

## VI. REGENERACION NATURAL

El método selvícola de aclareos sucesivos, que se aplica hoy en día y desde hace unos cien años en los montes estudiados, está basado en el manejo de la regeneración natural. No es de esperar un cambio de tratamiento a corto plazo en el monte de Valsaín. Sin embargo, para el grupo de Cercedilla y Navacerrada se van a proponer métodos aún más dependientes de la regeneración natural en la nueva ordenación (GARCÍA ABRIL y cols., 1994). Resulta, pues, de gran importancia el análisis de dicha regeneración, con vistas a optimizar la selvicultura de estos pinares, y teniendo en cuenta su influencia en la estructura de las masas.

Son extremadamente escasos los trabajos españoles que tratan el tema, no existiendo prácticamente ninguno específico sobre el pino silvestre. Por esta razón, en este capítulo se estudia su regeneración natural, haciendo especial énfasis en todo lo referente a los pinares de la especie en la Sierra de Guadarrama.

Para ello, es necesario basarse en los escasos conocimientos que existen sobre el tema, sobre todo teniendo en cuenta su enorme importancia para la gestión forestal. Gran parte de la información procede de revisiones decenales de proyectos de ordenación, complementada con bibliografía general y con la experiencia propia en investigación y gestión de masas de pino silvestre.

La escasa investigación sobre el tema hace difícil ofrecer datos concretos, pues la mayoría de la información disponible se refiere a opiniones, impresiones visuales sobre el terreno o resultados de actuaciones (cortas de regeneración por distintos métodos) que los gestores han ido expresando en las revisiones de los proyectos de ordenación a su cargo. Tal información, casi siempre cargada de lógica, y desde luego basada en una realidad selvícola, no suele estar bien cuantificada, lo que dificulta la comparación entre las aportaciones realizadas por diferentes autores. Así mismo, al tratarse de un trabajo de recopilación y síntesis, se hace difícil extraer conclusiones definitivas sobre algunos de los aspectos tratados.

### REGENERACION NATURAL Y ARTIFICIAL

La regeneración natural de una masa forestal es la capacidad de los árboles que la forman para producir semillas y originar de ellas nuevos individuos, logrando su autoperpetuación. Constituye el principal soporte y el problema más importante de la selvicultura, aunque aún no se haya aceptado plenamente como tal.

Por otra parte, aunque la regeneración natural de una masa siempre existe, sólo en muy contadas ocasiones tiene lugar en la forma y condiciones que el hombre generalmente pