización, más frecuentemente de encina. En este caso se ha comprobado como eficaz realizar un recepe completo o parcial de las matas bajas y aplicar un estricto acotado al pastoreo. La brotación es vigorosa, viable, y sobre ella, al cabo de 10 a 20 años puede iniciarse el resalveo de conversión. La forma de recepar debe ser lo más ajustada posible al suelo o incluso bajo su superficie, aplicándose a ambas operaciones la denominación de corta entre dos tierras (DE SIMÓN y BOCIO, 1999).

D.- Masas incendiadas, independientemente de su tipología y especie. Los incendios forestales son relativamente frecuentes, y de difícil extinción, sobre los montes bajos por causa del pequeño tamaño del combustible y de su gran continuidad horizontal y vertical. Tras el paso del fuego y en función de su velocidad o intensidad, se produce la muerte de toda la parte aérea y en algunos casos quedan, sobre fuste y ramas gruesas, tejidos vivos.

En todas las situaciones, el correcto proceder consiste en la corta a hecho de toda la masa afectada, a ser posible antes del 1 de abril siguiente al incendio. Se trata de hacer que la brotación de la primavera siguiente sea lo más vigorosa y viable posible, que sea de raíz o de cepa, evitando la masiva brotación por epicórmicos desde tejidos de fuste o rama no afectados, o en caso de muerte total de la parte aérea, trastornos por parte de las leñas muertas sobre los brotes. En este sentido, se puede entender que el incendio es un equivalente a un recepe clásico, aunque fuera de la edad del turno y fuera de la época más adecuada.

Los restos del recepe, fustes y chasca quemados total o parcialmente, deben ser acordonados en curva de nivel, en forma de fajinas y donde no trastornen a la nueva brotación, para facilitar la transitabilidad y reducir la escorrentía.

Es tanto más necesario aplicar el recepe cuanto menos intenso haya sido el incendio. No es conveniente dejar resalvos que puedan estar afectados en el fuste, se perjudica la brotación. Como casos particulares en estas situaciones hay que señalar los alcornoques (CARDILLO y BERNAL, 2003) y los montes bajos degradados de rebollo que no mejorarán con el recepe. En estos casos la aplicación del recepe general tiene que ser justificada.

En el resto de los casos, si no se apean los chirpiales afectados por el fuego antes de la brotación, procede dejarlos sin extraer y demorar las acciones de mejora durante el plazo de recuperación de las cepas, unos 6 a 12 años según calidad de estación.

XIV.8.- Bibliografía.

ALLUÉ, M. Y SAN MIGUEL, A. - 1991. Estructura, evolución y producción de tallares de *Quercus pyrenaica* Willd. en el Centro de España. *Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales*. nº 0, 35-48. INIA. Madrid.

BRAVO FERNÁNDEZ, J.A. - 2003. *Resalveos de conversión en montes bajos de la región central de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

BRAVO, J.A.; SÁNCHEZ, I. Y SERRADA, R. - 2001. Determinación de rotaciones óptimas en la aplicación de resalveos de conversión a monte alto en tallares de encina y de quejigo en la zona central de la Península Ibérica. *Actas del III Congreso Forestal Español*. Tomo III. Ref.: de pág. 772 a 778. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Granada.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

CARDILLO, E y BERNAL, C.J. 2003. *Recomendaciones selvícolas para Alcornocales afectados por el fuego*. Cuadernos Forestales 1/2003. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (IPROCOR). Junta de Extremadura. Mérida.

CLOPÉS, R. - 2008. *Selvicultura de Platanus ssp.* 547-552. in SERRADA, R.; MONTERO, M. y REQUE, J. (editores): *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. 2008. INIA y FUCOVASA. Madrid.

CIANCIO, O. y NOCENTINI, S. - 2004. *Il Bosco Ceduo*. Academia Italiana di Scienze Forestali. Florencia.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. - 1988. Decreto 1118/1988, de 27 de octubre, por el que se establece la regulación de cortas en los montes bajos o tallares de encina y rebollo de la Comunidad de Madrid. Consejería de Presidencia. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*. 14 de noviembre de 1988. Madrid.

DE SIMÓN, E. y BOCIO, I. - 1999. Modelo de restauración de encinares basado en el tratamiento de roza entre dos tierras del matorral de encinas. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.:* Fuera de Serie, nº 1.

DUCREY, M. - 1992. Quelle sylviculture et quel avenir pour les taillis de Chêne vert (*Quercus ilex* L.) de la région méditerranéenne française. *Revue Forestière Française*. XLIV (1), 12-15. Nancy.

GONZALEZ DONCEL, I. - 1987. *El rebollo (Quercus pyrenaica Willd.) de la provincia de León como opción energética: Regeneración tras las cortas y tablas para la estimación en peso de la biomasa*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

GONZÁLEZ, J. M. e IBARZ, P. - Monte bajo irregular de encina: Caracterización selvícola. *Invest. Agr. Sist. Rec. For.* Volumen 7, nº 1 y 2-1998. INIA. Madrid.

GRACIA, M. - 1998. Les taillis du chêne vert irréguliers et furetés du nord-est de la Péninsule Ibérique. *Revue Forrestière Française*. nº 5-1998, pp 467 a 477. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy.

JORDANA Y MORERA, J. 1900. Algunas voces forestales. (Reproducción facsímil del original). Edición de 1992 realizada por ICONA. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- LANIER, L. - 1986. *Précis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.
- MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de montes arbolados*. Col. Técnica. ICONA. Madrid.
- MESON, M. y MONTOYA, J. M. - 1985. Vegetación forestal y degradación de los bosques de *Quercus pyrenaica* Willd. en España. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie Rec. Nat.*. Madrid.
- MONTERO, G.; CANELLAS, I. y SAN MIGUEL, A. - 1995. Informe anual del Grupo de Trabajo 07 (CIFOR-INIA) para el Proyecto MEDCOP. in *2nd. General Meeting of the MEDCOP Project*. Septiembre de 1995. Departamento de Silvopascicultura UPM. Madrid y Bragança.
- MONTERO, G. y MONTOTO J. L. - 1985. Aumento de las posibilidades pastorales en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* Lamk.). *Anales INIA. Serie Forestal*. Vol. nº 9. INIA. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1982. Selvicultura, Ordenación y Economía de los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. *Bol. de la Estación Central de Ecología*. Vol. 11, nº 22. ICONA. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1983. Usos alternativos y conservación de los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. *Bol. de la Estación Central de Ecología*. Vol. 12, nº 23. ICONA. Madrid.
- MONTOYA, J. M. - 1987. Montes bajos de frondosas mediterráneas: el resalveo intensivo. Una técnica de restauración de bosques de frondosas autóctonas. *Revista Montes*. nº 15. Asociación de Ingenieros de Montes. Madrid.
- MONTOYA, J. M. y MESON, M. - 1979. Situación actual y perspectivas futuras de los montes bajos de *Quercus pyrenaica* Willd. *Rev. Montes*. nº 193. Asoc.Ing.de Montes. Madrid.
- NICOLAS ISASA, J.J. - 2005. La regeneración de algunas especies forestales y ornamentales. Fundación Conde del Valle de Salazar. ETSI Montes. Madrid.
- ORTUÑO, F. y CEBALLOS, A. - 1977. *Los bosques españoles*. INCAFO. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 1983. Inventario de la vegetación herbácea en montes de *Quercus pyrenaica* Willd.. Diseño e intensidad de muestreo. *Anales I.N.I.A. Serie Forestal*. nº 7 : 55-66. INIA. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 1983. Inventario de la vegetación herbácea en montes de *Quercus pyrenaica* Willd.. Diseño e intensidad de muestreo. *Anales I.N.I.A. Serie Forestal*. nº 7 : 55-66. INIA. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 1985. Variaciones producidas en un pastizal arbolado con rebollos (*Quercus pyrenaica* Willd.) por claras de distinta intensidad. *Anales I.N.I.A. Serie Forestal*. nº9. 97-104. INIA. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. - 1986. *Ecología, tipología, valoración y alternativas silvopascícolas de los quejigares (Quercus faginea Lamk.) de Guadalajara*. Tesis Doctoral. E.t.S.I. Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- SAN MIGUEL, A.; MONTERO, G. y MONTOTO, J. L. - 1984. Estudios Ecológicos y Silvopascícolas en un quejigal (*Quercus faginea* Lamk.) de Guadalajara. Primeros resultados. *Anales del INIA. Serie Forestal*. nº 8. INIA. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. y MONTOYA, J. M. - 1984. Resultados de los primeros 5 años de producción de talleres de chopo en rotación corta (2 a 5 años). *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Serie Forestal*. nº 8-1984, pp. 73 a 91. INIA. Madrid.

SERRADA, R. - 1987. El sector forestal: estructura, aprovechamiento y conservación. in *Papeles de Economía Española. Economía de las Comunidades Autónomas. Castilla-La Mancha*. nº 5. 193-210. FFIES. Confederación Española de Cajas de Ahorro. Madrid.

SERRADA, R. - 1990. Los resalveos de conversión en monte bajo (*Quercus ilex* L., *Q. pyrenaica* Willd., *Q. faginea* Lamk.) en Castilla-La Mancha. in *Los Montes de Castilla-La Mancha*. Colección Estudios. Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.

SERRADA, R. - 1991. Tratamientos de monte bajo. Tratamientos de monte medio. in *I Curso Superior de Especialización sobre Selvicultura Mediterránea*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Granada.

SERRADA, R.; ALLUÉ, M. y SAN MIGUEL, A. - 1992. The coppice system in Spain. Current situation, state of art and major areas to be investigated. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*. Vol. XXIII. 1992. 266 - 275. Proceedings of the workshop "Improvement of coppice forests in the mediterranean region", Arezzo, september 24-25, 1992. Arezzo. Italia.

SERRADA, R.; BRAVO, A. y REVILLA, C. - 1995. Informe anual del Grupo de Trabajo 05 (UPM) para el Proyecto MEDCOP. in *2nd. General Meeting of the MEDCOP Project*. Septiembre de 1995. Departamento de Silvopascicultura UPM. Madrid y Bragança.

SERRADA, R.; GONZALEZ DONCEL, I.; LOPEZ PEÑA, C.; MARCHAL, B.; SAN MIGUEL, A. y TOLOSANA, E. - 1993. Tipificación dasométrica de rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Comunidad de Madrid. Alternativas silvopastorales. Diseño de un plan experimental. in *Actas del I Congreso Forestal Español*. Tomo II, págs. 623 a 631. SECF. Xunta de Galicia. Pontevedra.

SERRADA, R.; GONZALEZ DONCEL, I.; LOPEZ PEÑA, C.; MARCHAL, B.; SAN MIGUEL, A. y TOLOSANA, E. - 1994. Dasometric classification and alternative silvopastoral uses of rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) stands in Madrid. Design of a pilot project. in *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Fuera de Serie nº 3. 79 - 89. INIA. (MAPA). Madrid.

SIXTO, H.; HERNÁNDEZ, J.; BARRIO, M.; CARRASCO, J. y CAÑELLAS, I.- 2007. Plantaciones del género *Populus* para la producción de biomasa con fines energéticos: revisión. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 2007 16(3)*, 277-294. Disponible on line en www.inia.es/srf

XIMENEZ DE EMBÚN, J. - 1961. *El monte bajo*. Ministerio de Agricultura. Madrid.

ZULUETA, J. - 1984. Mejora pastoral de montes de montes calizos con clima semiárido frío por implantación de especies leñosas y herbáceas perennes. in *II Jornadas Ganaderas de Castilla-La Mancha*. Diputación Provincial de Guadalajara. Guadalajara.

ZULUETA, J. y MONTERO, G. - 1982. Posibilidades de mejora silvopascícola en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* Lamk.). Efectos de los aclareos en la producción de bellota. *Anales INIA. Serie Forestal*. nº 6. INIA. Madrid.

CAPÍTULO XV.- TRATAMIENTOS DE MONTE MEDIO

XV.1.- CONCEPTO Y DENOMINACIÓN

XV.2.- PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MONTE MEDIO REGULAR

XV.2.1.- PLAN DE RESALVEO

XV.2.2.- APLICACIONES PRÁCTICAS DEL MONTE MEDIO REGULAR

XV.3.- PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MONTE MEDIO IRREGULAR

XV.4.- CONDICIONANTES GENERALES

XV.5.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

CAPÍTULO XV.- TRATAMIENTO DEL MONTE MEDIO

XV.1.- Concepto y denominación.

El concepto de monte medio, planteado anteriormente y deducido por exclusión tras el estudio de los métodos de beneficio de monte alto y de monte bajo, se corresponde con aquella masa en la que conviven en proporción equiparable brinzales y chirpiales.

Sin embargo, en relación con la denominación de este tipo de masas existe un cierto confusionismo que es preciso aclarar, para lo que inicialmente se reproduce el texto de la definición de monte medio que propuso GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948):

"MÉTODO DE BENEFICIO DE MONTE MEDIO.- Las masas de monte medio vienen considerándose como masas resultantes de la combinación o superposición de la masa de monte alto con la masa de monte bajo.

*Así considerada, la **masa de monte medio** estará representada por dos pisos, un **piso inferior**, constituido por matas o chirpiales, o sea por una masa de monte bajo, generalmente regular y por excepción entresacado, y otro **piso superior**, constituido por un fustal claro, bien de frondosas, bien de resinosas, procedentes de semilla, o sea por una masa clara de monte alto más o menos irregular, y al monte así originado lo denominamos **monte medio irregular**.*

*Pero, además, viene denominándose monte medio al representado por dos pisos, procedentes, el inferior y el superior, de brotes; el primero es de monte bajo regular y, por excepción, entresacado, y cuyos chirpiales en este caso se denominan **subresalvos**, y el segundo es un fustal claro de subresalvos reservados llamados **resalvos**. Y a este otro monte medio lo denominamos **monte medio regular**.*

En realidad, atendiendo a dichos dos modos de originarse el monte medio, no puede decirse que resulte siempre de la combinación o superposición de una masa de monte alto y otra de monte bajo; pero en la práctica, más que a los modos de originarse el monte medio, se atiende a su característica constitución o superposición de dos pisos, para así denominarlo. Es decir, que todo monte cuyo piso inferior procede de brotes y el superior bien de brotes o de semilla, viene considerándose como monte medio, aunque tal denominación tomó más bien origen en el mencionado monte medio regular."

Aceptando lo propuesto por el autor citado, bajo la denominación genérica de *monte medio* incluiremos a todas aquellas masas compuestas por un piso inferior de monte bajo o de chirpiales, normalmente coetáneo, que puede presentar dos variantes según esté formado el piso superior, normalmente irregular, por brinzales o por chirpiales. Mantenemos la denominación de *monte medio irregular* para el primer caso y la de *monte medio regular* para el segundo caso, aunque en esta ocasión los adjetivos regular e irregular no tengan la acepción que hasta ahora se les ha dado.

En general, el monte medio regular así definido tiene más aplicación práctica que el monte medio irregular.

En relación con la denominación del monte medio regular, en español se le conoce también por *monte bajo con resalvos* en Hispanoamérica y como *monte bajo resalveado* (MADRIGAL, 1994). En francés se denomina *taillis-sous-futaie*; en inglés *coppice with standars* o *compound coppice system*; en alemán *mittelwaldbetrieb*, que por traducción directa es origen de la denominación española; y en italiano *trattamento a ceduo composto*.

En el monte medio regular se denominará al piso superior, con estructura irregular, *resalvía* o *resalvos*, y al piso inferior, con estructura regular, *sarda* o *subresalvos*.

En todos los casos de monte medio, el piso inferior puede o tiende a cubrir toda la superficie del rodal, mientras que la fracción de cabida cubierta por el piso superior debe ser del orden del 40% al 50%, para permitir la iluminación de la sarda.

XV.2.- Procedimiento general para el monte medio regular.

Los pasos consecutivos del tratamiento del monte medio regular se pueden resumir como sigue:

1°.- Inventario por separado de la sarda y la resalvía.

2°.- Determinar la fracción de cabida cubierta que corresponde a la resalvía. De un 40 a un 50%.

3°.- Determinar el turno que corresponde a la sarda (**t**) y a la resalvía (**T**). **T** será múltiplo de **t**; **t** será de 15 a 30 años; y **T** será como máximo cinco o seis veces mayor que **t**.

4°.- Se fijará el *plan de resalveo*, que se describe más adelante, y que consiste en fijar la composición de la resalvía, con cuatro o cinco clases de resalvos como máximo, y las cortas necesarias para mantenerla.

5°.- Se divide el cuartel en tantos tronzones como años tiene **t**, asignándose la corta de cada uno de ellos a un año. Los tronzones pueden ser iguales o equiproductivos.

6°.- El piso inferior o sarda se trata como si fuera un monte bajo regular, pero reservando en cada corta un número de pies o resalvos fijado por el plan de resalveo definido para el piso superior.

7°.- En el tronzón que se corta cada año, tras la corta de la sarda, se apean los resalvos de la última clase de edad de **T** y el número necesario de los de las clases inferiores para que se mantenga la estructura ideal de la resalvía fijada por el plan de resalveo.

XV.2.1.- Plan de resalveo en el monte medio regular.

Los resalvos que forman el piso superior o resalvía se dividen en clases de edad cuyo intervalo es t . Reciben diferente denominación según la edad (GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948); LANIER (1986):

EDAD	ESPAÑOL	FRANCÉS
entre t y $2t$	resalvos nuevos	baliveaux
entre $2t$ y $3t$	resalvos modernos	modernes
entre $3t$ y $4t$	resalvos antiguos de 1ª clase	anciens
entre $4t$ y $5t$	resalvos antiguos de 2ª clase	bisanciens
entre $5t$ y $6t$	solariegos o viejas cortezas	vielle écorce

La figura XV.1, tomada de LANIER (1986), ilustra sobre la forma y denominación de los componentes del monte medio regular.

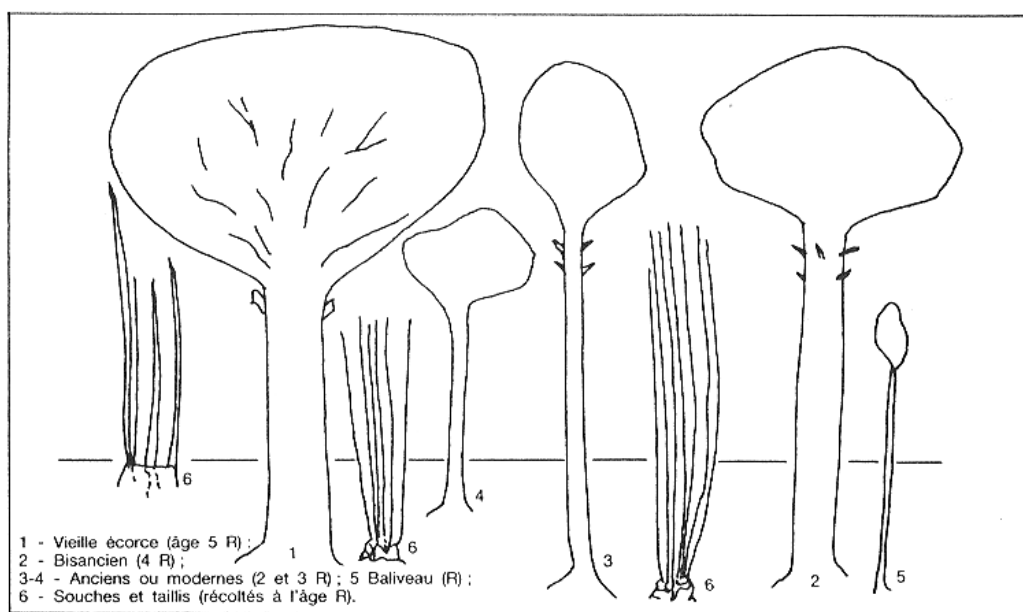


FIGURA XV.1.- Perfil del monte medio regular y de sus componentes. La notación R en la figura equivale a t en el texto. Tomado de LANIER (1986).

El plan de resalveo consiste en la determinación del número de resalvos que deben formar la resalvía, clasificados por edades, de los que se deducirá los que hay que cortar en cada momento.

Supongamos para esta explicación la existencia de cuatro clases de resalvos:

* del inventario dasométrico se deduce la superficie media ocupada (en m^2 /pie) por la copa de un resalvo, según clases: s_1 , s_2 , s_3 y s_4 .

* se determina la superficie por hectárea (m^2/ha) que deben ocupar el conjunto de pies de cada clase: S_1, S_2, S_3 y S_4 . Se aplica el criterio areal de Beranger (ver X.2.1) para fijar la composición de la masa irregular.

Tenemos:

$$- S_i = n_i s_i ;$$

$$- S_T = S_1 + S_2 + S_3 + S_4,$$

siendo S_T del orden de 4.000 a 5.000 m^2 , pues ya se apuntó que el conjunto de la resalvía tendrá una fracción de cabida cubierta entre 40% y 50%.

Se puede emplear el criterio: $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$.

* se determina la densidad (en pies/ha) de cada clase de resalvos: n_1, n_2, n_3 y n_4 , a través de:

$$n_i = S_i/s_i.$$

También puede determinarse n_i aplicando el criterio biológico de De Liocourt:

$$n_i = q n_{i+1},$$

donde $q > 1$ y conociendo el número de resalvos de la clase mayor, al igual que se procede en el estudio del monte alto irregular.

En masas mediterráneas se procurará que la densidad total de la resalvía esté comprendida entre 100 y 200 pies/ha.

* si se tiene la composición ideal de la masa, se corta en cada tranzón, cada t años, a_i (pies/ha) = $n_i - n_{i+1}$, o lo que es lo mismo:

$$a_4 = n_4 \text{ resalvos antiguos de } 2^a$$

$$a_3 = n_3 - n_4 \text{ resalvos antiguos de } 1^a$$

$$a_2 = n_2 - n_3 \text{ resalvos modernos}$$

$$a_1 = n_1 - n_2 \text{ resalvos nuevos}$$

Se reservarán n_1 resalvos en la sarda, que se convertirán en nuevos. El criterio para seleccionar los resalvos en la sarda deberá atender a que queden uniformemente repartidos, que tengan el mejor porte y desarrollo, y escoger todos los que puedan proceder de semilla (brinzales) si existen.

En la figura XV.2 se ilustra la estructura y ejecución del plan de resalveo.

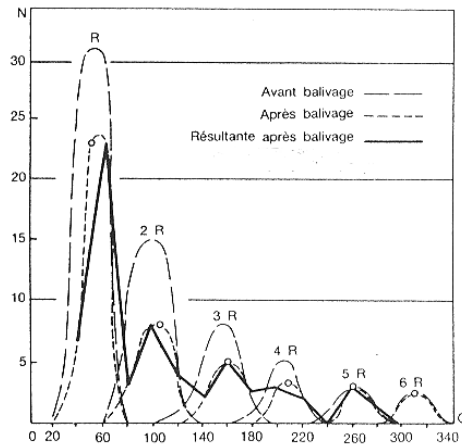


FIGURA XV.2.- Plan de resalveo. Ordenadas densidad en pies/ha. Abscisas circunferencia de los pies en cm. Trazo discontinuo largo, antes del resalveo. Trazo discontinuo corto, después del resalveo. Trazo continuo grueso, resultante real en la masa después del resalveo. Tomado de LANIER (1986).

* si la población de la resalvía está desequilibrada, situación que GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948) describe como *monte medio regular anormal*, se cumplirá que las existencias reales (n_i') serán diferentes de la composición ideal (n_i).

En este caso se procederá a cortar: $a_i = n_i' - n_{i+1}$, siempre que $n_i' > n_{i+1}$.

En caso contrario no se cortará en esa clase de edad y se esperará hasta que la densidad se normalice.

* en todos los casos se cortarán, dentro de la resalvía, los pies peor formados, los dominados y los enfermos o dañados.

El aspecto del tranzón antes y después de aplicar una corta de monte medio regular, según el plan de resalveo que se ha descrito, se presenta en la figura XV.3.

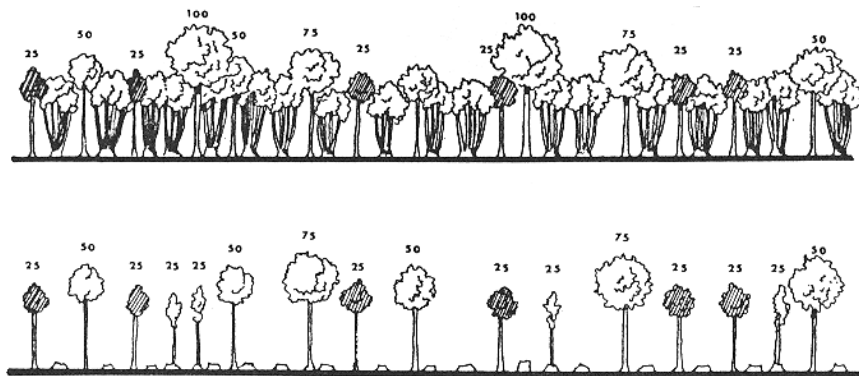


FIGURA XV.3.- Perfil de un monte medio regular. Turno de la sarda (t) 25 años. Plan de resalveo con 3 clases de resalvos ($T = 100$ años). Arriba, antes de la corta. Abajo, inmediatamente después de la corta. Tomado de CAPELLI (1991), según PAVARI (1953).

El conjunto de figuras, tomadas de HAWLEY y SMITH (1982), que se presentan globalmente en la figura XV.4, ayuda a comprender el tratamiento del monte medio regular y su plan de resalveo, aunque en realidad representa la forma de convertir, o transformar, un monte bajo regular en un monte medio regular.

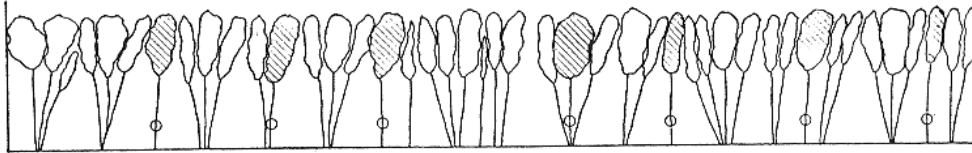


Fig. 50. Un monte bajo de 20 años preparado para la tala rasa excepto los resalvos escogidos para dar lugar a un monte medio. Los árboles escogidos como resalvos están indicados por el sombreado y los círculos; siempre que ello es posible, proceden de semillas.

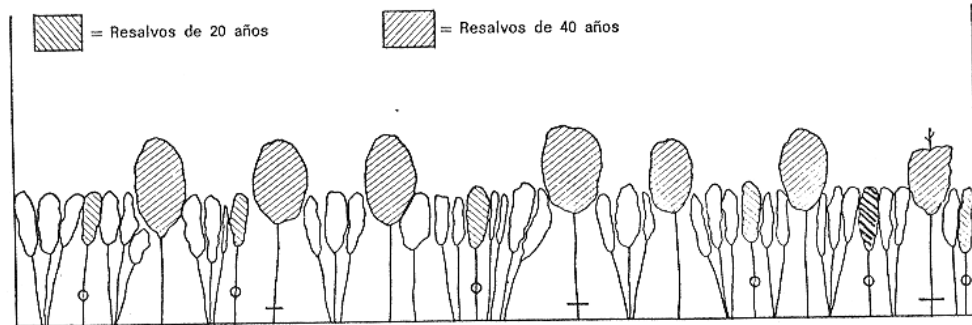


Fig. 51. La misma masa de la figura 50, 20 años después, al final de un segundo turno de monte bajo. El monte bajo será ahora talado totalmente, pero los árboles indicados por círculos se conservarán como segunda generación de resalvos. Las líneas horizontales indican los tres resalvos de 40 años menos deseables, que deberán cortarse en la misma operación.

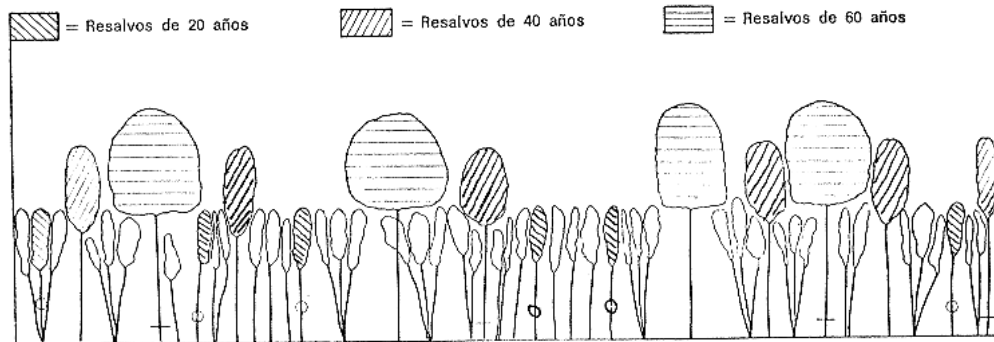


Fig. 52. La misma masa de la figura 50, 40 años después, al final de un tercer turno de monte bajo. El monte será totalmente talado, conservándose como resalvos los árboles indicados por círculos. Al mismo tiempo se hará una clara en las dos clases de más edad, extrayéndose los árboles indicados por líneas horizontales.

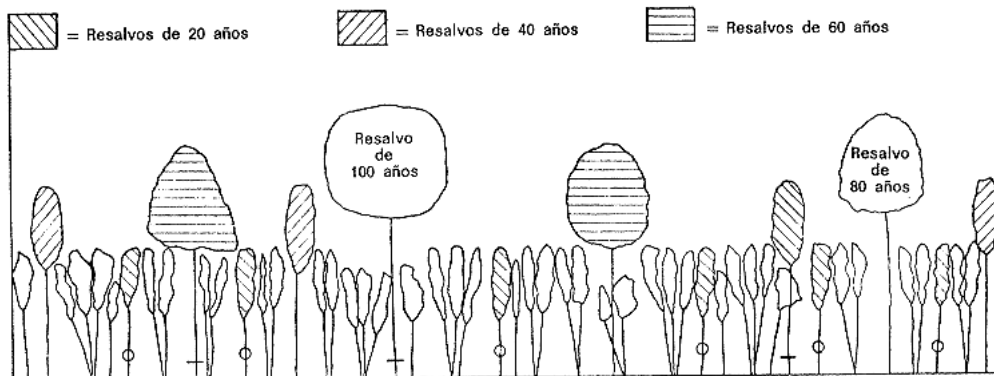


Fig. 53. La misma masa de la figura 50, al final de cinco turnos de monte bajo. El resalvo de 100 años ha alcanzado el final del turno que se le ha asignado y será cortado, siendo sustituido por resalvos escogidos de nuevo en el monte bajo. El resto del monte será talado, y los jóvenes resalvos aclarados. Ahora se muestra una serie completa de clases de edad; la masa tiene una forma irregular o estratificada intermedia entre las formas uniformes y las irregulares.

FIGURA XV.4.- Conjunto de figuras con la numeración y pies originales, tomadas de HAWLEY y SMITH (1982), que ilustran la transformación de un monte bajo regular en un monte medio regular.

Terminamos las explicaciones sobre el plan de resalveo en el monte medio regular incluyendo la figura XV.5, que representa en planta el resultado de la última etapa del ejemplo propuesto en la figura XV.4.

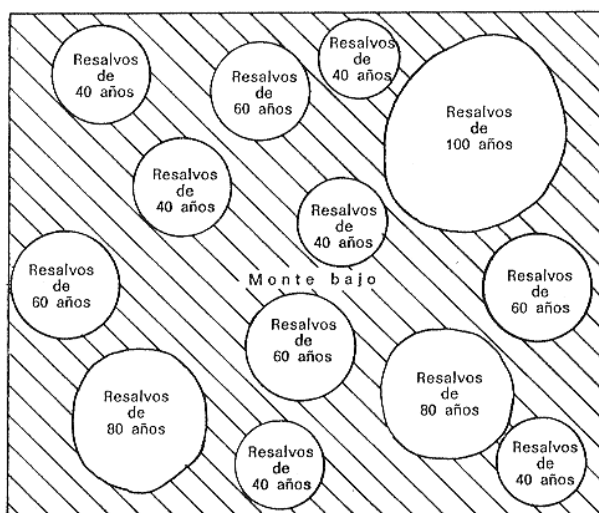


FIGURA XV.5.- Esquema de la distribución de la superficie del rodal entre la sarda y la resalvía. Se corresponde con la última etapa de la figura XV.4, con $t = 20$ años, $T = 100$ años y cuatro clases de resalvos. La fracción de cabida cubierta asignada a la resalvía es de 40%. Tomado de HAWLEY y SMITH (1982).

XV.2.2.- Aplicaciones prácticas del monte medio regular.

El país en donde está más extendido el método es Francia, donde existen unos cinco millones de hectáreas con esta forma de masa. A su vez es donde resulta más discutido y son muchos los autores que proponen su conversión a monte alto. En Italia es frecuente y en Alemania es actualmente residual, pues se han convertido a monte alto las masas de monte medio regular que tuvieron gran importancia en el pasado. En los tres países las especies principalmente implicadas son robles y carpes.

En España la presencia del monte medio regular sobre montes ordenados se reduce a unas 40.000 ha (ALLUÉ y HERNÁNDEZ, 1990), principalmente situadas en la vertiente norte del Sistema Central. Algunas masas de esta forma hemos observado en la Sierra de la Peña de Francia (Salamanca). En muchos lugares fue práctica común reservar en las cortas de monte bajo regular una única clase de resalvos, sin completar la resalvía.

Esta escasa presencia no debe marginar el estudio de esta forma de tratamiento pues es una alternativa muy interesante para la transformación de nuestros montes bajos regulares (ver capítulo XIV) hacia montes altos (fustales sobre cepa) irregulares, pasando por un monte medio regular en cuyo plan de resalveo, con tres o cuatro clases de resalvos, se acelere la conversión dando valor bajo al turno de la sarda y dotando a la resalvía de una densidad superior a la que se ha propuesto para mantener el monte medio. En esta alternativa de transformación, la producción de leñas se mantiene abundante, con interés energético actual, y es necesario acotar al pastoreo las sardas cortadas durante el plazo necesario. También puede ser aplicado en montes bajos regulares de castaño, para dar mayor complejidad a su estructura.

XV.3.- Procedimiento general en el monte medio irregular.

En relación con el monte medio irregular, GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1948) explica lo siguiente: "*En el monte medio irregular pueden estar superpuestos o no los dos pisos, el inferior de matas con el fustal claro y distribuidos uniformemente; pero a veces, para una mejor y más completa utilización de las cualidades estacionales, sobre todo del suelo, el fustal está distribuido por bosquetes y ocupa las partes más fértiles del suelo, mientras que las matas se localizan en las partes más pobres; pero tanto en un caso como en otro se trata de un monte medio irregular, que denominamos, respectivamente, monte medio irregular uniforme o monte medio irregular por bosquetes.*"

El procedimiento para el caso de un monte medio irregular, como una masa formada por un piso inferior de monte bajo regular y un piso superior de un monte alto irregular, se resume en los siguientes puntos:

- 1°.- Se procede agrupando el vuelo del monte alto en clases de edad o clases diamétricas cuyo tiempo de cambio de clase sea t , que a su vez será el turno del piso inferior.
- 2°.- Se divide el cuartel en tantos tranzones como años tiene t y se inventarían por separado las existencias de cada tranzón y de cada piso.
- 3°.- Se fija el diámetro máximo de la masa del piso superior, o lo que es lo mismo el número de clases diamétricas, y su estructura ideal como monte entresacado de espesura incompleta.
- 4°.- Se procede a la corta a hecho del piso inferior cada t años en el mismo tranzón.
- 5°.- En el piso superior se aplica la entresaca regularizada, de modo que las parcelas o tramos de entresaca son coincidentes con los tranzones del monte bajo, haciéndose coincidir los dos tipos de cortas en la misma unidad.
- 6°.- La regeneración del piso superior, incorporación periódica de pies de la primera clase diamétrica que no tendrá una alta densidad, requerirá trabajos culturales en el vuelo y en el suelo, o en su caso la regeneración artificial.
- 7°.- En caso de necesitarse la regeneración artificial, se repoblará un tramo-tranzón cada año, tras la corta del monte bajo, con preparaciones del suelo puntuales y con una densidad algo superior a la que corresponde a la primera clase diamétrica del piso superior.

En cuanto a las *aplicaciones prácticas* de este método en España son muy escasas las masas así tratadas bajo una correcta planificación técnica. Sin embargo, no son infrecuentes masas resultantes de tratamientos con bajo control o como consecuencia de una mejora en la regeneración y desarrollo de los dos pisos tras un descenso de la presión ganadera, que pueden asimilarse a la estructura descrita y por tanto ser tratadas según se ha propuesto. Hemos observado, como ejemplo, masas mixtas de *Pinus pinea* y *Quercus ilex*, o de *Pinus nigra* y *Quercus ilex*, o de *Pinus nigra* y *Quercus faginea*, o de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*, cuyo estado actual puede asimilarse a un monte medio irregular según se define en la Selvicultura General.

Como alternativa para el futuro de masas mixtas en España de: pino rodeno y encina o rebollo; pino silvestre y rebollo; pino laricio y encina o quejigo; y pino piñonero y encina, el monte medio irregular puede tener interés en la medida en que resulte interesante la producción de leñas del piso inferior. En otro caso, estas masas mixtas, muy frecuentemente con origen artificial del piso de pinar para fines protectores, deben ser tratadas como masas mixtas en monte alto.

XV.4.- Condicionantes generales del método.

La aplicación de los tratamientos de monte medio descritos tiene unos condicionantes generales que se resumen a continuación:

1.- Respecto de la especie

El primer condicionante será la capacidad de brotar de cepa o de raíz de la especie que forma el piso inferior. En segundo lugar, debe existir compatibilidad entre los temperamentos de las especies en el caso del monte medio irregular.

2.- Respecto de la estación

No existen condicionantes específicos respecto de la estación que aconsejen o desaconsejen este tratamiento, aunque es preferible aplicarlo en las mejores estaciones de las especies implicadas. No existirá riesgo de erosión por las cortas en la sarda.

3.- Respecto de la gestión

Se debe poder asegurar una gestión técnica intensa y cuidadosa para asegurar el equilibrio de los estratos, así como ayudas al regenerado del piso superior del monte medio irregular. Debe ser posible mantener los acotados al pastoreo.

4.- Respecto de la economía

El mercado demanda y admite productos maderables heterogéneos en cuanto a la especie o dimensión. La producción de leñas se mantiene alta.

XV.5.- Ventajas e inconvenientes del monte medio.

Se presenta un resumen de las ventajas e inconvenientes del monte medio, expresadas en términos relativos frente a otros tratamientos:

Ventajas del monte medio

- 1.- La protección al suelo es mayor que en el monte bajo regular.
- 2.- Obtención simultánea de varios productos maderables, leña y madera, lo que puede ser de interés económico en montes de particulares.
- 3.- La regeneración natural emplea las dos vías.

- 4.- Es una forma de masa que permite con facilidad la transformación a monte bajo regular, o la conversión a monte alto irregular.
- 5.- Tiene un valor paisajístico superior al monte bajo.
- 6.- Puede utilizarse como forma provisional de masa para montes bajos en crisis económica.

Inconvenientes del monte medio

- 1.- Gestión técnica complicada para mantener el difícil equilibrio entre los dos estratos.
- 2.- Inconvenientes económicos por la dispersión de mercados y por la pérdida de apreciación de las leñas.
- 3.- Los pies del estrato superior, siempre de escasa espesura, tienden a ser muy ramosos y, por tanto, de peor calidad de madera que los pies de los montes altos de espesura completa.
- 4.- Su aplicación está restringida en las estaciones de mala calidad.
- 5.- Inconveniente económico, similar al monte bajo regular, al haber perdido valor en la actualidad las leñas y el carbón vegetal.

XV.6.- Bibliografía.

ALLUÉ, M. y HERNÁNDEZ, E. - 1990. Monte medios de *Quercus pyrenaica* Willd. en el Sistema Central (España). Antecedentes, situación actual y posibilidades de mejora. *II Congreso Florestal Nacional*. Lisboa.

CAPELLI, M. - 1991. *Elementi di Selvicoltura Generale: governo, trattamento e cure colturali ai boschi*. Edagricole. Bologna.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E. - 1948. *Selvicultura. Libro segundo: estudio cultural de las masas forestales y los métodos de regeneración*. Residencia de Profesores. Ciudad Universitaria. Madrid.

HAWLEY, R.C. y SMITH, D.M. - 1982. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

LANIER, L. - 1986. *Precis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.

MADRIGAL, A. - 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.

CAPÍTULO XVI.- TRATAMIENTOS TRANSITORIOS

XVI.1.- DENOMINACIÓN, DEFINICIÓN Y CLASES

XVI.2.- TRANSFORMACIONES

XVI.2.1.- TRANSFORMACIONES DE MONTE ALTO IRREGULAR A MONTE ALTO REGULAR

XVI.2.2.- TRANSFORMACIONES DE MONTE ALTO REGULAR A MONTE ALTO IRREGULAR

XVI.3.- CONVERSIONES

XVI.3.1.- CONVERSIONES DE MONTE ALTO A MONTE BAJO

XVI.3.1.- CONVERSIONES DE MONTE BAJO A MONTE ALTO

CAPÍTULO XVI.- TRATAMIENTOS TRANSITORIOS

XVI.1.- Denominación, definición y clases.

En el capítulo VI se definieron los *tratamientos transitorios* como aquellos que tienen por objeto cambiar la forma cultural de masa, creando y modificando las llamadas *formas provisionales de masa*, de manera que una vez conseguido su objetivo, cesan en su aplicación.

La necesidad de redactar y presentar el presente capítulo es más bien formal, pues su contenido ha sido desarrollado en los capítulos precedentes al describir cada uno de los tratamientos generales y métodos de beneficio. Queda, por tanto, realizar un resumen de recordatorio y completar la descripción independiente de todos los tratamientos presentados en el cuadro VI.1.

Como se verá, los tratamientos transitorios, en el contexto de un curso de Selvicultura General no tienen una gran relevancia. Sin embargo, la práctica selvícola habitual se dedica de modo casi continuo a aplicar tratamientos transitorios, por causa de la dinámica intensa que se produce en el interés por parte de la sociedad respecto de las producciones o funciones de los montes.

Cuando se produce un cambio de forma principal de masa, se denominan los tratamientos como de *transformación*. Ejemplos se pueden encontrar en pasar de monte alto irregular a monte alto regular o viceversa, o pasar de monte bajo regular a monte bajo irregular o viceversa.

Cuando se pretende un cambio de método de beneficio, o mejor, de una forma fundamental de masa a otra, se trata de un tratamiento de *conversión*. Este tipo de tratamientos, lógicamente, sólo pueden ser aplicados a especies con capacidad de brotar de cepa o raíz. Ejemplos de conversiones son el paso de monte alto, regular o irregular, a monte bajo, regular o irregular, y viceversa, o el paso de monte alto a monte medio y viceversa. El paso de monte bajo a monte medio regular y viceversa, dado el común origen de los pies, es más bien una transformación.

XVI.2.- Transformaciones.

En una transformación cambiará el tratamiento general o método de corta, sin cambiar el método de beneficio. Por motivos de regeneración difícil o escasa, no todas las masas serán susceptibles de ser transformadas, especialmente en el caso de paso de monte alto irregular a monte alto regular.

XVI.2.1.- Transformaciones de monte alto irregular a monte alto regular.

Las condiciones previas para poder abordar esta transformación serán:

- Facilidad de regeneración natural
- El temperamento de la especie admite la transformación
- La estación no es sensible a la erosión.

Es un caso habitual cuando se aplica el primer ciclo de ordenación, con aplicación de aclareo sucesivo uniforme, a masas naturales de especies de luz o de media luz.

El procedimiento consiste en:

- 1.- Dividir el monte en tramos permanentes o móviles, una vez fijado el turno y el periodo de regeneración de la futura masa regular, y aplicar el aclareo sucesivo uniforme.
- 2.- Determinar el turno de transformación que será igual o menor que el definitivo, en función de la asignación de tramos y de las edades de las masas contenidas en los mismos.
- 3.- Aplicar cortas de regeneración (preparatorias, diseminatorias y secundarias) en un tramo durante el primer periodo, mientras se aplican en los restantes cortas de mejora o de entresaca, según su estructura.

Se producen con frecuencia incorporaciones de masa, lo que retrasa la regularización, y sacrificios de cortabilidad.

Como ejemplo que pueda ilustrar lo comentado, supongamos que un cuartel de estructura irregular debe pasar a estar estructurado como masa regular de 80 años de turno, periodo de regeneración de 20 años y cuatro tramos por cuartel. La evolución de la masa se resume en el siguiente cuadro:

TRAMO	I	II	III	IV
Edad en el inventario, al inicio del primer periodo (años)	30-120	30-120	40-90	10-20
Edad al inicio del segundo periodo	0-20	50-140	60-100	30-40
Edad al inicio del tercer periodo	20-40	0-20	80-120	50-60
Edad al inicio del cuarto periodo	40-60	20-40	0-20	70-80

Puede considerarse que la transformación se ha conseguido al inicio del tercer periodo, es decir, el turno de transformación ha sido de 40 años, mientras que el turno definitivo será de 80 años.

XVI.2.2.- Transformaciones de monte alto regular a monte alto irregular.

Se procede prescindiendo del turno y de la división dasocrática existente en la masa regular. Se determinan las características del monte entresacado ideal: N_m , D_m , q , D_1 , δ , t_δ , G , y $\sum N_i$. Estas características pueden ser las mismas para toda la extensión del cuartel (entresaca pura) o diferentes según zonas o parcelas (entresaca regularizada).

Es preferible la aplicación de entresaca regularizada, cortando en cada parcela cada t_δ años, aplicando cortas que fueron denominadas en el capítulo X claras de irregularización o con desigualdad entre n'_i y n_i , para tratar de alcanzar, en un número variable de módulos de rotación, la estructura del monte entresacado ideal.

XVI.3.- Conversiones.

Consisten en el cambio de método de beneficio con la consiguiente sustitución de forma fundamental de masa. Se comentan los dos casos extremos de conversión: de monte alto (regular o irregular) a monte bajo regular; de monte bajo regular a monte alto, con variantes de procedimiento que pueden dar lugar a monte alto regular o irregular.

XVI.3.1.- Conversiones de monte alto a monte bajo.

Se procede determinando el turno de monte bajo (t) y dividiendo el cuartel en tantos tranzones como años tiene este turno. Se apean durante el turno de conversión, igual al turno definitivo de monte bajo, en cada año un tranzón y se produce la brotación.

Cuando la masa está compuesta por pies que no son capaces de brotar por exceso de edad, o no hay densidad suficiente para que las futuras cepas cubran completamente el suelo, hay que acotar al pastoreo e inducir una regeneración por brinzales que serán recepados cuando alcancen la edad de latizal alto o superior, al siguiente turno, junto con los pies viejos.

Esta conversión no tiene ningún interés en la actualidad, como se comprueba al estudiar el capítulo dedicado al monte bajo donde se justifica la desvalorización de las leñas y del carbón vegetal.

Sin embargo, esta operación fue la que se realizó en grandes extensiones en España, aunque es de suponer que con escasos cuidados selvícolas, cuando la revolución industrial inspiró las desarmotizaciones de los montes en el siglo XIX.

El paso de un turno o edad de monte alto (T), de valor relativamente elevado, a un turno corto (t) de monte bajo implica la movilización, en plazo breve y espacio reducido, de una gran cantidad de volumen de madera, lo que aumenta el interés económico reforzando el interés tecnológico.

XVI.3.1.- Conversiones de monte bajo a monte alto.

Esta conversión, como se deduce de los comentarios anteriores, requiere una importante capitalización de las existencias de la masa, y por tanto, en cualquier procedimiento que se adopte, una pérdida de rentas hasta tanto se complete la conversión.

Un *primer*, y más simple, procedimiento a considerar consiste en dejar de realizar cortas de regeneración sobre el monte bajo regular durante un tiempo de T-t años, turno de conversión, en el que las rentas se reducen y únicamente se aplican los *resalvos de conversión a monte alto*, descritos en el capítulo XIV, y que son cortas de mejora sin acotado al pastoreo.

Al final de este proceso se obtiene un fustal sobre cepa regular y ha sido necesario renunciar a las rentas de las leñas durante bastante tiempo e incluso invertir en las citadas mejoras. Se suprime la división en tranzones y se forma otra en tramos cuyo número será función de T y del periodo de regeneración.

Un *segundo* procedimiento, también comentado en los capítulos XIV y XV, consiste en partir de un monte bajo regular y acabar en un fustal sobre cepa irregular pasando por un monte medio regular, mediante cortas de regeneración y con acotado al pastoreo.

Este procedimiento implica una primera transformación, manteniendo la regeneración por chirpiales, aplicando un plan de resalvo de alta densidad (con $S_T > 50\%$ y $\sum n_i > 300$ pies/ha) para conseguir un monte medio regular. Esto supone un plazo de T-t años, siendo T la edad de los resalvos más viejos, un importante acotado al pastoreo en tiempo y espacio, y una escasa reducción de las cortas de leñas.

En una fase posterior, conversión propiamente dicha, este monte medio regular de alta espesura en la resalvía se deja envejecer, decae la presencia de la sarda por exceso de sombra y se obtiene un fustal sobre cepa irregular que se regenera por semillas mediante cortas de entresaca.

Una *tercera* alternativa, planteada para no prescindir completa e inmediatamente de las rentas de leñas, partiendo de un monte bajo regular de turno (t) para llegar a un monte alto regular de turno (T), durante el turno de conversión T-t, queda expresada en la figura XVI.1, tomada de ARTIGAS (1890).

Conversión de un monte bajo cuyo turno es de 30 años, á monte alto á turno de 90.

TRANZONES	1.º	2.º	3.º
	A 1 á 10 años.	B 11 á 20	C 21 á 30

PERÍODO	LIMPIAS	CORTAS preparatorias ($\frac{1}{15}$)	CORTAS DE MONTE BAJO
I (30 años)	1.º $\frac{1}{2}$ Per.—A	2.º $\frac{1}{2}$ Per.—A	B y C (reunidos)

Al terminar el periodo I.

TRANZONES	A	B	C
	31 á 40 años	1 á 15	16 á 30

PERÍODO	LIMPIAS	SEGUNDAS CORT.S preparatorias (claras)	CORTAS DE MONTE BAJO
II (30 años)	1.º $\frac{1}{2}$ Per.—B	1.º y 2.º $\frac{1}{2}$ Per.—A 2.º $\frac{1}{2}$ Per.—B	C

Estado del monte al terminar el turno transitorio ó de conversión de 60 años.

TRANZONES	A	B	C
	61 á 70	31 á 45	1 á 30

FIGURA XVI.1.- Esquema para la conversión de un cuartel de monte bajo regular de turno 30 años, que queda dividido en tres áreas o zonas (A, B y C) de similar cabida. El turno de conversión (T-t, 60 años) se descompone en dos periodos de 30 años. La zona A, formada por los 10 tranzones más jóvenes, se destina a cortas de mejora (resalveos de conversión) durante los dos periodos de modo que al final tiene pies de 61 a 70 años. En el primer periodo, las zonas B y C, con 20 tranzones originales, se dividen en 30 tranzones para recepar en este plazo. Se consigue mantener rentas del orden de $\frac{2}{3}$ de las iniciales. Durante el segundo periodo en la zona B se aplican cortas de mejora y al final tiene pies de 31 a 45 años. La zona C que tiene 15 tranzones, durante el segundo periodo se divide en 30 tranzones se aplican cortas de monte bajo produciendo $\frac{1}{3}$ de las rentas iniciales. Al final tiene pies de 1 a 30 años. En esta situación el conjunto del cuartel tiene pies de 1 a 70 años, agrupados por tramos, sobre los que se pueden iniciar cortas de aclareo sucesivo uniforme. Tomado de ARTIGAS (1890), según Lorentz y Parade.

Es dudoso que este modelo de conversión se haya aplicado en la realidad alguna vez. Corresponde a una antigua iniciativa formulada cuando las rentas de leñas tenían un enorme interés económico, tecnológico y social. Fue propuesta por Lorentz y Parade en el siglo XIX y recogida por ARTIGAS (1890), DEL CAMPO (1915) y RAMOS (1986).

Las posibilidades de ser aplicado en el futuro, dada la depreciación de las leñas, son muy escasas. Se ha presentado como ejemplo de que los objetivos en la práctica de la Selvicultura se consiguen organizando adecuadamente el espacio y el tiempo.

XVI.4.- Bibliografía.

ARTIGAS, P. 1890. *Selvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta Moreno y Rojas. Madrid.

DEL CAMPO, M. 1915. *Apuntes de Selvicultura*. Imprenta Alemana. Madrid.

RAMOS FIGUERAS, J.L. 1986. *Selvicultura*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

CAPÍTULO XVII.- SELVICULTURA Y DEFENSA DEL MONTE

XVII.1.- INTRODUCCIÓN

XVII.2.- POSIBLES CAUSAS DE DAÑOS EN EL MONTE

XVII.3.- PRINCIPIOS GENERALES DE PREVENCIÓN DE DAÑOS EN SELVICULTURA

XVII.4.- ANÁLISIS DE AGENTES CAUSANTES DE DAÑOS

XVII.4.1.- HONGOS

XVII.4.2.- INSECTOS

XVII.4.3.- ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

XVII.4.4.- HELADAS

XVII.4.5.- VIENTO Y NIEVE

XVII.4.6.- GRANIZO

XVII.4.7.- INCENDIOS

CAPÍTULO XVII.- SELVICULTURA Y DEFENSA DEL MONTE

XVII.1.- **Introducción.**

Finalizado el estudio individualizado de los tratamientos selvícolas que atienden al principio de persistencia, bien en el momento de la regeneración, bien a lo largo de la vida de la masa, se trata en este capítulo de resumir las actividades que el selvicultor debe aplicar para prevenir y aminorar, en su caso, los daños que sobre las masas forestales se pueden producir como consecuencia de la acción de agentes externos.

Se trata de reforzar la persistencia previniendo que sobre la masa forestal puedan actuar agentes que, de forma natural o ligada a actividades antrópicas, relacionados con lo que en el estudio dinámico de masas denominábamos trastornos, perturbaciones o catástrofes. La acción de estos agentes puede suponer la destrucción o desestructuración de la masa forestal, que en esta situación deja de prestar las funciones sociales esperables con la eficacia requerida.

Una corriente de opinión en relación con estos procesos recomienda no intervenir, dejando que la naturaleza actúe por sí misma. Sin embargo, parece más razonable actuar previniendo que los daños no se produzcan o que, en caso de actuar los agentes externos, su acción resulte minimizada, en aplicación del principio de persistencia y del de uso múltiple, para satisfacer las demandas sociales.

La acción de un agente destructor externo provoca bajas en los pies de la masa considerada, modificando las condiciones microclimáticas y desencadenando un proceso de regeneración posterior. En función de la intensidad y la extensión de la acción externa, la masa que aparece tras ella presenta diferentes características. Estas características se corresponden con bastante semejanza con las formas culturales de masa, por lo que se puede expresar que las diferentes cortas de regeneración que se han estudiado tienen su correspondencia en la acción de los agentes naturales:

- Acción de escasa intensidad, selectiva respecto de especie o edad, de aplicación a muy pequeñas superficies o a ejemplares aislados, preferentemente envejecidos o dominados. Estas acciones están ligadas a factores bióticos de poca virulencia. El resultado es una masa irregular y mixta, si la estación lo permite. El tratamiento equivalente es la entresaca en sus modalidades pura, regularizada o por huroneo.
- Acción de alta intensidad afectando a la mayor parte de los pies y con aplicación en espacios reducidos. Estas acciones están ligadas a factores bióticos de alta virulencia. El resultado es una masa irregular por bosquetes, pura o mixta. El tratamiento equivalente es la entresaca en su modalidad por bosquetes.
- Acción de alta intensidad y gran superficie. Son acciones ligadas a factores abióticos como incendios o grandes vendavales. El resultado son masas regulares, en muchos casos puras si una especie de luz es afectada de modo que su regeneración natural ocupa todo el espacio. El tratamiento equivalente es la corta a hecho en uno o dos tiempos. En caso de especies arbóreas brotadoras, el resultado es un monte bajo regular. El aclareo sucesivo uniforme no tiene semejanza en la acción de procesos destructivos naturales.

Concluyendo en que es más lógico, al igual que cuando se estudiaron las claras respecto de los fenómenos de competencia y competición, anticiparse a las situaciones de perturbación para evitar los daños ecológicos y económicos que se pueden producir, se plantea que la acción selvícola es preferente y casi exclusivamente *preventiva*. Este planteamiento justifica que lo que será explicado en el presente capítulo reciba la denominación, además de defensa del monte, de *selvicultura preventiva*. Las acciones curativas pertenecen a otras disciplinas.

XVII.2.- Posibles causas de daños en el monte.

La enumeración de los posibles agentes destructores, agrupados en los dos grandes grupos de bióticos y abióticos, sirve para justificar el índice con el que se desarrolla el presente capítulo. Se ha preferido hacer figurar el incendio junto a los agentes abióticos, rayo, para que sea presentado al final de las explicaciones, ya que la *selvicultura preventiva* de incendios tiene en España la mayor trascendencia:

Agentes bióticos: hongos; insectos; hombre.

Agentes abióticos: heladas; viento y nieve; granizo; incendios.

XVII.3.- Principios generales de prevención de daños en selvicultura.

Independientemente del agente causal, existen unos principios generales de prevención de daños en la *Selvicultura* cuya aplicación siempre es conveniente en el manejo de las masas como protección genérica contra riesgos no específicos o previsibles a corto plazo y por la frecuente correlación o refuerzo existente entre los propios agentes. Se resumen estos principios a continuación, lo que ahorrará repeticiones posteriores:

1.- Mantenimiento de la diversidad genética en las poblaciones.

Las variaciones fenotípicas entre individuos de una misma especie son frecuentes y patentes y esta diferente morfología da lugar a adaptaciones de mayor resistencia frente a algunos daños abióticos. Así, las formas del pino silvestre de poblaciones septentrionales o de mayor altitud relativa presentan copas de porte más cónico que las de los pies de zonas meridionales o de baja altitud, como adaptación a una mayor frecuencia de nevadas.

La diversidad de genotipos ofrece mayores oportunidades de resistencia frente a plagas o enfermedades.

La consecuencia selvícola de este principio es proponer el empleo de la *regeneración natural*, siempre que sea posible, para obtener individuos y poblaciones mejor adaptados a las condiciones estacionales, abundancia de pies en esta regeneración y oportunidad de reforzar la selección mediante la aplicación de claras.

2.- *Mantenimiento o inducción de la diversidad específica.*

Es consecuencia del principio anterior. La diversidad específica, si además se consigue mediante regeneración natural, refuerza la diversidad genética y las altas densidades iniciales.

Por otra parte, las masas mixtas presentan mayor resistencia a la propagación de plagas y enfermedades, ya que muchos patógenos son específicos, limitándose por tanto la velocidad de acceso a nuevos pies. La masa mixta en relación con el incendio no tiene ventajas en el momento de la propagación de éste o en función de su inicio, pero si las presenta tras haberse producido al existir mayor diversidad de métodos o formas de regeneración.

En cuanto a daños provocados por agentes meteorológicos, también existirán más posibilidades de que afecten de forma o grado diferente a las diferentes especies.

3.- *Elección adecuada de la forma principal de masa.*

En función del tipo de riesgo, del temperamento de la especie y de la calidad de la estación, se elegirá la forma principal de masa más adecuada, teniendo en cuenta que la masa regular pasa por etapas diferentes en cuanto a su sensibilidad frente a algún tipo de daños.

Se citan algunos ejemplos: una masa regular de *Pinus nigra* será más resistente a la procesionaria que una irregular; frente al fuego las masas irregulares son más sensibles que los fustales altos desbrozados, pero más resistentes que los montes bravos; cualquier masa irregular de una especie es más resistente al viento que su correspondiente fustal, pero menos que un repoblado regular; y, finalmente, las masas irregulares tienden a ser más resistentes que las regulares frente a ataques criptogámicos o de insectos perforadores.

4.- *Selección o mantenimiento de especies o estirpes resistentes.*

En caso de ataques virulentos de plagas o enfermedades, la solución definitiva y más estable que las estrategias curativas para el futuro de la masa, es el empleo de especies o de estirpes resistentes.

Los ejemplos más próximos de esta estrategia, en nuestro territorio, los proporcionan el castaño con la tinta y el olmo con la grafiosis agresiva.

5.- *Mantenimiento de un buen estado vegetativo en la masa.*

Este es un principio general y constante de la selvicultura preventiva, sobre todo frente a daños bióticos. Un buen estado vegetativo se consigue y mantiene atendiendo a:

- a) Espesura adecuada, en muchos casos incompleta, para que el estado individual sea el mejor posible.
- b) Eliminación o tratamiento de los despojos de corta o pies afectados.

- c) No permitir el envejecimiento de los fustales regulares. Esta circunstancia es el resultado de un conservadurismo mal entendido y que puede llevar a la presencia de una gran profusión de plagas y enfermedades. La alternativa a la pretensión de mantener de forma prolongada una masa para perpetuar su aspecto externo son las cortas discontinuas o, en su caso, las masas con reserva.

6.- Especial atención en masas de especies introducidas.

Las especies introducidas, en selvicultura intensiva, tienen la ventaja de aprovechar la calidad de la estación con mayor eficacia productiva. Sin embargo, forman masas puras y de baja diversidad genética, por su origen y por la selección y mejora genética correspondientes.

Son, por tanto, más sensibles a la acción de enfermedades y de plagas. En relación con estas últimas se puede producir que los patógenos importados no tengan los predadores de su lugar de origen y que los predadores locales sean más virulentos con las especies introducidas.

Al ser masas artificiales hay mayor riesgo de cometer equivocaciones en el estudio de compatibilidad estacional y que las heladas sean especialmente dañinas en estos casos.

XVII.4.- Análisis de agentes causantes de daños.

XVII.4.1.- Hongos.

Salvo frente a los ataques de oidios y otros hongos externos, las posibilidades de curación en relación con ataques criptogámicos son escasas, ya que la actuación de los micelios se produce en el interior de los tejidos vegetales. Por tanto, la estrategia selvícola de la prevención está justificada.

Esta estrategia preventiva se basa fundamentalmente en controlar los medios de propagación de los hongos:

- a) Insectos perforadores. Es conocido que los coleópteros del género *Scolytus* son vectores del hongo *Ophiostoma ulmi*. Se actuará con la aplicación de insecticidas, controlando las épocas de corta o poda y eliminando sus despojos sistemáticamente.
- b) Esporas aéreas. Se destruirán por quema los cuerpos de fructificación de los hongos patógenos y los pies o ramas afectados.
- c) Rizomorfos. Se abren zanjas que luego son rellenadas con tierra mezclada con cal o sales de cobre, aislando los focos infecciosos de hongos patógenos del suelo. Se debe controlar el pastoreo.
- d) Herramientas de poda. La transmisión por herramientas de poda se evita mediante la desinfección de las mismas.

Además, se atenderá en el manejo de las masas a las siguientes recomendaciones:

- 1.- Mantener buen estado vegetativo general con espesuras incompletas.
- 2.- Empleo de especies o estirpes resistentes. Caso del olmo y del castaño.
- 3.- Quema sistemática de residuos de clareo, clara y poda.
- 4.- Eliminación sistemática de individuos afectados.
- 5.- Cuidar el estado de micorrización frente a patógenos del suelo, mediante espesuras incompletas.

XVII.4.2.- Insectos.

Las diferentes plagas se pueden agrupar, genéricamente, en:

1.- Defoliadores y comedores de frutos: en que se pueden aplicar tratamientos químicos o integrados adecuados a cada insecto, según se estudia en Plagas Forestales. El ataque de este tipo de insectos es independiente del estado vegetativo de la masa forestal, como ilustra el ejemplo de ataques del defoliador *Pachyrhinus squamosus* en regenerado post-incendio de pino carrasco (GONZÁLEZ-OCHOA y DE LAS HERAS, 2001).

2.- Perforadores: en este caso el tratamiento químico es difícil o poco eficaz, lo que hace necesaria la prevención. Por otra parte, en este caso la sensibilidad se acentúa cuando la masa decae en su estado vegetativo. Se tratará de:

1. Eliminar sistemáticamente despojos de corta y poda e individuos afectados por quema o trituración.
2. Controlar épocas de corta.
3. Mantener buen estado vegetativo con claras de peso fuerte
4. Recomendar masas irregulares y mixtas.

XVII.4.3.- Actividades antrópicas.

Las actividades humanas sobre el bosque son variadas en su intensidad, extensión e intención, y en algunos casos anticulturales. Se prescinde en este momento de analizar la actuación antrópica como causante de incendios para tratarlo al final del capítulo. También se prescinde, como es lógico en un texto de Selvicultura, del papel del hombre como agente de cortas de tipo anticultural. Por tanto, las actividades del hombre que pueden comprometer la estabilidad de las masas forestales y sus correspondientes medidas de prevención son:

1.- *Pastoreo abusivo*. El efecto sobre la masa es impedir o retrasar la regeneración, natural o artificial. El efecto sobre la estación es la compactación superficial del suelo, que induce pérdida de permeabilidad y escorrentía. La prevención consiste en el establecimiento y cumplimiento de acotados temporales de pastos. La técnica correcta de manejo del ganado se desarrolla en la Pascicultura forestal.

2.- *Roturaciones para cultivos agrícolas*. El efecto es rejuvenecer el perfil y sustituir la vegetación forestal. Esta posibilidad está regulada en la legislación correspondiente por lo que se trata de un asunto más administrativo que selvícola en lo que se refiere a su prevención.

3.- *Actividades recreativas en el monte*. Se trata de un fenómeno o función que se desarrolló en gran medida a partir de 1970 aproximadamente. No se incluye en este punto la urbanización de terrenos forestales, cuestión que, como el punto anterior, tiene un carácter más administrativo que selvícola y que también ha tenido y tiene gran expansión. Interesa comentar los tratamientos relacionados con actividades recreativas que no implican cambio de uso del suelo. Este tipo de tratamientos tuvo entre 1975 y 1990 un enfoque inductor de la actividad recreativa: se trataba de incorporar a las utilidades de los montes esta nueva función de gran contenido social. La evolución de la sociedad y el aumento de esta demanda han motivado que en la actualidad el tratamiento del monte recreativo tenga un enfoque preventivo de los daños que dicha actividad puede causar y existe una tendencia generalizada (e injustificada) de reducirla.

Las actividades recreativas en el monte tienen muy diferente tipología: actividades itinerantes, sin concentración de personas en un mismo espacio; actividades no itinerantes, que implican que en un mismo rodal y al mismo tiempo se produce una concentración de personas. Seguiremos esta clasificación en las explicaciones.

3.1.- *Actividades recreativas itinerantes*. Una de las actividades itinerantes más habituales y extendidas es el *montañismo o senderismo*. Esta actividad, salvo en relación con el riesgo de incendio, no implica ningún problema para la estabilidad de las masas. El tratamiento asociado será la creación de sendas y señalizaciones de suficiente discreción.

Otra actividad itinerante, por el comportamiento de las personas, es la *caza*. Sin embargo, la producción de caza mayor, especialmente bajo cercado, se convierte en un caso particular de tratamiento pastoral de los montes que conviene comentar.

El objetivo del tratamiento en este caso es suministrar a las reses comida y cobijo suficientes, a la vez que no se impide la regeneración de la masa principal y se minimizan sobre ella los daños de ramoneo y escodado. El monte adhesionado irregular y mixto es el más adecuado al caso. Los desbroces serán el tratamiento parcial más habitual, a aplicar mediante rozas muy selectivas (quitar el matorral que no consume la caza, únicamente) y parciales (dejar suficientes rodales de encame sin desbrozar). La eliminación de despojos tiene como finalidad facilitar la transitabilidad, tanto de la caza como de los cazadores.

El establecimiento de cercados para caza mayor obliga a instalaciones como: comederos, donde suplementar la alimentación y suministrar correctores y medicamentos; abrevaderos; cercados para siembras agrícolas y de pratenses.

La actividad de la *pescía* fluvial no se desarrolla en sistemas terrestres, sin embargo los bosques de galería o formaciones arbóreas ripícolas del entorno si reciben o deben recibir tratamiento adecuado:

- a) se deberán evitar las cortas a hecho en zonas colindantes con los cursos de agua para evitar la insolación y el calentamiento de la misma. En este sentido y siendo brotadoras la mayor parte de las especies, el monte bajo irregular es una buena solución.
- b) los desbroces que faciliten el acceso y el lanzado serán parciales y selectivos. Su rotación se amplía si se mantiene la cubierta arbórea.
- c) no acumular despojos de corta o desbroce en los cursos de agua. Dificultan el lanzado, disminuyen la velocidad de la corriente y favorecen la eutrofización del agua.
- d) realizar la repoblación de las riberas, favorecer la diversidad y evitar enturbiamientos permanentes.

3.2.- *Actividades recreativas no itinerantes*. Este grupo de actividades puede ser muy variado según la cantidad de personas y el tiempo de permanencia, todo ello regulado por normas administrativas. Desde estancias únicamente diurnas (las llamadas áreas de pic-nic) hasta permanencia de varios días de grupos numerosos (áreas de acampada, campamentos, camping). Otras cuestiones plantean las estaciones de invierno para la práctica del esquí.

La presencia más o menos intensa y permanente de grupos de personas en un concreto rodal del monte implica destinarlo preferentemente a esta actividad y en gran medida la exclusión de otros usos que se vienen a convertir en incompatibles, especialmente y por motivos sanitarios, el ganadero.

Los efectos sobre el monte de la actividad recreativa no itinerante son: compactación del suelo; daños sobre el regenerado y limitación del mismo; vandalismo

sobre pies mayores; cortas incontroladas; riesgo de incendios; producción, acumulación y dispersión de basuras.

Por tanto, las medidas a tomar en el tratamiento de estos rodales se resumen en:

- 1.- Localizar los rodales recreativos en fustales jóvenes. De esta forma los pies tienen suficiente resistencia para resistir el vandalismo y la necesidad de regeneración no es inmediata.
- 2.- Delimitar los rodales con cortafuegos o áreas cortafuegos de dimensión variable en función del riesgo de incendios, de la afluencia de personas y del tipo de vegetación. Se trata de que los incendios generados dentro del área recreativa no pasen al exterior y de que incendios exteriores puedan ser atajados antes de penetrar donde permanecen las personas. La delimitación mediante cercados rústicos puede ser bien aceptada.
- 3.- Desbrozar selectivamente. Tiene por objeto reducir riesgo de incendios interrumpiendo continuidad vertical y horizontal. Sin embargo determinadas especies, por ejemplo los zarzales, pueden contribuir a la actividad recreativa por la posibilidad de recolección de frutos y por propiciar la ocultación.
- 4.- Podar para facilitar el tránsito, reforzar la discontinuidad vertical y evitar la facilidad para trepar.
- 5.- Realizar claras no uniformes en la aplicación del peso, interrumpiendo la espesura de forma diferencial para mejorar la estética.
- 6.- Mantener y reforzar la diversidad específica, al servicio de funciones educativas.
- 7.- Eliminación sistemática de basuras y de despojos procedentes de tratamientos selvícolas.
- 8.- Realizar instalaciones fijas como: refugios, fogones, fuentes, papeleras, letrinas, aparcamientos y señalización.

En las *estaciones de invierno* para práctica del esquí, al margen de la urbanización que llevan asociadas, el tratamiento más importante es el que se refiere al trazado y mantenimiento de las pistas de descenso. Las pistas se localizarán en función de la pendiente, la exposición y la dirección del viento para que sean favorables las condiciones para el almacenamiento y permanencia del uniforme manto de nieve.

Si la localización se realiza sobre zona arbolada, no hay más remedio que proceder a la corta a hecho en línea de máxima pendiente, por razones de seguridad y de homogeneidad y permanencia de la nieve. La falta de capacidad protectora que se deriva se debe paliar mediante la instalación o favorecimiento de tapices de herbáceas vivaces quionófilas o de matorrales pulvulares suficientemente densos. El resto de la masa no tiene un tratamiento específico, aunque es recomendable, también por seguridad y por estética, realizar desbroces y podas bajas en bandas paralelas a las pistas y producir bordes de masa arbolada sinuosos con espesura variable y reducida.

XVII.4.4.- Heladas.

Los daños por heladas en los montes españoles no tienen, en general, gran trascendencia. Se pueden resumir en las siguientes situaciones:

1.- Las heladas tardías sobre masas de especies autóctonas pueden producir una pérdida de la cosecha de semillas en las especies de floración precoz, con el consiguiente retraso en la regeneración natural. En otras especies, como es frecuente en el caso de *Quercus faginea*, la helada tardía perjudica el inicio de la foliación y tiene el doble efecto de inducir la emisión de brotes epicórmicos y de reducir el crecimiento diametral de los árboles en ese año (BRAVO, SÁNCHEZ y SERRADA, 2001). No hay medidas preventivas en este caso.

2.- En masas artificiales, si la identificación de especies compatibles no se ha realizado correctamente, se puede producir que la helada, bien por su intensidad, bien por el momento fenológico en que se produce, provoque la muerte del arbolado o la destrucción de las hojas con la inducción de brotación correspondiente y la merma de crecimiento que supone.

La muerte de masas completas se ha producido en España sobre masas de *Pinus radiata* instaladas en cotas excesivamente altas. Algunos eucaliptales, tanto de *E. globulus* como de *E. camaldulensis*, cuando sufren las heladas pierden todo el follaje y no crecen en ese periodo vegetativo. La prevención en este caso es un correcto estudio climático que incluya análisis de temperaturas mínimas absolutas y de su recurrencia y una buena homologación estacional.

XVII.4.5.- Viento y nieve.

XVII.4.5.1.- Introducción.

El efecto de la acción de la nieve y el viento, sobre las masas arbóreas es, genéricamente, el derribo de los pies o la rotura de ramas. Para abreviar la exposición se abordarán los siguientes puntos, en relación con el problema planteado: *factores* que influyen en el hecho y proceso de los daños; *efectos* de los derribos por nieve y/o viento; *acciones* a emprender cuando los daños de este tipo se han producido; y *tratamientos preventivos* respecto de estos fenómenos en general.

XVII.4.5.2.- Factores relacionados con los derribos.

Se pueden dividir los factores que concurren en el proceso en tres grupos:

1.- Factores relativos a la masa forestal.

La acción de la nieve, o el viento, o la combinación de ambos, sobre los bosques es una acción mecánica. Los pies de la masa deben oponerse a este esfuerzo o momento flector mediante una resistencia que depende de su:

- *esbeltez*, expresada como cociente entre la altura y el diámetro, medidas ambas longitudes en las mismas unidades, y referido el cociente a un árbol individual o a un

conjunto a través de valores medios. La esbeltez es consecuencia a su vez de tres factores: la calidad de estación, las características de la especie y la espesura en que ha vivido la masa. Los dos primeros factores no pueden ser modificados por el hombre a corto plazo. Sin embargo, la espesura puede y debe ser regulada mediante claras que eviten un exceso de densidad en el desarrollo de la masa que conduce a una inestabilidad y debilidad fisiológica y mecánica. Para la mayor parte de las especies forestales centroeuropeas (SCHÜTZ, 1990) un coeficiente de esbeltez superior a 70 parece peligroso y superior a 100 resulta crítico. Para el pino silvestre en la sierra de Guadarrama (ROJO y MONTERO, 1996) una esbeltez medida con altura dominante superior a 65 en latizales y 55 en fustales viejos, presenta riesgos. En relación con los diferentes tipos de masa, especies, estación y regiones españolas, se requiere una investigación más detallada y profunda.

- *rectitud en los fustes*, que también depende de la especie, pero que puede ser fácilmente mejorada mediante la aplicación de claras.

- *amplitud lateral de la copa*, desfavorable en los casos de gran desarrollo, que depende de la especie pero también del grado de espesura que en este caso no debe ser demasiado baja. Conocer y aplicar el peso justo de las claras en las masas regulares para evitar exceso de esbeltez o de amplitud de copas resulta, por tanto, muy importante. La amplitud de las copas dentro de cada especie depende de los ecotipos, es conocida la diferencia morfológica de las copas del pino silvestre, en forma de "abeto" en las estirpes nórdicas y en forma amplia en las estirpes del sur de Europa.

- adecuado *enraizamiento*, que depende en mayor medida de las características del suelo, especialmente la profundidad, que del régimen de claras que se aplique.

- *razón de copa* o longitud de la copa viva, que es más favorable cuanto mayor sea por desplazar el centro de gravedad con la copa cargada de nieve hacia abajo. Se reduce en exceso cuando no se aplican las claras a tiempo y se mejora con las claras.

- *estructura de la masa*. En general las masas semirregulares o irregulares tienden a ser más estables. Las masas regulares son más sensibles, especialmente cuando no se ejecutan claras a tiempo o cuando se aplican claras o cortas de regeneración de excesiva intensidad.

- *casos especiales*. Algunas masas, como puede ser el caso de las sometidas a resinación, pueden presentar especial debilidad.

2.- Factores relativos a la estación.

Se refieren fundamentalmente a:

- tipo de *suelo*, como se ha mencionado en relación con el enraizamiento. La profundidad limitada por la roca madre consistente o por un horizonte arcilloso de escasa aireación y gran plasticidad, favorece los derribos por arranque. Sólo puede ser modificado por labores profundas de subsolado en el caso de las repoblaciones forestales. La pedregosidad del perfil tiende a ser un factor de mayor resistencia al derribo, aunque actúe limitando el crecimiento de los pies.

- la orientación general o *exposición* de las laderas. Las laderas a barlovento y en general los collados son lugares de mayor incidencia de los daños por la mayor frecuencia y velocidad del viento.

- la *altitud*, que influye en relación con el espesor de nieve que puede recibir la masa y con la facilidad de fusión o desprendimiento de la misma.

- la *pendiente*, que influye negativamente, a igualdad de los factores mencionados, por causa del peor enraizamiento y por la facilidad en la formación de avalanchas sobre las copas.

3.- Factores relativos al agente meteorológico.

Se refieren a la intensidad, recurrencia y combinación con que se producen las nevadas y vendavales. Simplificamos planteando los siguientes casos:

- acción de la *nieve*. La influencia de la nieve es consecuencia de la intensidad o espesor de la nevada y de la persistencia en las copas, lo que a su vez depende del régimen térmico y de la adherencia sobre ramas y hojas. El daño es tanto mayor cuanto mayor es el espesor y la adherencia. Los daños producidos por esta situación, enumerados en orden creciente, son: deformaciones en la copa, normalmente recuperables y debidos a la larga adherencia; rotura de ramas, debido también a la adherencia e inevitables por los tratamientos; rotura de fustes, cuando el peso es extraordinario y favorecido por la inclinación del fuste o su esbeltez, por tanto evitable hasta cierto punto por claras adecuadas. El descalce de las cepas no se suele producir por la acción independiente de la nieve.

- acción del *viento*. La influencia aislada del viento, dependiente de su velocidad, se traduce en descalces y roturas de fustes. Generalmente se considera que vendavales de más de 100 km/hora provocan daños cuantiosos, e inevitables en cualquier tipo de masa aunque haya sido bien tratada. Con velocidades menores, si se manifiestan multitud de derribos por rotura se puede imputar parte de los mismos a la ausencia de tratamientos o a cortas de excesiva intensidad acompañadas de desbroces en zonas de borde de la masa, y si se producen muchos arranques a dificultades de enraizamiento por mala calidad edáfica, reforzada por plasticidad del suelo por alto contenido en agua, acompañadas de exceso de esbeltez.

- acción combinada de *la nieve y el viento*. La combinación de los dos factores descritos produce un refuerzo en la intensidad del daño a igualdad de intensidad de los agentes, o es capaz de alcanzar alta intensidad de daño con valores de velocidad de viento o de espesor de nieve que aisladamente no hubieran producido efectos notables. En la realidad suelen ir asociados en forma de temporales que tras su paso presentan mezclados en el mismo rodal los tipos de daño descritos: rotura de ramas en copas amplias como consecuencia del peso de la nieve reforzado por el viento; rotura de fustes, inevitables por el fuerte momento flector provocado por una copa opaca y pesada por la nieve frente al viento, o reforzadas por la presencia de fustes inclinados o excesivamente esbeltos; y derribos por arranque de la cepa, cuya imputación hay que hacerla a la intensidad de los agentes meteorológicos y a la mala condición edáfica, más que a un defectuoso tratamiento.

XVII.4.5.3.- *Efectos.*

Los efectos sobre los árboles individuales ya han sido descritos en el epígrafe anterior. Se refiere el presente, por tanto, a los efectos consistentes en que una gran parte de los pies de una masa hayan sido dañados, sobre el conjunto de la misma. Estos efectos se pueden resumir en:

- *reducción importante de la espesura*, lo que desde el punto de vista selvícola producirá en años sucesivos una regeneración natural que tenderá a cambiar la estructura de la masa. No hay que olvidar que los vendavales son, junto con los incendios naturales, una de las perturbaciones que hacen avanzar la sucesión vegetal posibilitando la irregularización y diversificación específica de las masas climácicas, junto con un relativo y natural rejuvenecimiento de las mismas. Estos sucesos naturales son imitados por las cortas de regeneración que la Selvicultura general enseña. Por ejemplo, en el caso de los pinares de silvestre de la sierra de Guadarrama que sufrieron en el invierno de 1995-1996 importantes daños, el vendaval vino a sustituir al hacha, que hacía mucho tiempo que no actuaba en cortas de regeneración. Consecuentemente a esto, en general se impone un estricto acotado al pastoreo en todas las zonas afectadas en más del 40% de la fracción de cabida cubierta. Este acotado, en general y para el caso concreto del pino silvestre en montaña, contribuye a una irregularización de la masa, a su vez concordante con los fines paisajísticos y protectores asignados a las masas de montaña.

- *anormal abundancia de despojos* de copa de la especie principal, lo que induce un factor añadido de inestabilidad por el aumento del riesgo de incendios forestales y por favorecer el desarrollo de las poblaciones de insectos perforadores. A este riesgo es especialmente sensible el pino silvestre.

- *pérdidas económicas*, en madera y pastos por una parte, y por causa de las inversiones a realizar para paliar los daños por otra. En relación con la madera se produce la pérdida por el hecho de tener que aprovechar muchos pies que no habían llegado todavía a la madurez y por causa de la extensión y del tiempo que se tarda en hacer el aprovechamiento, por pérdida de calidad de la madera.

XVII.4.5.4.- *Reparación de daños.*

A corto plazo, las actuaciones para paliar los efectos nocivos de estos sucesos se deducen de lo anterior y se enumeran, según orden de ejecución y prioridad, a continuación:

- *extracción de los fustes descalzados o rotos y eliminación de los despojos de copa*, acciones en orden a disminuir el daño económico y a reducir el riesgo de plagas e incendios. Tras los vendavales que los días 26, 27 y 28 de diciembre de 1999 afectaron a Francia y que derribaron más de 40 millones de m³ de madera se consiguieron comercializar del orden de 30 millones de m³ en el año y medio siguiente.

- *instalación de cebos para perforadores*, con tratamiento según la fenología del año y las especies implicadas, para reducir el riesgo de plagas en caso de no poder atender a la limpieza de toda la zona recomendada en el punto anterior.

- *acotado al pastoreo* de toda la zona para no comprometer la regeneración natural. Los acotados definitivos serán propuestos tras el estudio que se recomienda a continuación.

- *inventario forestal* que permita conocer con cierta precisión: proporción relativa de los diferentes tipos de daño, para orientar la localización y tipo de los tratamientos preventivos futuros; localización de las zonas necesitadas de regeneración natural para confirmar el acotado al pastoreo.

XVII.4.5.5.- *Tratamientos preventivos.*

Las actuaciones genéricas de prevención, dentro de la selvicultura general, cuya concreción en el tiempo y en el espacio podría derivarse del inventario propuesto en el punto anterior, son:

- conducir de forma efectiva, mediante cortas de regeneración adecuadas y acotados al pastoreo, hacia formas de masa irregular a las masas situadas en las zonas altas donde el riesgo y frecuencia de temporales son mayores.

- en las zonas bajas y de media ladera, donde la estructura actual es la de masa regular:

* aplicar planes de claras moderadas en los rodales que no tengan que entrar en regeneración, especialmente los que presenten espesura excesiva;

* aplicar cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme en rodales regulares que han superado una edad que pueda ser considerada como turno, antes de que el envejecimiento debilite la resistencia mecánica.

XVII.4.6. **Granizo.**

Para completar el comentario sobre daños producidos por agentes meteorológicos, se indica que los daños producidos por el *granizo*, consistentes en defoliaciones y descortezamientos, tienen una incidencia escasa por su frecuencia y extensión superficial, pero que cuando se presentan resultan muy aparatosos.

Pueden provocar debilitamientos, heridas que son puerta de entrada para otros patógenos y brotaciones de distinto tipo.

XVII.4.7.- Incendios.

Anteriormente, capítulo IV, se ha tratado el efecto del fuego sobre la vegetación y sobre el suelo, así como el estudio de los factores de riesgo. Por lo tanto, este apartado se dedica a lo que en la actualidad se denomina *selvicultura preventiva de incendios* y que fundamentalmente consiste en el control y ordenación del combustible, vegetales vivos y muertos, del monte en el espacio y en el tiempo, reduciendo la combustibilidad de las estructuras vegetales de las masas forestales, para aumentar su resistencia a la progresión del fuego, lo que constituye un conjunto de reglas y recomendaciones a incluir en la práctica selvícola habitual (VÉLEZ, 1990 b).

Las masas en las que existe riesgo de incendio forestal son todas las del mundo. Sin embargo, algunas presentan riesgos relativamente menores por razones climáticas o estructurales. En España, las masas pirenaicas de abeto, haya, pino negro o silvestre tienen riesgo menor o menos frecuente, en términos relativos, por motivos climáticos; las dehesas extremeñas tienen menor riesgo relativo por motivos estructurales.

Por tanto, todas las comarcas forestales deben estar sujetas a una planificación que, entre otros objetivos, atienda a la adecuada prevención y extinción de incendios, ambas inseparables y que deben estar basadas en, por una parte principios generales y comunes, y por otra parte en las circunstancias y experiencias locales, muy diferentes de unas comarcas a otras. Toda la estrategia de prevención y extinción debe ser coherente con las condiciones sociales y económicas de cada comarca (VÉLEZ, 1999).

El triple *objetivo* de la *selvicultura preventiva de incendios* es:

- Disminuir el *número* total de siniestros;
- Aminorar los daños, especialmente la *superficie* recorrida, en caso de que el incendio se produzca;
- Facilitar y dar *seguridad* a las labores de extinción. Este objetivo, el más importante, se cita en último lugar por ser consecuencia de los dos anteriores.

Este triple objetivo se consigue en la *selvicultura preventiva de incendios* dotando a las masas de una menor combustibilidad para dificultar la propagación del fuego (VÉLEZ, 2000).

Recordemos que el riesgo de incendio, en relación con los factores de propagación y dando como constantes los factores climáticos y fisiográficos, depende de *factores relativos a la masa*, aumenta con:

- El bajo contenido en *humedad del combustible*. Tienen, genéricamente, más riesgo los materiales muertos (secos) que los materiales vivos (verdes). Los combustibles verdes tienen un contenido de agua entre 70 % sobre peso actual (300 % sobre materia seca), cuando no hay sequía, y puede bajar a cifras del orden del 30% con especies xerófilas bajo estrés hídrico. Los combustibles secos o muertos pueden contener hasta un 50% de humedad en saturación y bajar a valores del orden de 2 a 3%, tras desecación natural, siendo los valores del 10% de alto riesgo (DELABRAZE, 1986; VÉLEZ, 2000). La humedad relativa del aire, que es consecuencia en un lugar concreto de la circulación

general de la atmósfera, de la temperatura, del número de días sin lluvia y de la espesura de la masa, influye de modo trascendente en la humedad de los combustibles, especialmente de los muertos.

- El pequeño *tamaño* de los posibles combustibles, produciéndose mayor velocidad de avance cuanto más finos sean éstos. Los combustibles finos presentan una mayor superficie específica o cociente entre superficie exterior y masa. La alta superficie específica facilita la oxidación, la combustión total y la liberación rápida de energía que alimenta la progresión del incendio. Los combustibles finos, y peligrosos en este sentido, son los herbazales, los matorrales y las ramillas finas del arbolado, más abundantes cerca del suelo en las clases de edad jóvenes y cuando hay restos o despojos de corta. Se les denomina combustibles rápidos. Tienen gran facilidad para desecarse o para incorporar humedad. Esta propiedad es la que sirve de referencia para la clasificación de los combustibles muertos desde el punto de vista de la selvicultura preventiva, como queda expresado en la Tabla XVII.1, tomada de VÉLEZ (2000).

TABLA XVII.1.- Clasificación de los combustibles muertos en las masas forestales, atendiendo al tiempo que tardan en alcanzar el equilibrio con la humedad ambiental. Según Fosberg (1981).

Clase	Diámetro o grosor	Tipo de combustible
1 hora	< 6 mm	Hojarasca, pinocha, ramillas
10 horas	6 a 25 mm	Ramas, tallos secos, corteza
100 horas	25 a 75 mm	Ramas, tallos secos
1.000 horas	> 75 mm	Trozaz, ramas secas

Los combustibles de menos de 25 mm de diámetro son los que fomentan y alimentan la combustibilidad y favorecen el desarrollo de los incendios.

- La *continuidad vertical y horizontal* de los combustibles finos en el espacio, que favorecen, la primera el incendio de copas y la segunda las dificultades de extinción.

- La *inflamabilidad de las especies* presentes. El término inflamabilidad se aplica a las especies y se refiere a la facilidad para entrar en combustión. Esta propiedad de las especies se cuantifica exponiendo muestras estandarizadas en cuanto a tamaño y humedad a calor por radiación. Según BROWN y DAVIES (1973) los tejidos vegetales vivos entran en ignición cuando quedan expuestos a temperaturas comprendidas entre 300 °C y 400 °C. Esta diferencia, de orden de valor máximo de 100 °C, caracteriza a especies de diferente inflamabilidad. Ejemplos de calificación de grados de inflamabilidad de algunas especies forestales españolas se encuentran en el cuadro IV.5. La inflamabilidad de los combustibles muertos, especialmente los de menos de 25 mm, es mayor, produciéndose la emisión de gases combustibles que pueden provocar la inflamación a 200 °C (VÉLEZ, 2000).

La inflamabilidad de las especies es variable con (DELABRAZE, 1986; ELVIRA y HERNANDO, 1989): la fenología de la planta, que influye en su contenido en agua y en la cantidad y naturaleza de sustancias que dan lugar a gases inflamables, lo que explica una cierta relación entre alta inflamabilidad y xerofilia; con las estructuras anatómicas de sus tejidos, siendo más inflamables las que presentan contornos de gran superficie, aristas abundantes y vivas y ramillas u hojas finas y puntiagudas; con la disposición de las hojas sobre las ramas; y con la presencia de sustancias volátiles que puedan vaporizarse con

facilidad e iniciar la ignición o, por el contrario, con presencia de sales que puedan consumir calor para cambiar de estado y bloquear la emisión de gases inflamables.

- La *abundancia* o cantidad de vegetación presente, que si es alta dará una progresión más lenta a igualdad del resto de los factores, pero con mayor dificultad de extinción al alcanzarse mayores temperaturas del aire.

El término combustibilidad se aplica, en selvicultura preventiva y en extinción de incendios forestales, a las masas, para caracterizar o cuantificar la facilidad con la que un incendio progresa en ella al recibir calor por radiación y convección. Según lo expuesto, la combustibilidad de las masas depende de la humedad, tamaño, disposición y abundancia de sus combustibles. En relación con la descripción de los tipos de vegetación desde este punto de vista se han propuesto claves de modelos de combustible, que con base en el tamaño, disposición, calidad y cantidad de la vegetación, permite valorar la peligrosidad, velocidad de avance y tipo de incendio. El modelo más extendido de calificación de combustibilidad de masas forestales se expone en el cuadro IV.4, según Rothermel (1983), tomado de VÉLEZ (1990 a).

Para las diferentes comarcas españolas la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (Ministerio de Medio Ambiente), a través del Área de Defensa contra Incendios Forestales, ha elaborado y distribuye gratuitamente, claves fotográficas para la identificación en campo de los modelos de combustible, operación necesaria si se quiere emplear el programa informático BEHAVE de previsión del comportamiento del fuego.

La selvicultura preventiva de incendios consiste esencialmente en modificar la combustibilidad de las masas a través de la extracción de determinados tipos de combustibles y de variar su continuidad. Ahora bien, su aplicación se puede realizar en dos niveles territoriales: comarca y monte. Según este planteamiento podemos plantear prevención comarcal y prevención local.

XVII.4.6.1.- *Prevención comarcal.*

El tamaño de la comarca forestal para aplicar planes de prevención de incendios puede ser muy variable. Se trata de definir una extensión de terreno suficientemente homogéneo en relación con aspectos estacionales y sociológicos, en el que los medios de vigilancia y extinción estén coordinados y sean compartidos (VÉLEZ, 1990 b). Parece razonable que la superficie oscile entre 10.000 y 100.000 hectáreas. También es adecuado que la comarca definida a estos efectos coincida con cuencas hidrográficas completas y que comprenda términos municipales enteros, que no siempre tienen que pertenecer a una única entidad administrativa de mayor rango.

Las líneas generales de la prevención en estas grandes comarcas son las siguientes:

- 1.- Estructurar la vegetación de las comarcas en mosaico, de modo que teselas o superficies del orden de 50 a 300 ha con un tipo de vegetación estén rodeadas por otras de distinto tipo. Dicho de otra manera, se trata de evitar continuidad en grandes extensiones de un mismo tipo de masa. Es evidente que este objetivo no es siempre posible, sobre todo cuando las condiciones estacionales o la realidad actual de las masas

imponen una monotonía que no es posible o conveniente modificar. La base de esta recomendación se encuentra en varias razones: los frentes de incendio, cuando se producen, al encontrar distinta estructura de masa, modifican su ritmo de avance y se facilita su extinción; se evita que masas de alta combustibilidad no aparezcan de forma continua en grandes extensiones; y se fomentan diferentes estrategias de regeneración natural tras el incendio.

2.- En el tratamiento de masas regulares hay que evitar la colindancia de tronzos o tramos en estado de monte bravo o latizal, tipos de masa de gran combustibilidad por razón de la edad joven, entre sí y favorecer que estén rodeados por masas de fustal en las que no exista matorral en el sotobosque, es decir, masas de mucha menor combustibilidad. Esta propuesta no es más que un caso particular del punto anterior.

3.- Como propuesta muy genérica, de cara a mejorar la regeneración natural por semillas en las masas afectadas por incendios, se recomienda aplicar en las masas regulares el tratamiento complementario de masas con reserva. Los grandes pies pueden presentar una mayor resistencia al fuego por el grosor de sus cortezas, pueden sobrevivir al incendio y diseminar en la zona quemada.

4.- Las masas mixtas, especialmente si tienen presencia de especies brotadoras, presentan mayor diversidad de oportunidades para la regeneración natural tras los incendios. Es conveniente, desde este punto de vista, inducir subpisos de frondosas en masas regulares de coníferas, especialmente si éstas son artificiales.

5.- Sobre las márgenes de ríos y arroyos, aprovechando el freatismo del suelo, se tratará de mantener o inducir masas en forma de alineación formadas por especies ripícolas y por tanto higrófilas y de baja inflamabilidad. Estas formaciones de chopos, sauces, abedules, fresnos o alisos, se comportan como barreras frente al avance del fuego, siempre que se mantengan extremadamente bien desbrozadas. De lo contrario, las vaguadas con abundante matorral son zonas de alto riesgo para la extinción y de gran velocidad de avance del fuego.

6.- Un tipo de masa muy frecuente y de alta combustibilidad son los montes bajos regulares envejecidos de encina, rebollo y quejigo, que deben ser sometidos sistemáticamente a resalveos de conversión.

7.- En las estaciones de alta calidad, se debe procurar rebajar la duración de los turnos y de los periodos de regeneración, para que en las masas regulares la duración de las clases de edad de mayor riesgo tengan mayor brevedad. Esta recomendación es de aplicación a los viejos fustales de pino rodeno resinados.

8.- Mantener e inducir, con regulaciones adecuadas, el pastoreo en los montes. La función del ganado controlando el desarrollo del sotobosque y consumiendo combustibles de pequeño tamaño, confieren a las masas una menor combustibilidad relativa. Para conseguir con mayor eficacia estos objetivos se deben introducir altas cargas durante breves periodos de tiempo, induciendo que se consuma todo el combustible potencial y evitando que el ganado desprecie las especies menos palatables, a veces las más inflamables. Este efecto se consigue con más eficacia sobre áreas cortafuegos que más adelante se definen.

Sin embargo, en ámbito mediterráneo esta actividad puede presentar algunos problemas:

- a) - necesidad de alimentación suplementaria al ganado, pues no todo el año pueden estar cubiertas las necesidades alimenticias con el pastoreo extensivo;
- b) - dificultades de mantenimiento y careo del ganado por pastores, pues por motivos sociológicos la actividad ganadera tiende a ser abandonada en amplias regiones;
- c) - se pueden favorecer fenómenos erosivos en algunas zonas críticas;
- d) - perjuicios en la regeneración natural, tanto en montes altos como en montes bajos;
- e) - por último, a largo plazo se puede producir una composición en el matorral en la que predominen especies menos palatables que pueden ser las más inflamables.

9.- Favorecer, donde sea posible, la presencia de especies arbóreas pirófitas pasivas, como son el alcornoque y el pino canario. En alguna forma el pino piñonero también se comporta como pirófito pasivo.

10.- Redacción y ejecución de Planes Comarcales de Prevención y Extinción de Incendios Forestales. Estos estudios incluyen la definición y cartografía de los tipos de combustible presentes en la comarca, el análisis de las causas y riesgos de incendios, la valoración del comportamiento o carencias de equipos de vigilancia y extinción, para proponer actuaciones conjuntas y coordinadas tanto de selvicultura preventiva como de mejora o construcción de infraestructuras y de mejora de procedimientos y medios de vigilancia y extinción. Se planifican las actuaciones para cinco años y al cabo de este tiempo se revisa lo ejecutado y se propone un nuevo Plan. Mayor detalle sobre morfología y recomendaciones de redacción de Planes Comarcales se puede encontrar en RODRÍGUEZ Y SILVA (2000) y PASTOR (2000).

En SERRADA y AROCA (2008) figura un guión orientativo para la redacción de estos documentos.

La integración, a nivel comarcal o provincial, de la prevención, la vigilancia y la extinción es condición indispensable para aumentar la eficacia y la seguridad en la extinción de los incendios forestales.

XVII.4.6.2.- *Prevención local.*

De una manera más concreta, a escala de monte o de rodal, las actividades de selvicultura preventiva de incendios pueden ser (VÉLEZ, 1990 b):

- extendidas a toda la superficie del rodal, modificando la combustibilidad de la masa fundamentalmente a través de la interrupción de la continuidad vertical.
- limitadas a estructuras lineales, normalmente perimetrales, para interrumpir la continuidad horizontal.

XVII.4.6.2.1- *Prevención local extendida a toda la superficie.*

Las masas de alto riesgo, o alta combustibilidad, con posibilidad razonable de ser modificadas en estos aspectos son los montes altos regulares en estado de latizal alto y fustal bajo y los montes bajos regulares envejecidos. Los montes altos irregulares y los estados juveniles del monte regular, alto o bajo, no admiten cambios estructurales que hagan disminuir su combustibilidad. Los fustales medios y altos regulares con sotobosque ven rápidamente reducida su combustibilidad mediante desbroces. Se sistematiza según los siguientes tres casos:

CASO 1.- Indicaba anteriormente este texto (capítulo XII) en relación con las *masas de pinar regulares en edades de latizal alto y fustal bajo*, y ampliamos ahora en relación con los *montes bajos regulares de alta espesura*, que a causa del tamaño de los pies, de la continuidad vertical y horizontal, y de la presencia de matorral, presentan riesgo de alta velocidad de propagación de incendios, independientemente de su origen. La estrategia consistirá en cambiar el modelo de combustible (VELEZ, 1990a), pasando la masa a modelos del tipo 8 y 9, a través de la aplicación simultánea de:

- *claras* que, bajo este punto de vista, deberían ser por lo bajo y débiles para conseguir: disminución de la continuidad vertical; que la velocidad del viento no crezca dentro de la masa; mantener alta la humedad relativa; y reducir o retrasar la invasión del matorral heliófilo. El grado de humedad del combustible muerto ligero (diámetros menores de 25 mm) puede ser del orden de 5% mayor, a igualdad de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, en zonas bajo sombra de arbolado que en zonas expuestas a la insolación (RUIZ GONZÁLEZ, 2007).

- *podas* hasta la mitad de la altura media de la masa, siempre que ésta supere los 5 metros, y afectando en todo caso a las ramas muertas por poda natural. Las podas que en su momento denominamos podas de penetración, aplicadas a todos los pies de la masa resultante de la primera clara y hasta 2,5 a 3 m de altura, son recomendables en todo caso para reducir la combustibilidad y favorecer la transitabilidad.

- *desbroces selectivos* por roza de las especies de mayor inflamabilidad. Conviene recordar en este punto la información contenida en el Cuadro IV.5, donde se indica la combustibilidad de varias especies de matorral.

- *eliminación o tratamiento de todos los despojos y restos* producidos en las operaciones anteriores. Preferentemente se ejecutará por astillado para que las astillas depositadas en el suelo, que arden con gran dificultad, retrasen la invasión del suelo por el matorral y las

herbáceas. Se ejecutará antes del final de mayo, lo que junto con las podas que van asociadas a las claras, condicionan que estas últimas deban ser ejecutadas en otoño, invierno y principio de la primavera.

El resultado de las acciones combinadas citadas es independizar las copas del arbolado respecto del suelo, acentuando la discontinuidad vertical y modificar en el monte la disposición del tipo de combustible de mayor facilidad de ignición. Predominará en esta situación el fuego de superficie, de menor velocidad de avance, de mayor facilidad y seguridad en la extinción y de menor daño para el arbolado después de recorrer la zona. La composición florística se orienta para presentar especies de menor inflamabilidad.

La ejecución de estos trabajos se hace combinando una actuación manual, con motosierras y motodesbrozadoras, y una mecanizada con tractores, preferibles de cadenas y de potencia media, dotados con astilladoras o desbrozadoras.

CASO 2.- En los *fustales medios* y *altos regulares*, la presencia de matorrales y arbustos en el sotobosque confiere a las masas una alta combustibilidad. En esta situación, y en principio, la única actuación necesaria es el desbroce. Se pueden plantear algunas alternativas:

a)- *Desbroce manual* con motodesbrozadora, por roza, selectivo y a hecho. Tiene como ventajas que no está limitada su aplicabilidad ni por pendiente, ni por composición florística, ni por época del año. Tiene como inconveniente una eliminación de despojos complicada y un coste de ejecución relativamente más alto.

Sin embargo frente a las tradicionales motodesbrozadoras de mayor costo de ejecución, se pueden utilizar las nuevas motodesbrozadoras-trituradoras, que a la vez que la roza realizan la trituración de los restos, acortando la ejecución y abaratándola.

b)- *Desbroce mecanizado* con tractor de cadenas y desbrozadora, por roza, a hecho y de selectividad dudosa. Tiene como ventajas un coste relativamente menor sin tratamiento de despojos aparte, pocas limitaciones temporales de aplicación y rapidez de ejecución. Tiene como inconveniente la limitación de aplicabilidad por razón de la pendiente, la irregularidad de la superficie del terreno o el reducido espaciamiento en la masa principal.

También en la ejecución de desbroces mecanizados por roza con trituración existe la novedad de la retroaraña dotada con cabezal desbrozador de cadenas de eje vertical. Este equipo mejora la accesibilidad a zonas con pendientes fuertes y/o afloramientos rocosos, por una parte, y por otra parte mejora la selectividad respecto de las especies a desbrozar.

c)- *Desbroce por quema a hecho, también denominada esta operación quema prescrita*. Se trata de un desbroce manual de muy bajo coste, nada selectivo.

Sus condiciones de aplicación deben ser restringidas: por la época; por el tipo de suelo y pendiente; y por el tipo de masa tratada. Sus ventajas se centran en la economía y rapidez de ejecución, sus inconvenientes en sus restricciones y en posibles daños al suelo, la fauna o la masa principal.

Las quemas prescritas son de uso habitual en Estados Unidos (MOLINA, 2000) y Australia requieren para su eficaz y segura aplicación un detallado estudio previo, incluyendo fijación de objetivos concretos y un estricto control de las operaciones. Se deben analizar:

- Factores referentes a la masa tratada. Serán masas cuya edad, altura y espesor de corteza impidan daños importantes sobre la masa principal. En este sentido DELABRAZE (1986) indica que la quema prescrita sobre masas de pino carrasco se aplicarán cuando el diámetro normal supere los 15 cm y advierte que en alcornoques el corcho se deprecia con esta práctica. También es necesario comprobar que no existe regeneración de interés que pueda ser afectada, lo que será habitual en fustales regulares de suficiente espesura. En las masas formadas por especies con capacidad de brotar hay que comprobar los posibles efectos sobre la inducción de una brotación de cepa o raíz o por epicórmicos.

- Factores meteorológicos. En el momento de la quema estarán dentro de un intervalo admisible (MOLINA, 2000) los valores de: temperatura; humedad relativa; viento; precipitación; y nubosidad.

- Factores relativos al combustible. Los restos orgánicos y matorrales que se quieren eliminar estarán cuantificados y tendrán una humedad conocida y admisible.

- Factores relativos a la estación. En primer lugar, el suelo tendrá una pendiente, estado de humificación, reacción, humedad y temperatura que resulten admisibles. Estudios del efecto de las quemas prescritas sobre suelos silíceos y arenosos en Galicia y Andalucía (VEGA *et al.*, 2000) dan como resultado impactos admisibles sobre las propiedades edáficas. En segundo lugar se deben valorar previamente los efectos de las quemas prescritas sobre la flora y la fauna.

- Factores sociológicos. La aplicación de las quemas prescritas debe ser comprendida y aceptada por la población y respaldada por los poderes públicos. A este respecto, VELEZ (2000) indica: *“El fuego prescrito es una técnica muy económica que requiere adiestramiento específico para utilizarlo. Una de las versiones más prometedoras del fuego prescrito sería la quema controlada de zonas agrícolas y matorrales, organizada colectivamente en las comarcas en que la población rural utiliza el fuego tradicionalmente para rejuvenecer la vegetación. Esto requiere, desde luego, una intensa labor de extensión agraria para conseguir un consenso en el empleo de esta técnica que racionalizaría el empleo del fuego por la población rural”*.

d)- *Desbroce por aplicación de fitocidas y de reductores del crecimiento del sotobosque*. No es habitual su aplicación en España por varias razones: no está acreditada una buena relación costo-eficacia en relación con aplicaciones mecánicas; falta de ensayos que acrediten productos, dosis y épocas de aplicación; y existen dudas en la opinión pública sobre los efectos ambientales.

CASO 3.- En los *montes altos irregulares*, dada la necesaria presencia de pies de la especie principal en estados juveniles de desarrollo, la discontinuidad vertical no puede ni debe ser alcanzada.

Este tipo de masas justifica la aplicación de la prevención local limitada a estructuras lineales.

XVII.4.6.2.2- *Prevención local limitada a estructuras lineales.*

Las formas habituales de proceder en la interrupción de la continuidad horizontal del combustible mediante estructuras lineales son: las redes de cortafuegos tradicionales y las redes de áreas cortafuegos. Con menor eficacia se pueden plantear las líneas de defensa y las pantallas arbóreas. En la terminología relativa a estructuras lineales de prevención de incendios existe bastante confusión, tanto por la variedad de denominaciones aplicadas a la misma cosa, como por la interpretación simplista del término cortafuegos. Hagamos un esfuerzo para definir:

1.- **REDES DE CORTAFUEGOS:** El objetivo básico de las redes de cortafuegos tradicionales, no bien expresado con su denominación, es doble:

- dar seguridad y aumentar la eficacia de los equipos terrestres de extinción.
- posibilitar la aplicación de contrafuegos.

Visto el objetivo de los cortafuegos, analizamos sus características y aplicabilidad:

¿qué son?: son fajas, espacios alargados, con una anchura de 20 a 30 metros, en las que se elimina todo tipo de vegetación, dejando el suelo mineral al descubierto.

¿dónde se colocan?: las redes se disponen sobre líneas artificiales, como caminos, lindes de montes o de unidades dasocráticas; sobre líneas naturales como líneas de máxima pendiente coincidentes con la separación de interpluvios; y sobre líneas de cumbres, aunque en este caso deben quedar dispuestas no en los collados sino en zonas retranqueadas sobre el inicio de las laderas, donde la velocidad del viento es relativamente menor (VÉLEZ, 1982). Se representa gráficamente esta propuesta en la figura XVII.1, tomada de VÉLEZ (1982).



FIGURA XVII.1.- Localización de cortafuegos sobre líneas de cumbre. Tomado de VÉLEZ (1982).

¿cómo se ejecutan?: mediante decapado con hoja de bulldozer, pues el laboreo favorece la instalación posterior de la vegetación.

¿para qué sirven?: para facilitar el desplazamiento de los medios terrestres de extinción, bien andando, bien con vehículos todoterreno, bien con maquinaria pesada, de manera que formando redes se pueda conseguir una huida segura aunque el personal no conozca el terreno. La facilidad en el desplazamiento y la ausencia de vegetación puede facilitar el

ataque de extinción directa a los frentes del incendio, así como la aplicación de la extinción indirecta que supone el contrafuego. La enumeración de su utilidad expresa las ventajas de los cortafuegos. Lo que muy raramente consiguen los cortafuegos es parar el frente del incendio por su mera presencia.

¿qué inconvenientes tienen?: los inconvenientes de los cortafuegos son los siguientes: la inducción de escorrentía en los que se trazan en línea de máxima pendiente; la reiterada conservación para mantener su eficacia derivada de la regeneración natural que sobre ellos se produce; y el negativo efecto paisajístico especialmente debido a los que se trazan en línea de máxima pendiente. Los efectos de la escorrentía se anulan teniendo el cuidado en la ejecución de construir cunetas de desagüe alternativo cada 10 a 20 metros. La conservación reiterada pudiera ser ayudada con la aplicación de herbicidas o con un pastoreo racional. El efecto paisajístico es insoslayable.

¿qué aplicabilidad tienen en la actualidad?: sobre formaciones arbustivas y de matorral, donde no es posible aplicar las áreas cortafuegos que luego se definen, son la única alternativa de selvicultura preventiva de incendios. Se recomienda la ejecución con 30 m de anchura y mediante roza mecanizada, lo que independientemente de la recurrencia, elimina la mayor parte de los inconvenientes hidrológicos y paisajísticos. El mantenimiento con roza mecanizada no es costoso y puede ser reforzado con la aplicación de fitocidas en la medida en que la investigación en este campo vaya recomendando prácticas eficaces. Su aplicabilidad sobre masas arboladas debe tender a reducirse pues, aparte de los inconvenientes citados, se induce mayor velocidad relativa del viento a su través, y la transitabilidad se debe favorecer con adecuadas redes de pistas forestales sobre las que realizar las áreas cortafuegos.

2.- REDES DE ÁREAS CORTAFUEGOS. En relación con las citadas redes de áreas cortafuegos, se pueden formular y responder las mismas preguntas:

¿qué son?: son fajas, espacios alargados replanteados en masas arbóreas, con una anchura de 40 a 100 metros, en las que se procede a modificar el modelo de combustible. La anchura es directamente proporcional a la combustibilidad de la masa y, por tanto, inversamente proporcional a la altura media de la misma. Cuando se adosan a pistas o carreteras que circulan en curva de nivel sobre laderas, la anchura de la zona de aguas abajo será doble que la de la zona aguas arriba.

¿dónde se colocan?: al igual que los cortafuegos tradicionales, las redes se disponen sobre líneas artificiales, como caminos y carreteras, lindes de montes o de unidades dasocráticas; sobre líneas naturales como líneas de máxima pendiente coincidentes con la separación de interpluvios; y sobre líneas de cumbres, aunque en este caso deben quedar dispuestas no en los collados sino en zonas retranqueadas sobre el inicio de las laderas, donde la velocidad del viento es relativamente menor. Los espacios rodeados por áreas cortafuegos tendrán una cabida inferior a 300 o 500 ha, según el grado de peligro y de combustibilidad. Se aprovechará la existencia de roquedos, zonas de pradera y rasos en el monte para integrarlos en la traza de las áreas cortafuegos (ver figura XVII.3).

¿cómo se ejecutan?: se aplican secuencialmente claras que dejen una Fcc del orden de 80 a 70%, podas de 2,5 a 3 m de altura sobre la masa resultante de la clara, desbroces selectivos por roza, y eliminación o tratamiento de los despojos. La clara recomendada, de peso débil

o moderado, mantiene mayor humedad en el sotobosque y no favorece aumentos locales de la velocidad del viento. No todas las normativas vigentes relacionadas con este tema reconocen la conveniencia de las claras débiles.

Se mantiene con pastoreo más o menos intenso y con reiteración de desbroces, que pueden tener rotaciones más largas pues la sombra del arbolado retrasa la invasión del matorral. Otra alternativa de conservación de desbroces es la quema prescrita. Se completa la ejecución realizando, en las áreas no adosadas a caminos y carreteras, una explanación que permita circular a vehículos todoterreno. Cuando son áreas cortafuegos adosadas a carreteras o pistas forestales, se realizan paralelamente a éstas unas *fajas auxiliares* que son bandas de 3 metros de anchura en las que se elimina toda la vegetación. Estas fajas auxiliares dan seguridad en el tránsito de los vehículos de extinción, permiten que se crucen con visibilidad y el que se aparten de la vía mientras realizan labores de extinción.

¿para qué sirven?: al igual que los cortafuegos tradicionales, sirven para facilitar el desplazamiento de los medios terrestres de extinción, bien andando, bien con vehículos todoterreno, bien con maquinaria pesada, de manera que siendo redes se pueda conseguir una huida segura aunque no se conozca el terreno. La facilidad en el desplazamiento y la reducida presencia de vegetación puede facilitar el ataque de extinción directa a los frentes del incendio cuando circulan por las áreas o las alcanzan, siendo más difícil que se inicien incendios en ellas. La aplicación de la extinción indirecta que supone el contrafuego se facilita por estar desbrozadas y puede requerir el apeo de una faja de arbolado.

¿qué inconvenientes tienen?: los inconvenientes de las áreas cortafuegos no se manifiestan en relación con aspectos hidrológicos o paisajísticos. La conservación de estas áreas, necesaria en todo caso, se ha comentado al explicar la ejecución.

¿qué aplicabilidad tienen en la actualidad?: sobre formaciones arbóreas son una alternativa de selvicultura preventiva de incendios a la ejecución de redes de cortafuegos tradicionales.

Se puede ampliar información sobre diseño de áreas cortafuegos, densidad y anchura, en VELASCO (2000). La figura XVII.2, tomada de VÉLEZ (1982) esquematiza áreas cortafuegos en vaguadas.

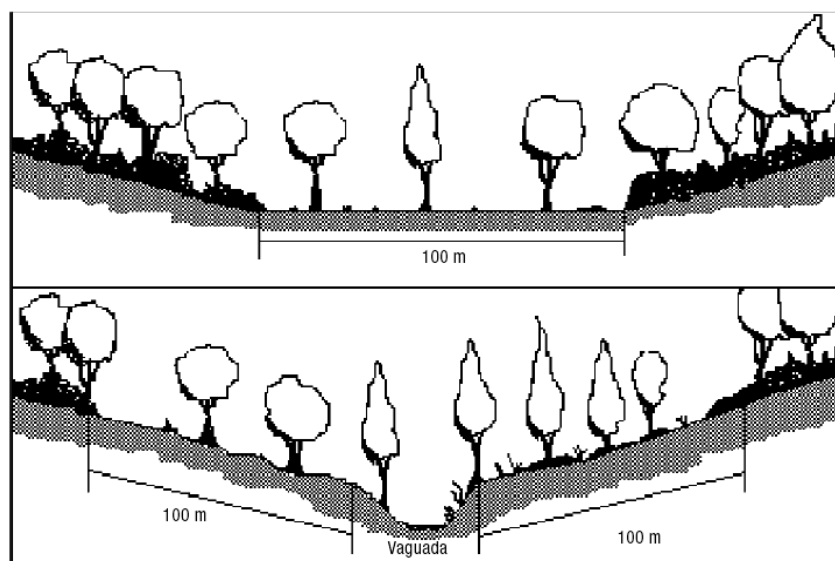


FIGURA XVII.2.- Áreas cortafuegos en vaguadas. Tomado de VÉLEZ (1982).

La ejecución de áreas cortafuegos debe aprovechar la existencia de praderas, rasos y roquedos, a incluir en su trazado, tal como queda ilustrado en la figura XVII.3.

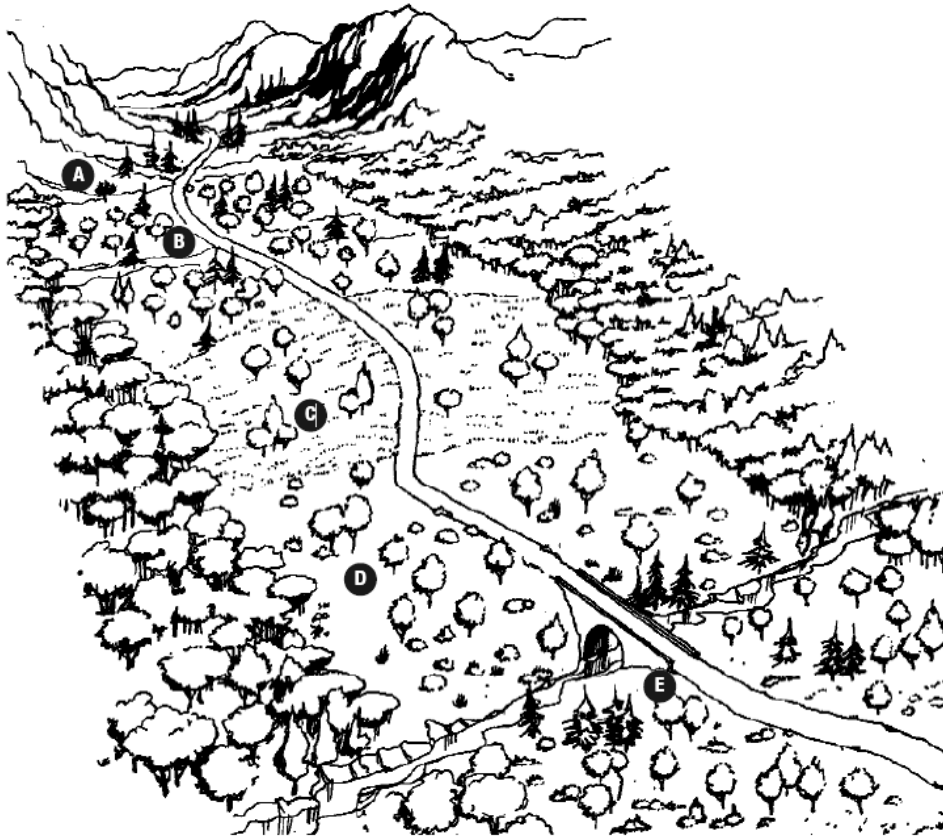


FIGURA XVII.3.- Panorámica de área cortafuegos sobre pista. A: roquedos, sin tratamiento; B: masas arboladas, claras bajas; C: praderas, sin tratamiento; D: matorral y monte bajo, desbroces selectivos y resalveos; E: vaguadas, favorecer freatófilos y desbroce a hecho. Tomado de VÉLEZ (1982).

3.- *LÍNEAS DE DEFENSA*. También se pueden considerar como estructuras lineales de prevención las llamadas líneas de defensa (VÉLEZ, 2000) que habitualmente se realizan de forma manual durante la extinción. Son fajas estrechas, del orden de un metro, o sendas limpias de matorral que pueden usarse para el movimiento por el monte y que, en caso de incendio y de haberlas realizado anteriormente, pueden limpiarse rápidamente con herramientas manuales para apoyar un contrafuego.

4.- *PANTALLAS ARBÓREAS*. En los textos franceses de silvicultura preventiva de incendios (DELABRAZE, 1986) se cita como estructura lineal de prevención la instalación o favorecimiento de pantallas arbóreas, consistentes en alineaciones de pies de mayor talla que los rodales a los que rodean, para frenar la emisión de chispas desde los frentes de incendio. La eficacia de estas estructuras en nuestras masas es dudosa.

XVII.4.6.3.- *Tratamiento de montes incendiados.*

XVII.4.6.3.1.- *Marco administrativo de la restauración de zonas incendiadas.*

Las zonas recorridas por el incendio tienen diferente tratamiento, para favorecer su regeneración, según el tipo de masa afectado. Sin embargo, hay una recomendación general, de obligado cumplimiento en todo caso y tipo de vegetación afectada, orientada a posibilitar la regeneración natural, que siempre y con distinta densidad y composición específica se produce. Esta recomendación de obligado cumplimiento es imponer un estricto acotado al pastoreo.

La acción combinada de incendio y pastoreo es la causa de la extrema degradación de mucha superficie forestal. Además esta prohibición ha tenido respaldo legal tradicional. El artículo 219.4 del Decreto 485/1962 de 22 de febrero, Reglamento de la Ley de Montes de 1957, se refiere a esta cuestión: “*no se permitirá la entrada del ganado en los sitios de los montes que, por efecto de los incendios, se acoten para la repoblación*”.

Hay que reconocer que esta prescripción no siempre se ha impuesto o respetado, lo que ha tenido dos efectos negativos: no ha servido para reprimir incendios intencionados para obtener supuestas mejoras de pastos; y ha impedido y dificultado la regeneración natural del arbolado, bien por brotes, bien por semillas, en muchos casos.

La vigente Ley de Montes, Ley 43/2003, de 21 de diciembre, se ocupa de la restauración de los terrenos forestales incendiados en su Título IV, Capítulo III, artículo 50: “*Restauración de los terrenos forestales incendiados.*

1. *Las Comunidades Autónomas deberán garantizar las condiciones para la restauración de la vegetación de los terrenos forestales incendiados, quedando prohibido el cambio del uso forestal por razón del incendio. Igualmente, determinarán los plazos y procedimientos para hacer efectiva esta prohibición.*
2. *El órgano competente de la Comunidad Autónoma fijará las medidas encaminadas a la retirada de la madera quemada y a la restauración de la cubierta vegetal afectada por los incendios que, en todo caso, incluirán el acotamiento temporal de aquellos aprovechamientos o actividades incompatibles con su regeneración, y en particular, el pastoreo, por un plazo que deberá ser superior a un año, salvo levantamiento del acotado por autorización expresa de dicho órgano”.*

Las diferentes normativas autonómicas, cuyo análisis resumido no es posible incluir aquí, tratan el tema con notable disparidad y no son concordantes en las directrices económicas, sociales y selvícolas de las tareas de tratamiento de los montes incendiados.

XVII.4.6.3.2.- *Tratamiento selvícola de montes incendiados.*

Las actividades selvícolas de restauración tras el incendio, en el caso de que su paso haya destruido la mayor parte de la vegetación preexistente, son variables en función del tipo de masa afectada:

1.- Formaciones Arbustivas y de Matorral.

En el caso de *formaciones arbustivas y de matorral*, la recuperación espontánea es segura, completa y rápida. La mayor parte de las especies afectadas tienen mecanismos de respuesta que, bien a través de la brotación, bien a través del estímulo del banco de semillas del suelo, y dado el carácter heliófilo, frugal y xerófilo de las especies, aseguran una buena regeneración. No se requieren, en principio, acciones ni sobre el vuelo ni sobre el suelo. Esta característica de las formaciones leñosas de baja talla explica que en la estadística de incendios queden expresadas por separado las superficies afectadas pobladas con arbolado y pobladas con matorral.

Sin embargo, para favorecer la regeneración natural y para ir limitando los casos de incendio cuya causa pueda ser una más que dudosa mejora de pastos, se debe producir el *acotado al pastoreo* por un tiempo que, según nuestra opinión, *no debe ser inferior a dos años en terrenos silíceos y a cinco años en terrenos calizos.*

Cabe la situación de que deba ser abordada la repoblación forestal de la zona, lógicamente con especies arbóreas:

- por razón de la degradación edáfica anterior;
- por la naturaleza caliza de la roca madre que acentúa el daño que sobre el suelo produce el incendio;
- por la pronunciada pendiente en relación con el régimen de precipitaciones;
- o por formar parte la superficie quemada y poblada de matorral de un conjunto más amplio sometido a planificación que así lo indique.

Este caso será descrito en posterior epígrafe, que aporta directrices para la reforestación de terrenos incendiados, aplicables tanto a los poblados por masas arbóreas como los que presentaban formaciones arbustivas o de matorral.

2.- Formaciones Arbóreas de Especies Capaces de Brotar.

En el caso de formaciones de *monte arbolado de especies brotadoras*, masas de monte bajo actual o potencial, el tratamiento urgente y necesario es el *recepe*, antes de la brotación de la primavera siguiente, de todos los tallos afectados, incluso en el caso de que no hayan muerto del todo. Se trata de permitir una más vigorosa brotación capaz de recuperar la espesura original de forma natural y en breve plazo, evitando la profusión de brotes epicórmicos de escasa viabilidad, que competirán con la brotación de cepa o de raíz. Esta tarea, de urgente y ágil ejecución, debe ser entendida como una mejora y no como un aprovechamiento. Las leñas y maderas así obtenidas no tienen ninguna utilidad y, tras el *recepe*, pueden quedar depositadas en cordones en curva de nivel, para reducir posibles escorrentías, sobre lugares en los que no sea previsible la brotación y nunca sobre los tocones de cepas apeadas.

Esta importante acción debe aplicarse a todas las masas incendiadas, independientemente de su tipología y especie, aunque con las excepciones que luego se apuntan. Los incendios forestales son relativamente frecuentes, y de difícil extinción, sobre los montes bajos por causa del pequeño tamaño del combustible y de su gran continuidad horizontal y vertical. Tras el paso del fuego y en función de su velocidad o intensidad, se produce la muerte de toda la parte aérea y en algunos casos quedan, sobre fuste y ramas gruesas, tejidos vivos.

En todas las situaciones, el correcto proceder consiste en la corta a hecho de toda la masa afectada, a ser posible antes del 1 de abril siguiente al incendio. Hay que favorecer que la brotación de la primavera siguiente sea vigorosa y lo más viable posible, que sea de raíz o de cepa, evitando la masiva brotación por epicórmicos desde tejidos de fuste o rama no afectados por el fuego, o en caso de muerte total de la parte aérea, evitar el trastorno por parte de las leñas muertas sobre los brotes. En este sentido, se puede entender que el incendio es un equivalente a un recepe clásico, aunque fuera de la edad del turno y fuera de la época más adecuada.

Paradójicamente, la necesidad del recepe en los montes bajos es tanto mayor cuanto menor sea la intensidad del incendio. Las cepas que pierden, por efecto del calor, una parte de su superficie foliar, son las que en mayor medida van a presentar una brotación con diversos orígenes simultáneos, con desarrollo futuro más complicado y con mayor probabilidad de pudriciones y ataques de xilófagos sobre los fustes.

Las desecaciones parciales de los fustes perjudican la circulación de la savia bruta por el xilema, quedando los pies en difíciles condiciones frente a la sequía. Otro argumento para avalar el recepe total e inmediato, tanto más necesario cuanto menor sea la intensidad del fuego, es considerar que la biomasa de fustes y ramas gruesas que han perdido su superficie foliar se convierte en consumidora neta de fotosintatos empleados su crecimiento y en el intento de cicatrización de las heridas producidas por el choque térmico, dificultando la necesaria recuperación de la superficie foliar y perjudicando la renovación de las raíces finas, responsables de la absorción de savia bruta.

La excepción a la recomendación de recepar y acordonar, tras troceado, los restos obtenidos, se refiere, en primer lugar, al alcornoque. En función del espesor del corcho y de su edad (edad del pie o años transcurridos desde el descorche) y de la intensidad del incendio, puede darse el caso de que sea previsible que los pies gruesos resistan adecuadamente y no sea preciso apearlos. El primer descorche tras el incendio se deberá realizar a los tres años del mismo, siempre que se haya superado el turno de descorche. Las aplicaciones tecnológicas del corcho obtenido en esta situación no son muy favorables, pero hay que realizar el descorche para que la superficie de descorche no sufra rugosidades y para que en los descorches futuros el corcho se de bien.

En relación con las medidas a tomar tras los incendios en alcornocales, se recomienda la lectura del texto de CARDILLO y BERNAL (2003) donde se dan directrices para tomar la difícil decisión de de apea o esperar frente a un alcornoque soflamado. Una espera innecesaria puede perjudicar la capacidad de brote futura y un apeo precipitado invalidar una recuperación favorable de modo que todo el problema resulte ser un alargamiento del turno de descorche en dos o tres años.

La segunda excepción a la recomendación del recepe inmediato tras el incendio se refiere a los rebollares degradados o de edad superior a 10 años y talla menor de 2 metros. Son masas, a veces denominadas bardas, de uso pastoral y con probable origen en incendios seguidos de pastoreo, aunque también pueden tener su origen en una mala condición estacional, en las que el recepe tras el fuego no es previsible que modifique favorablemente la estructura inicial. Estas masas pueden quedar dos o tres años acotadas al pastoreo como única medida de rehabilitación.

El siguiente e ineludible paso tras el recepe, como por otra parte ha venido siendo habitual en las técnicas selvícolas del monte bajo, es el riguroso acotado al pastoreo. La necesidad de acotar al pastoreo, en la selvicultura general, tiene mayor exigencia en el monte bajo que en el monte alto. El hecho de una predación sobre un regenerado de monte alto destruye los brinzales, pero en la medida en que queden pies de reserva, se produce una nueva diseminación y nuevas oportunidades para la regeneración. Al contrario, en el monte bajo la destrucción de los incipientes chirpiales puede conducir a un agotamiento de la cepa al no respetarse los plazos de recuperación, con la posible muerte de la misma o la inviabilidad del crecimiento longitudinal de los brotes, dando lugar a un monte bajo degradado. La duración del acotado (estado de tallar) en España para especies del género *Quercus* es de 5 años para la oveja; 8 años para la cabra; y 10 años para el vacuno, dando cifras conservadoras. Pasado el estado de tallar, el monte bajo regular resultante del incendio y su consecuente recepe, puede ser tratado mediante resalvos de conversión. Nos remitimos al Capítulo XIV para justificar e indicar el modo de proceder en relación con esta operación.

No es frecuente, en la selvicultura aplicada española, proceder recepando según se ha indicado. Los motivos son de diferente signo: por una parte, se produce un desconocimiento de esta necesidad o un exceso de confianza en la recuperación de los ejemplares afectados, lo que queda acreditado observando cómo, en la eliminación de pies quemados en pinares, se suelen dejar en pie rebollos, encinas o quejigos afectados por el fuego; por otra parte, la falta de agilidad presupuestaria que debería de ser capaz de consignar fondos, redactar proyectos y adjudicar obras en el plazo comprendido entre el incendio (septiembre) y la brotación (marzo).

En el caso de que tras el fuego no se haga el recepe recomendado y se produzca la brotación, la recomendación selvícola será dejar las matas desarrollarse y proceder a eliminar los fustes dañados por el fuego al cabo de 6 a 8 años como mínimo. Se trata de no afectar a los brotes incipientes, no inducir con una corta a segundo o tercer año una nueva brotación, dar oportunidad a que se manifiesten los brotes dominantes y, finalmente, posibilitar la recuperación de la cepa para que puedan ser viables los brotes inducidos por la corta.

La posibilidad de pretender eliminar competencia entre chirpiales, para favorecer el desarrollo de los escogidos, en edades inferiores a los 10 o 12 años de los mismos, debe ser calificada como anticultural. En las edades iniciales de la cepa, cualquier eliminación artificial de la superficie foliar provocará una brotación que restará savia bruta a los pretendidamente favorecidos, mientras que los nuevos brotes recibirán la sombra de los mayores. Se produce una desestabilización general que conduce al estado de monte bajo degradado en un proceso similar al del indebido pastoreo. Los brotes del futuro se manifestarán cuando llegue la poda natural y el estado de latizal, mientras tanto, hay que esperar.

3.- Formaciones Arbóreas de Especies Incapaces de Brotar.

3.1.- Acciones necesarias para favorecer la regeneración natural en masas arbóreas no brotadoras.

Tras el paso del fuego y la muerte o deterioro de los pies arbóreos que componen la masa afectada, la recomendación selvícola inicial es realizar secuencialmente, en todo caso, las siguientes operaciones:

- proceder al apeo de todos los pies afectados, excepto aquellos que por su muerte completa no permitan suponer que son riesgo de plagas y que se dejen para favorecer la avifauna de la zona,
- realizar apeo dirigido para que los restos troceados queden acordonados en curvas de nivel y proceder a la saca de la madera aprovechable,
- no es adecuado en terrenos incendiados realizar un tratamiento de restos por astillado con reparto en toda la superficie, esta práctica puede dificultar el desarrollo de brotes y plantas que son muy necesarios para la regeneración de la masa posterior al incendio,
- los caballones estarán separados, como mínimo 5 metros entre ejes y tendrán, como máximo, una anchura de 2 metros,
- en pendientes acusadas los caballones se pueden fijar en forma de fajinas,
- es aconsejable que los caballones o fajinas tengan interrupciones cada 25 metros para facilitar el tránsito, estas interrupciones estarán contrapeadas alternativamente,
- realizar una siembra a voleo en las zonas despejadas cuando se trate de especies de semilla ortodoxa y abundante en dosis media, y para especies de semilla recalcitrante sembrar por puntos en zona superior de las fajinas. Sobre terrenos recientemente incendiados y con especies tales como pino carrasco y rodeno, las siembras a voleo, incluso con medios aéreos (CASTELL y CASTELLÓ, 1996), han dado buenos resultados.
- todas las operaciones descritas deben ser realizadas antes del día 1 de abril siguiente a la fecha del incendio.

El troceado y acordonamiento de los restos, comentados en el párrafo anterior, tiene como objetivos:

- reducir la escorrentía,
- dejar zonas libres donde pueda prosperar, sin interferencia de los restos de corta, la regeneración natural,
- dejar zonas libres donde hacer la siembra de refuerzo recomendada en párrafo anterior,
- dejar zonas libres donde preparar el suelo para plantar posteriormente en caso necesario, sin interferencia para máquinas o aperos,
- concentrar los restos para que, si es necesario, en el futuro se puedan triturar mediante desbrozadoras acopladas a tractor.

La ejecución de pequeños diques o albarradas de mampostería en seco en la red de drenaje puede ayudar a evitar el abarrancamiento. Las estructuras con madera en los cursos de la red de drenaje no son aconsejables, pues el aterramiento acumulado se movilizará bruscamente cuando se produzca el ineludible colapso de la estructura construida.

La saca de maderas puede realizarse en línea de máxima pendiente siempre que, a posteriori, se proceda a cruzar las calles de desembosque con fajinas.

Tras estas operaciones y en los años siguientes se pueden dar dos situaciones: regeneración natural (y ayudada por siembra) en densidad suficiente; regeneración insuficiente.

3.2.- Caso con regeneración natural suficiente.

En el caso de formaciones de *monte alto arbolado* que arde con posibilidad de *regeneración natural por semillas*, por existencia de las mismas bien el banco del suelo, bien en el banco aéreo, el regenerado natural que aparece debe ser protegido del pastoreo y favorecido mediante desbroces. Es frecuente que estos regenerados, en masas de pino carrasco o de pino rodeno, a edades de repoblado y monte bravo, presenten densidades que pueden ser consideradas excesivas, superiores a 3.000 pies/ha, lo que hace necesario y urgente practicar un único clareo.

La necesidad de aplicar clareos en la selvicultura española se refiere a los regenerados de alta densidad que a veces se producen tras los incendios de pinares adultos, más frecuentemente de *Pinus halepensis* y de *Pinus pinaster*.

La densidad del regenerado a partir de la cual se hace necesario el clareo dependerá del temperamento de la especie principal y de la calidad de la estación. No obstante se pueden dar como cifras orientadoras: 3.000 a 3.500 pies/ha para especies de luz y 10.000 pies/ha para especies de sombra. Estas cifras también pueden orientar sobre la densidad resultante en la masa tras la aplicación del clareo. Dicho de otra manera, en un clareo no vale la pena actuar si no se extrae, al menos, un pie si y otro no, siendo la densidad resultante mínima adecuada del orden de 2.000 pies/ha.

En cuanto a la ejecución de los *clareos*, para casos de cierto desarrollo de la masa y densidad no muy alta, se hace seleccionando pie a pie y apeando con hacha, motosierra ligera o motodesbrozadora. También se puede hacer el clareo arrancando los pies sobrantes mediante un tirón cuando existe mucha humedad en el suelo y su tamaño lo permite. En estos casos es necesario atender a la eliminación de los despojos para no incrementar el riesgo de plagas o de enfermedades y de incendios. Se han realizado en algunas ocasiones clareos por corta a hecho en bandas alternas, corta que se realiza con una desbrozadora acoplada al tractor.

Suele hacerse necesario en estas situaciones la realización de un *desbroce* para favorecer el desarrollo del regenerado, eliminando la competencia que el matorral y los arbustos provocan sobre las masas regulares estado de repoblado y monte bravo por la luz, el espacio, el agua y los nutrientes. No es conveniente retrasar este tipo de desbroces, especialmente con especies de luz, pues la competencia del matorral retrasa mucho el crecimiento de los pies de la masa principal y compromete su viabilidad. Lógicamente este

tipo de desbroce será por roza y en la medida en que tiene que ser muy selectivo, se hará de forma manual con motodesbrozadora.

El tratamiento de los despojos procedentes de estos desbroces y clareos se puede realizar por astillado o por trituración con desbrozadora tras acordonamiento. La quema en montones suele ofrecer importantes dificultades.

El desarrollo futuro de la masa la convertirá en una masa de alta combustibilidad hasta que llegue a la edad de latizal alto y pueda recibir su primera clara y poda de penetración.

3.3.- *Caso con regeneración natural insuficiente.*

En el caso de formaciones de *monte alto arbolado* en las que no se produce la regeneración natural suficiente, procede realizar una *reforestación* con las técnicas adecuadas (SERRADA, 2000) y cuyas decisiones más trascendentes se resumen en posterior epígrafe. Ahora bien, el momento de realizar esta repoblación debe ser decidido tras la comprobación de la ausencia de regeneración suficiente en el *segundo periodo vegetativo* tras el incendio.

La densidad a considerar como suficiente dependerá de la especie, estación y función preferente de la masa futura. Las propuestas pueden ser variadas y discutidas, pero se pueden considerar claramente insuficientes, en una gran cantidad de casos, las densidades inferiores a 500 pies/ha.

La comprobación del estado de la regeneración se recomienda que se haga mediante muestreos sistemáticos de la densidad con un lado de malla para replanteo de parcelas de inventario de 100 metros o menos. Esta forma de proceder permite realizar planos de rodales con suficiente o insuficiente regeneración. También se detectarán situaciones con exceso de densidad donde aplicar clareos.

La toma de datos en estas abundantes parcelas de inventario se reduce a valorar la densidad de los pies del regenerado, junto con la densidad de cepas de especies brotadoras que pueden formar la masa futura. El replanteo de parcelas de inventario de superficie constante puede ser ventajosamente sustituido por la medición de espaciamentos medios entre pies, de los que deducir la densidad y la heterogeneidad del reparto de los pies en el espacio.

Siendo la técnica repobladora común a terrenos incendiados y no incendiados, cabría remitir en este punto a textos de carácter general. No obstante, se presenta el epígrafe siguiente para señalar las peculiaridades de las decisiones en este tipo de terrenos, lo que incluye también a aquellos que antes del incendio estaban desarbolados y se ha decidido su reforestación inmediata.

4.- Directrices para la Reforestación de Terrenos Incendiados.

Las decisiones técnicas en la repoblación forestal, enumeradas según el orden general en que se van tomando, son las siguientes (SERRADA, 2000), con indicación en cada paso de las posibles peculiaridades en los terrenos incendiados, y entre las que aparecerán intercaladas algunas cuestiones ya tratadas:

A.- División del espacio en *rodales*:

Esta es la primera decisión, que estará basada en el estudio de la fisiografía, edafología y tipo de vegetación, que en este caso será la presente antes del incendio. Como resultado del análisis, y simplificando mucho, se pueden clasificar en:

Tipo 0.- Rodal donde la regeneración natural tras incendio es suficiente. No repoblar.

Tipo 1.- Fisiografía y suelo impiden la erosión. Posible objetivo productor para la reforestación.

Tipo 2.- Vegetación incendiada con posibilidad de regeneración natural. Son de aplicación algunas directrices ya comentadas. El posible objetivo preferente de la masa futura puede tener carácter productor o protector. Se aplicarán tratamientos indicados en C.

Tipo 3.- Vegetación y suelos muy deteriorados. No hay posibilidad de regeneración. El riesgo erosivo es alto. El objetivo preferente de la masa es protector. Este caso se explica con más detalle.

B.- Fijar *objetivo preferente* de repoblación en cada rodal:

- * Productor: lo confirma el estudio de potencialidad productiva.
- * Protector: lo confirma el estudio de estados erosivos.
- * Otros objetivos a resolver con escasa superficie relativa.

C.- Tratamientos de *mejora* de vegetación actual, que ya han sido comentados:

- * Siegas o escardas
- * Clareos
- * Prevención de incendios
- * Desbroces por roza
- * Recepes
- * Siempre, acotado al pastoreo.
- * Tratamiento de despojos mediante troceado y acordonado.

D.- *Elección de especie*:

- * Son conocidas las especies existentes antes del incendio.
- * Identificación de especies compatibles con la estación:

Comprobación de compatibilidad con el biotopo, aplicar las metodologías de: Allué-Andrade; Montero de Burgos; Gandullo y Sánchez Palomares; Elena Rossello.

Comprobación de compatibilidad a través de la biocenosis, aplicar las metodologías de: Ceballos; Rivas; comprobar posibles problemas de competencia; garantizar micorrización en la planta, aunque en terrenos incendiados hay propágulos suficientes en el suelo; plagas y enfermedades de las especies compatibles.

* Elección en función del objetivo de la repoblación: factores directos, indirectos y tecnológicos

* Elección del ecotipo más estable y/o más productivo para las productoras.

* Especies para repoblación protectora:

En este caso es aconsejable la instalación de masas *mixtas*, incluyendo especies *brotadoras* a efectos de que la regeneración futura tras otro posible incendio quede asegurada en mayor medida. También incluir, si son compatibles, pirófitas pasivas. La base para la protección a corto plazo la dan las especies: frugales; xerófilas; de temperamento robusto; con facilidad de manejo de semilla y de producción de planta; y que admiten alta densidad inicial.

La capacidad protectora de los *arbustos* es menor que la de las especies arbóreas por su enraizamiento comparativamente menos desarrollado, su menor biomasa aérea y su menor capacidad de desfronde. La combustibilidad de las formaciones arbustivas, al contrario que las arbóreas, no se reduce con el tiempo. La densidad inicial para conseguir en plazo corto y definitivo la fracción de cabida cubierta completa es cuatro veces superior en formaciones arbustivas, por lo que el costo será, aproximadamente, mayor en la misma proporción.

E.- Método de repoblación:

* **Siembra:** en terrenos incendiados, dada la ausencia de *predadores* sobre la semilla, la escasa *competencia* de la vegetación preexistente, la frecuentemente buena *calidad edáfica* generada y mantenida por la masa que se quemó y la *fertilización* superficial y fugaz que el incendio supone, es una de las situaciones que más frecuentemente aconsejan la siembra a voleo cuando se ha elegido una especie de semilla pequeña y ortodoxa. Las siembras por puntos (raspas) para semillas gruesas y recalcitrantes también son posibles. Estas siembras se hacen en el invierno siguiente al incendio y son un complemento para la regeneración natural. Razonar la dosis de siembra, que será por fajas entre caballones de despojos.

* **Plantación:** posible en todo caso. A realizar después del segundo periodo vegetativo tras el incendio.

F.- Densidad inicial:

* Factores selvícolas

+ Temperamento
+ Capacidad de brote
+ Porte

* Factores económicos

+ Objetivo
+ Mercado maderas finas
+ Coste de operaciones
+ Previsión de claras

* Para repoblaciones protectoras: de 2000 a 3000 pies/ha, nunca menos de 1600 pies/ha, en masa mixta.

G.- Ejecución del desbroce:

En terrenos recientemente incendiados no es necesario. Hay que pensar en el desarrollo futuro del matorral, especialmente si había especies brotadoras. En general, el desbroce quedará definido por:

- * especies afectadas: total / selectivo
- * superficie: puntos / fajas / a hecho
- * modo de afectar al matorral: roza / arranque
- * ejecución: manual / mecanizado / combinado / químico

El tratamiento de los despojos de la vegetación incendiada, a realizar el invierno siguiente al incendio, es una operación a considerar en este punto y debe ser concordante con la siguiente. El troceado y acordonado en curva de nivel o el amontonado, pueden ser recomendables. No es adecuado en terrenos incendiados realizar un tratamiento de restos por astillado con reparto en toda la superficie, esta práctica puede dificultar el desarrollo de brotes y plantas que, de forma espontánea o artificial, son muy necesarios para la regeneración posterior al incendio. Los caballones estarán separados, como mínimo 5 metros entre ejes y tendrán, como máximo, una anchura de 2 metros. Es aconsejable que los caballones tengan interrupciones cada 25 metros para facilitar el tránsito. El acordonado permite un tratamiento posterior por trituración con desbrozadora sobre los despojos y las labores de desbroce o preparación del suelo para la repoblación en las zonas libres.

El desbroce a realizar dos años después del incendio estará definido por los cuatro atributos enumerados.

H.- Ejecución de la preparación del suelo:

El primer punto es fijar los objetivos de esta operación. Para definir claramente estos objetivos, cuestión previa e ineludible en cada rodal, es necesario en cada caso estudiar el perfil del suelo y diagnosticar sobre sus carencias, estado de degradación, posibilidades de evolución, riesgos que pueden inducir labores no adecuadas y finalmente decidir el procedimiento de preparación que corresponda.

Un estudio edáfico completo no debe ser obviado, salvo en casos donde sea fácilmente previsible la inexistencia de disfunciones o carencias y el diagnóstico edáfico realizado a través del análisis de la fisiografía, la litología y el clima resulte suficiente. No obstante, también en este caso y aunque no se realicen análisis de laboratorio, es necesario proceder a la apertura de calicatas que permitan una descripción de la profundidad, la pedregosidad global y sus variaciones, el color de los horizontes y de la disposición de los sistemas radicales.

Tras el incendio, y dado el riesgo de aumento de escorrentías por pérdida de rugosidad y de permeabilidad, en caso de que exista pendiente aunque sea ligera, siempre se fijará como objetivo la protección hidrológica en las labores de preparación del suelo.

Si el terreno incendiado sustentaba una masa artificial que fue instalada mediante preparación del suelo mediante acaballados o aterrizados, esta preparación debe ser mantenida, aunque puede ser refinada o reparada o subsolada, en la fase actual. No conviene incurrir en inútiles movimientos de tierras.

El troceado y acordonamiento de los restos comentados en el punto anterior también tiene como objetivo reducir la escorrentía, dejando zonas libres donde preparar el suelo para plantar o sembrar.

La ejecución de pequeños diques o albarradas de mampostería en seco en la red de drenaje puede ayudar a evitar el abarrancamiento. Las estructuras con madera en los cursos de la red de drenaje no son aconsejables.

La preparación el suelo para la repoblación forestal quedará definida, cuando se fijen sus objetivos, según los siguientes criterios:

- * superficie: puntos / lineal / a hecho
- * acción sobre el perfil: con o sin inversión de horizontes
- * ejecución: manual / mecanizado
- * profundidad: baja / media / alta.

I.- Ejecución de la plantación o siembra:

Una plantación queda definida al fijar sus características, algunas ya comentadas, pues en las masas protectoras se recomendó masa mixta de relativamente alta densidad inicial:

- * especie: puras / mixtas.
- * tipo de planta: raíz desnuda / envase (se discute en punto posterior)
- * densidad: baja / alta
- * ejecución: manual / mecanizada / simultánea a preparación del suelo.

5.- Conclusión

El tratamiento de superficies incendiadas se resume en los siguientes puntos:

- 1.- El esfuerzo ecológico, económico y social necesario para la restauración de un terreno que está ardiendo, debe estar directamente relacionado con el esfuerzo económico, tecnológico y social empleado en la extinción del incendio.
- 2.- Como cuestión previa hay que plantear que, tras el incendio, es preciso defender y fomentar la regeneración natural. La regeneración artificial será la alternativa tras comprobar el fracaso de la regeneración natural en cantidad y calidad adecuadas.
- 3.- Debe ser una necesidad ineludible en todo proceso de rehabilitación de zonas incendiadas el *acotamiento al pastoreo* durante el tiempo necesario para que esta actividad no impida o retrase dicha rehabilitación.

4.- Dividir la superficie quemada en rodales para que cada rodal tenga el tratamiento acorde con sus características ambientales y de vegetación. Intentar potenciar desde el principio la regeneración natural actuando en el plazo adecuado.

5.- En rodales con masas arbustivas y de matorral acotar al pastoreo, y no hacer otros tratamientos excepto si se quiere reforestar.

6.- En masas arbóreas afectadas, tener en cuenta que toda yema o semilla que ha superado la acción del fuego veraniego es, en principio, un capital de gran interés, la herencia del bosque quemado, que hay que respetar y potenciar y que ineludiblemente brotará o germinará en la primavera siguiente. Se trata por tanto de actuar con una *urgencia* tal que, a partir del 1 de abril del año siguiente al fuego, se hayan completado todas las tareas para que los chirpiales y brinzales propios de la regeneración natural puedan crecer sin interferencias en su fase más delicada.

La semilla que germina o la yema que brota no tienen posibilidad de volverlo a hacer y si la viabilidad de los pies nacidos se pierde, se pierde la herencia del bosque quemado. Las oportunidades de los matorrales son algo mayores por la frecuencia de los procesos de latencia de sus semillas y por sus menores necesidades de agua. Las herbáceas tienen la oportunidad de incorporación de nuevas semillas por viento. *La urgencia en las tareas de ayuda favorece a las arbóreas*. El retraso favorece al matorral y a las herbáceas.

7.- En masas con capacidad de brote, recepar y acordonar restos para reducir escorrentía. Es tanto más necesario el recepe cuanto menos intenso haya sido el incendio.

8.- En masas sin capacidad de brote: extracción de maderas; troceado de restos y acordonado en curva de nivel de los mismos; siembra de refuerzo en pinares; y todo ello antes del 1 de abril del año siguiente.

9.- Discusión sobre pies afectados parcialmente: deben ser extraídos, son los que van a producir plagas en el verano siguiente, afectando a zonas no tocadas por el fuego y perjudicando la regeneración natural. Evaluar el riesgo real de plagas sobre la masa afectada y las colindantes. En caso de existir, es más prioritario extraer la madera de los individuos debilitados que de los calcinados.

10.- Inventario de la regeneración al segundo verano tras el incendio: las zonas no regeneradas deben pasar a reforestación; las zonas con exceso de regeneración pasarán a clareos.

11.- ¿Hay capacidad, y voluntad, financiera y organizativa frente a los desastres extraordinarios? ¿Hay cantidad de semilla convenientemente almacenada para atender a las siembras de refuerzo en los grandes incendios? ¿Hay solidaridad en la industria de la madera para asumir contratos que faciliten la extracción de la madera sin perjudicar al monte y sin alterar los mercados?

XVII.5.- Bibliografía.

BRAVO, J.A.; SÁNCHEZ, I. Y SERRADA, R. - 2001. *Determinación de rotaciones óptimas en la aplicación de resalvos de conversión a monte alto en tallares de encina y de quejigo en la zona central de la Península Ibérica*. III Congreso Forestal Español. Granada, 25 a 28 de septiembre de 2001.

BROWN, A.A. y DAVIES, K.P.- 1973. *Forest fire: control and use*. Mc Graw-Hill Book. New York. 2nd edition, 686 pp.

CARDILLO, E y BERNAL, C.J. 2003. *Recomendaciones selvícolas para Alcornocales afectados por el fuego*. Cuadernos Forestales 1/2003. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (IPROCOR). Junta de Extremadura. Mérida.

CASTELL, C y CASTELLÓ, J.I. - 1996. Metodología y resultados de la siembra aérea efectuada en el Parque Natural del Garraf. *Revista MONTES*, nº 46: 51-57. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

DELABRAZE, P.- 1986. Sylviculture méditerranéenne. in LANIER, L. - 1986. *Precis de Sylviculture*. ENGREF. Nancy.

ELVIRA, L.M y HERNANDO, C.- 1989. *Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque*. INIA. Madrid.

GONZÁLEZ-OCHOA, A.I. y DE LAS HERAS, J. - 2001. *Influencia de la calidad de estación en ataques de *Pachyrhinus squamosus* en regenerado post-incendio de *Pinus halepensis* Mill. en el SE de España*. III Congreso Forestal Español. Granada, 25 a 28 de septiembre de 2001.

MOLINA, D.- 2000. *Fuego prescrito. Planes de quema. Prescripciones*. in. VÉLEZ, R. (coord.).- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

PASTOR, J.C.- 2000. *Ejemplos de Planes de Defensa en España. Galicia*. in. VÉLEZ, R. (coord.).- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

RODRÍGUEZ Y SILVA, F.- 2000. *Ejemplos de Planes de Defensa en España. Andalucía*. in. VÉLEZ, R. (coord.).- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

ROJO, A. y MONTERO, G. 1996. *El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama*. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

RUIZ GONZÁLEZ, A.D.- 2007. Efecto de las claras sobre la humedad de los combustibles muertos en masas de pino. *Actas de la 4º Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales – Wildfire 2007, 13 – 18 de mayo de 2007. Sevilla, España*. Sesión 3. FAO. Unión Europea. Ministerio de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Edición en CD.

SCHÜTZ, J.P. 1990. *Sylviculture I. Principes d'education des fôrets*. Pres. Pol. et Univ. Rom. Lausanne. Suiza.

SERRADA, R.- 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Fundación Conde Valle Salazar. ETSIM. Madrid.

SERRADA, R. y AROCA, J.M. - 2008. *Selvicultura preventiva de incendios*. 949-980. in SERRADA, R.; MONTERO, M. y REQUE, J. (editores): 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. INIA y FUCOVASA. Madrid.

VEGA, J.A. *et al.*- 2000. *Efectos del fuego prescrito sobre los suelos de montes de Pinus pinaster*. in. VÉLEZ, R. (coord.)- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

VELASCO, L.- 2000. *Planificación de Redes de Áreas Cortafuegos*. in. VÉLEZ, R. (coord.)- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

VÉLEZ, R. - 1982. *Manual de Prevención de Incendios mediante tratamiento del combustible forestal*. ICONA. Madrid.

VÉLEZ, R. – 1990 a. Selvicultura preventiva de incendios forestales. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1, 1990. ICONA. Madrid.

VÉLEZ, R.- 1990 b. La sylviculture préventive des incendies en Espagne. *Rev. For. Fra.* Numéro Spécial 1990 Espaces Forestiers et Incendies. pp 320 a 331. ENGREF. Nancy.

VÉLEZ, R (Ed.)- 1999. Protection contre les incendies de forêt: principes et méthodes d'action. *Options méditerranéennes*. Serie B, número 26. CIHEAM. Zaragoza.

VÉLEZ, R. (coord.)- 2000. *La defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias*. Mc Graw-Hill. Madrid.

CAPÍTULO XVIII.- LA ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO.

XVIII.1.- INTRODUCCIÓN

XVIII.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTES ESPAÑOLES

XVIII.3.- PROCESO PARA LA ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO

XVIII.4.- SELVICULTURA APLICADA

CAPÍTULO XVIII.- LA ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO.

XVIII.1.- **Introducción.**

Después de terminar las explicaciones que, en su mayor parte, corresponden a propuestas de Selvicultura General, como finalización de esta materia y a modo de resumen de aspectos ya tratados, se incluye el presente capítulo dedicado fundamentalmente a indicar el modo en que debe ser elegido el tratamiento de una masa concreta.

Los comentarios se centran en el caso de los montes españoles por lo que inicialmente se resumen y comentan las características más notables, desde el punto de vista selvícola, de dichos montes.

Se concluye presentando las líneas generales de la Selvicultura Aplicada.

XVIII.2.- **Características de los montes españoles.**

Los montes españoles, desde el punto de vista selvícola y a efectos de proponer tratamientos, planteando el análisis de una forma muy genérica, se caracterizan por:

- *Variabilidad.*- Existe en los montes españoles una alta variabilidad de condiciones estacionales, de composiciones específicas y de formas de masa, incluso entre dos rodales muy cercanos. Esta variabilidad de masas se deriva de: la variabilidad meteorológica interanual que caracteriza al clima mediterráneo; la variabilidad fisiográfica del territorio; y de la variabilidad de las litofacies y de los estados de degradación de los suelos.

Esta característica implica la necesidad de estudiar y describir con detalle cada rodal particular, huyendo de las generalizaciones. Se puede afirmar, figuradamente, que la práctica de la selvicultura en España es “sastrería a medida”. Lo que resulta adecuado en un rodal puede dejar de serlo en otro colindante, aun de la misma especie, que ha tenido un tratamiento anterior o ha sufrido un proceso de degradación diferente.

La variabilidad afecta también a la fijación de producciones preferentes. Todo ello hace de imposible viabilidad la redacción y la utilización práctica de manuales de selvicultura aplicada a regiones concretas en la forma como se procede en algunos países como Francia o Canadá (RACEY *et al.*, 1989).

Dada la alta variabilidad de las masas de una misma especie, resulta adecuado, para investigar efectos y recomendar tratamientos, elaborar claves tipológicas con base dasométrica que identifiquen diferentes tipos de masa cuya necesidad y tipo de tratamiento puede y debe ser diferente.

Otra peculiaridad de las masas forestales españolas, a tener en cuenta en este sentido, es que la capacidad de brotación de cepa y/o raíz de las especies que presentan esta propiedad es muy alta, lo que condiciona las cortas de mejora o de conversión.

- *Espesuras defectivas o excesivas.*- La aplicación histórica de prácticas anticulturales, la aplicación extendida del monte claro en beneficio de determinadas producciones directas, y las dificultades climáticas, como causas más frecuentes, dan como resultado que la mayor parte de las masas forestales españolas presenten una espesura defectiva respecto de sus funciones de producción de madera, de protección hidrológica, de mejora del suelo y de mantenimiento de la vida silvestre.

Esto trae como consecuencia crecimientos maderables inferiores a los potenciales y obliga muy frecuentemente a aplicar procesos de capitalización que incluyen el favorecimiento de la regeneración natural y planes de corta que extraigan menos que el crecimiento real para aumentar las existencias y la posibilidad futura.

En otro extremo, como consecuencia de cambios importantes en la apreciación económica de algunas producciones directas y de la falta de inversión en trabajos de mejora por parte de las Administraciones Públicas, aparecen con frecuencia masas cuya espesura es excesiva, tanto para servir con máxima eficacia a sus funciones, como para asegurar su estabilidad biológica. Se encuentran en este caso muchos montes bajos y masas artificiales protectoras. Esta segunda situación demanda una amplia aplicación de tratamientos de mejora o de conversión.

- *Vulnerabilidad.*- Como se ha descrito en el capítulo precedente, las masas forestales españolas son muy vulnerables a una amplia diversidad de factores bióticos y abióticos. Especialmente el riesgo de incendio se extiende a todo el territorio. Todas las actuaciones selvícolas pueden y deben tener un alto contenido preventivo.

- *Multifuncionalidad.*- En relación con las capacidades productivas de los montes españoles, se puede generalizar afirmando que son obligadamente multifuncionales.

La larga tradición de la actividad ganadera en nuestros montes, presente en la actualidad y con presumible continuidad en el futuro, plantea, por una parte, conflictos sociales y necesidad de regulación, y por otra parte la posibilidad de contar con una utilidad directa que hay que favorecer en la medida de lo posible.

La rentabilidad de las producciones directas de muchos montes españoles es en la actualidad de muy escaso valor monetario. Esta carencia se acentúa, a efectos de mantener una inversión adecuada en los mismos, por el hecho de que la mayor parte de la superficie forestal es de propiedad privada y tiene una estructura minifundista.

Sin embargo, la prestación de servicios por parte de la superficie forestal, especialmente los relacionados con la protección hidrológica y con la biodiversidad, es de gran interés. Estos comentarios implican que la mayor parte de las inversiones en trabajos forestales deben tener el carácter de mejora, con beneficio preferente para el conjunto de la sociedad y que por tanto deben ser financiados por fondos públicos. La venta de productos maderables obtenidos en estas tareas puede ayudar a financiar las mejoras.

Como comentario resumen de lo todo anterior, de cara a la práctica de la selvicultura en España, se concluye en la necesidad de inventariar adecuadamente cada rodal para aplicar sobre él un tratamiento, bien de mejora, bien de regeneración, que, orientado por la selvicultura general, resulta ser único y no generalizable.

XVIII.3.- Proceso para la elección del tratamiento.

El proceso que ayuda a elegir el tratamiento más adecuado en cada caso se resume a continuación, indicando una serie de pasos que es necesario cumplimentar de forma ordenada:

1º.- *Estudio del Estado Legal y Socioeconómico.* Puede considerarse como una cuestión previa y basada en aspectos no selvícolas. Sin embargo, de este estudio se derivan dos aspectos trascendentes: fijación de la producción preferente del monte; e indicación de algunas importantes restricciones o del papel del monte en relación con el empleo.

2º.- *Estudio de la estación.* El estudio climático, fisiográfico y edafológico completo es la base para dos importantes pasos posteriores: el diagnóstico de posible marginalidad ecológica de la masa y sobre calidad de estación; y la división del monte en rodales. Es muy importante la identificación de posibles factores ecológicos limitantes para las masas presentes.

El estudio edafológico resulta especialmente necesario para apreciar posibilidades de mejora en las propiedades físicas y químicas.

3º.- *Estudio de la vegetación.*- La vegetación actual quedará identificada mediante una división en zonas homogéneas, identificadas en primer lugar por la presencia de diferentes formaciones y matizada, dentro de cada formación, por posibles variaciones de composición específica en primer lugar y de espesura en segundo lugar.

La consideración conjunta de este y el anterior punto aportan la base para la posterior división en rodales.

La vegetación potencial puede ser identificada a través de la presencia de especies indicadoras y con la ayuda de cartografía.

4º.- *Inventario.*- Con una posible división inventarial previa, basada en el estudio de la vegetación actual, se realiza un inventario forestal que aporte información precisa sobre: composición específica; distribución de edades (tamaños) de los pies; origen de los pies; índices de espesura; estado de la regeneración; dinámica de la masa; etc.

Hay que tener presente que, en cada caso, la toma de datos y el diseño del inventario deben ser propuestos, dentro de las directrices genéricas de esta disciplina, con el fin de satisfacer las necesidades de información que las posibles alternativas de tratamiento particular van a presentar. También en el diseño del inventario se debe trabajar huyendo de métodos estandarizados.

5º.- *Apeo de rodales.*- Este punto tiene una gran trascendencia. Con base en el estudio de la estación, de la vegetación y de su estructura y espesura identificadas en el inventario, se formula la división de la zona en estudio en unidades elementales sobre las que aplicar un tratamiento homogéneo en toda su extensión.

Se identifican los rodales en los que, en momento presente, no es necesario aplicar ningún tipo de tratamiento. En el resto de los rodales se indica y justifica lo que es necesario hacer. El tamaño de los rodales será lo suficientemente grande como para

permitir una ejecución de las tareas selvícolas razonable y lo suficientemente pequeño como para no incluir bajo la misma linde zonas heterogéneas.

6°.- *Estudio de los caracteres culturales de la especie o especies presentes.*- Deben ser recordados en este punto los caracteres culturales de la especie o especies presentes en cada rodal. La estación aportará diagnóstico sobre posible marginalidad estacional. El temperamento sobre condiciones de espesura para la regeneración natural.

7°.- *Análisis de los antecedentes selvícolas.*- En este punto se analizan de forma ordenada toda clase de fuentes que puedan aportar información y experiencia sobre el caso particular, bien relacionadas con la especie o especies, bien con la función preferente, y todo ello en un contexto geográfico-ecológico adecuado.

Las fuentes para completar el análisis, de diferente condición y naturaleza, son las siguientes:

- *bibliografía* referente a la especie y forma de masa, que en todo caso hay que interpretar en relación con las condiciones estacionales de las zonas donde se han realizado las experiencias y/o propuestas;

- *experiencias* que están en curso sobre montes cercanos o semejantes en cuanto a suelo y vuelo;

- estudio de toda clase de *antecedentes documentales* sobre el monte en cuestión. Sobre la mayor parte de los montes españoles existen referencias documentales más o menos antiguas, que pueden aportar mucha luz sobre la explicación del estado actual del monte y, por tanto, sobre su dinámica, aunque su localización, dada la frecuente desidia administrativa, no siempre resulte fácil. Es necesario hacer un continuo esfuerzo en este sentido.

- *antecedentes orales*, pues los antiguos gestores, técnicos y guardas, de los montes conocen muchos detalles sobre la historia y los trabajos en cada monte que no necesariamente han quedado registrados en documentos. Conseguir captar esta información, lo que requiere un propósito y una dedicación adecuados, es muy importante para completar la información y para evitar diagnósticos subjetivos.

- la *observación* detallada de hechos y procesos en el propio monte. La falta de datos y de información que muchas veces se hace sentir acerca de tratamientos o sucesos en el monte puede ser suplida por una atenta observación. Los viejos tocones, las copas deformadas, el hollín sobre los fustes de pies gruesos, la acumulación de piedras o tierra en los arroyos, etc, son parte de un lenguaje que hay que intentar traducir.

8°.- *Decisión sobre la forma fundamental y principal de masa.*- Hasta este punto se ha dedicado la actividad a recopilar información, siendo la única decisión tomada la relativa a la función preferente de la masa. Conocida la masa en todos sus aspectos, estáticos y dinámicos, y sabiendo cuál es la función principal que debe desempeñar, se está en condiciones de proponer la forma fundamental y principal que mejor se adapte a dicha función y al uso múltiple y que sea posible por razón de las restricciones específicas y estacionales. En definitiva, se trata de proponer el método de beneficio y el

tratamiento de regeneración más adecuados conjugando aspectos ecológicos o selvícolas, sociales y económicos.

A este respecto hay que advertir que los modelos de masa o forma de materializar los tratamientos que la Selvicultura General propone deben ser interpretados como una orientación general. Son estructuras definidas como puntos de referencia dentro de un continuo.

En relación con la descripción de las formas principales de masa, hay que hacer notar la relación que existe entre tiempo y espacio, y la importancia del tamaño y forma de las unidades de regeneración, de modo que se comprenda que, en definitiva, lo que distingue a una corta a hecho de una corta por entresaca es el tamaño de la superficie en la que se pretende que se incorporen nuevos pies en un plazo determinado. Sobre el tamaño y forma de la superficie en que se pretende producir la regeneración hay gran variedad de denominaciones, por lo que, aparte de cuestiones relacionadas con la sistemática o denominación de las unidades, hay que centrar la atención en el efecto que la masa adulta provoca sobre el microclima de la zona a regenerar.

Se debe comprender que en el conjunto de cualquier cuartel tiene que haber pies de todas las clases de edad, con mucha mayor proporción de los jóvenes que de los grandes. Los tratamientos generales se diferencian en cómo se reparten estos pies en el espacio.

Las diferencias entre tratamientos se refieren al grado de nivel de cambio ambiental que ocasionan, respecto de la situación inicial. El mínimo grado de alteración está en la entresaca pie a pie y el máximo en las cortas a hecho. Hay que relacionar esta idea con el posible origen natural de las distintas formas de masa y con la estructura y espesura que las definen:

* las masas regulares pueden tener origen natural en catástrofes y pueden y deben mantener espesuras altas, por lo que su regeneración inducida es brusca y afecta a mucha espesura inicial

* las masas irregulares pueden tener origen natural en una incorporación continua de pies aprovechando la mortalidad natural de los de gran desarrollo y deben mantener espesuras relativamente bajas para mantener la regeneración a la espera, por lo tanto las cortas que las mantienen alteran en poco una espesura ya de por sí baja.

En todos los tratados de Selvicultura se ha seguido el conocido orden de explicación: cortas a hecho; cortas por aclareo sucesivo uniforme; cortas por entresaca. Tal vez un motivo de esto sea que en este mismo orden se fueron proponiendo históricamente los tratamientos en el desarrollo de la Selvicultura como técnica y ciencia. Otro posible motivo de esta forma de exponer puede ser que, al igual que en Botánica y Zoología se empieza explicando los organismos menos complejos para terminar en los más evolucionados, sea más fácilmente comprendido pasar de esquemas de gestión simples (cortas a hecho) a sistemas complejos (cortas por entresaca).

En principio no es criticable el orden de exposición clásico, pero puede mejorarse la forma en que se exponen las representaciones gráficas de los diferentes tipos de masa que resultan de los tratamientos generales: siempre se hace forma lineal, cuando se podría mejorar la comprensión haciendo una representación en forma circular. En la figura

XVIII.1 se expone esta idea, donde queda representado cada tipo de tratamiento por un esquema del reparto de edades en el espacio y un pequeño dibujo que trata de representar la masa en estado de regeneración:

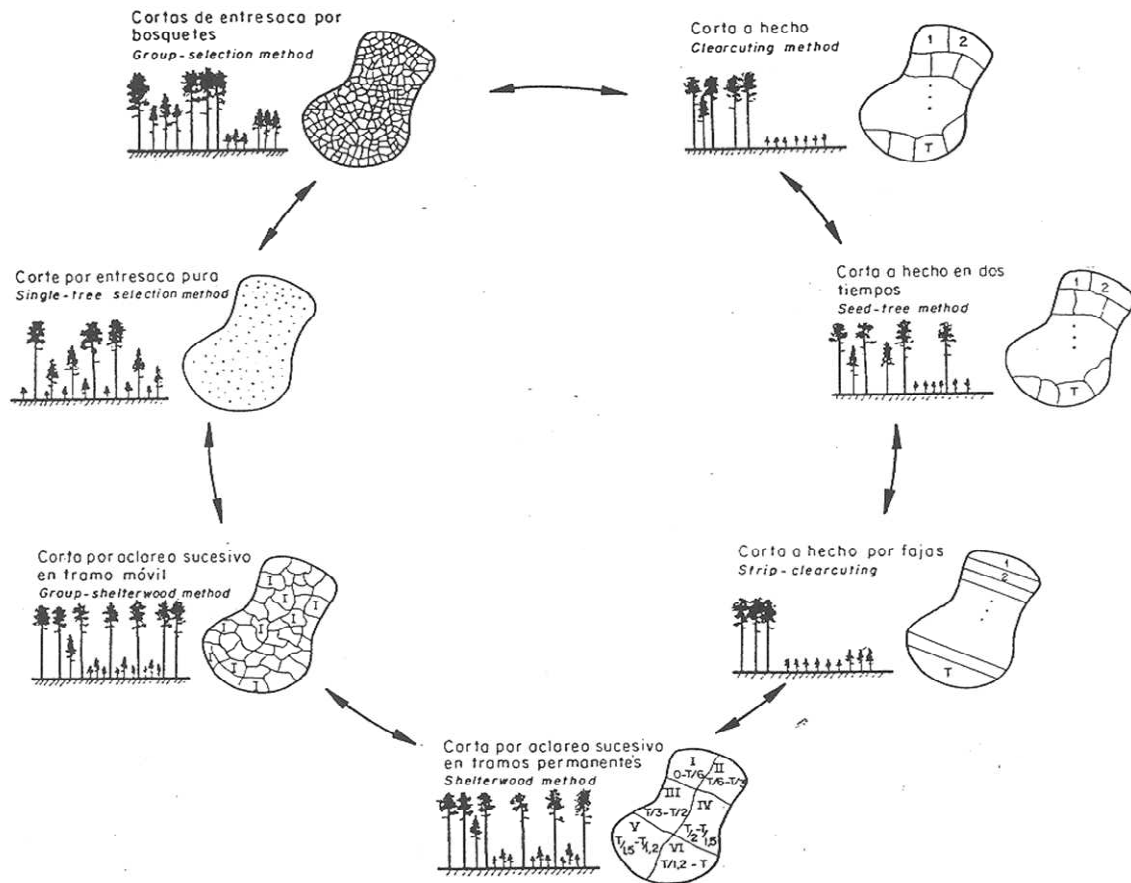


Figura XVIII.1.- Representación en un esquema circular de los tratamientos generales y de las formas principales de masa propuestos por la silvicultura general. Según SERRADA, MADRIGAL y GONZÁLEZ DONCEL (1997).

Propuesta la forma de masa más adecuada según las directrices anteriores, se actuará con flexibilidad, dentro de una planificación orientada por el tratamiento general correspondiente, y redactada de acuerdo con las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados que estén en vigor en cada caso. El que se pueda y deba actuar con flexibilidad no significa que no deba proponerse una planificación.

9º.- *Tratamientos parciales.*- En principio hay que hacer una propuesta básica, en relación con la posible aplicación de tratamientos parciales en un rodal que es la siguiente: antes de aplicar un tratamiento parcial hay que haber definido la forma principal y fundamental de masa concordante con su función preferente, aparte de, por supuesto, el objetivo de dicho tratamiento parcial.

El hecho de condicionar a que deba conocerse la estructura y el origen de los pies que deseamos para la masa que estamos tratando para definir la aplicación de desbroces, clareos, claras o podas es totalmente lógico. De otra forma no se pueden fijar con corrección las características de dichos tratamientos parciales.

Sin embargo y al contrario de lo afirmado, en algunas ocasiones puede estar justificado actuar aunque no se haya fijado el tratamiento general, como por ejemplo: casos de muy alta espesura en rodales de estructura regular, donde se puede aplicar claras bajas de peso moderado que eviten la desestabilización biológica; o, en general, tratamientos preventivos de incendios en masas de alta combustibilidad.

10°.- *Plazo para la aplicación del tratamiento.*- El plan de tratamientos se diseña para ser ejecutado durante el tiempo suficiente, largo plazo, como para que pueda producir los resultados buscados. No es correcto apresurarse en selvicultura y buscar resultados a corto plazo. En selvicultura los éxitos de una acción determinada son difíciles de apreciar, dado el largo plazo que tienen para manifestarse.

También los fracasos tardan en aparecer, salvo flagrante actuación anticultural. Se actúa con cierta impunidad, especialmente en lo relativo a no proceder a actuaciones que puedan considerarse necesarias para la estabilidad o regeneración de la masa o a aplicar cortas de excesivamente baja intensidad o peso.

11°.- *El aprovechamiento como herramienta de mejora.*- En la selvicultura extensiva, aplicable en la mayoría de la superficie forestal arbolada de España, hay que mantener la consideración de que el aprovechamiento, la extracción de productos directos (de tan mala prensa) en términos de rentabilidad financiera, es el mejor medio para la mejora y mantenimiento de la masa. Las cortas son la vez fin y medio. Fin para dar empleo y rentabilidad a la propiedad del monte. Medio que garantiza la persistencia y la estabilidad de la masa. Existen notables ejemplos en este sentido en toda nuestra geografía (CABRERA, 2001).

12°.- *Regeneración.*- Atender a la regeneración es, lógicamente, la base de la persistencia y por tanto completamente trascendente.

Si se formula esta advertencia en este punto es por razón de la constante presencia actual, y suponemos que futura, del pastoreo en los montes. La actividad pastoral tiende a ser excesivamente consentida por el conjunto de la sociedad y de los poderes públicos, sin aceptar las lógicas restricciones que, como toda actividad que se desarrolla en el medio natural, debe tener.

Por otra parte, en selvicultura extensiva la regeneración, adecuadamente inventariada, debe tender a ser natural, lo que no debe descartar en casos de especial retraso la ayuda a la misma o incluso la regeneración artificial.

13°.- *Regeneración incorporada.*- El control de la regeneración conseguida tras las cortas correspondientes debe ser realizado por inventarios sistemáticos y con fijación previa de valores de densidad admisible.

Los pies presentes en las zonas de regeneración y cuya edad está alejada del turno, siempre que muestren vigor, serán incorporados a la nueva masa aunque esto suponga un cierto grado de irregularización.

Hay que liberar los regenerados conseguidos de la competencia de la masa vieja, independientemente de la asignación temporal que la planificación imponga. Hay que aplicar cuidados culturales en los regenerados: desbroces y clareos.

14°.- *Para regenerar, hay que cortar.*- Siendo la regeneración el futuro y la estabilidad de la masa, la regeneración se consigue cortando (bien) y por tanto, las cortas son necesarias para que las masas mantengan su vigor y continuidad. Un modo de perjudicar a los bosques, muy extendido en la actualidad, es abandonar todo tipo de cortas. Se puede imputar esta tendencia a dos motivos: no son aparentes los resultados de las inversiones en el sector forestal y por tanto los presupuestos son escasos; y la crítica, actual e infundada, sobre este tipo de actuaciones deja paralizados a los responsables de la gestión, pues nadie critica que no se haga nada. Para comprender el error de la pasividad hay que hacer un gran esfuerzo en el estudio y comprensión de la selvicultura.

XVIII.4.- **Selvicultura aplicada.**

La continuación del estudio de la Selvicultura, acabada la exposición de la Selvicultura General, se debe producir en la Selvicultura Aplicada. Se recomienda continuar el estudio a través del texto de referencia SERRADA, MONTERO y REQUE (editores) (2008), de reciente aparición.

Como quedó expuesto en el primer capítulo, la Selvicultura Aplicada puede tener dos enfoques principales: selvicultura específica y selvicultura funcional.

La *selvicultura específica* contiene directrices, por especies y tipologías de masas, basadas en experiencias controladas, que cada vez son más detalladas y desarrolladas. En este aspecto se desarrolla la mayor parte de la investigación dentro del campo selvícola.

La *selvicultura funcional*, la que orienta para manejar masas según la función preferente asignada, está, al igual que la selvicultura general, bastante desarrollada. Entre las recomendaciones de la selvicultura funcional se encuentran: la selvicultura preventiva de incendios, ya tratada en capítulo precedente; la selvicultura de protección hidrológica; la selvicultura de los espacios naturales protegidos, con función principal paisajística y de mantenimiento de la biodiversidad.

Finalmente, hay que hacer mención a la *selvicultura urbana*, término que aunque en principio pueda parecer contradictorio, es aceptable en la medida en que el arbolado urbano, parques, plazas y calles, tiene comportamientos y respuestas a la espesura y su variación semejantes al arbolado forestal.

La comprensión de los capítulos precedentes habilita para continuar el estudio y la investigación de la SELVICULTURA en las líneas apuntadas en el presente epígrafe.

XVIII.5.- Bibliografía.

CABRERA, M (ed.) - 2001. Actas de la III Reunión sobre evolución de Ordenaciones históricas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, número 11 – 2001*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Grupo de Trabajo de Ordenación de Montes. Almazán, 26 a 28 de junio de 2000.

RACEY, G.D.; WHITFIELD, T.S. y SIMS, R.A. - 1989. *Northwestern Ontario Forest Ecosystem Interpretations*. Forestry Canada. Ministry of Natural Resources. Ontario.

SERRADA, R; MADRIGAL, A. y GONZÁLEZ DONCEL, I. - 1997. Some comments about how the close-to-nature silvicultural systems can be implemented in education. *Meeting of Silviculture Professors, IUFRO S6.06-04 Education and Research in Silviculture*. 1997, Czech Republic. Brno.

SERRADA, R.; MONTERO, M. y REQUE, J. (editores) - 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. INIA y FUCOVASA. Madrid.

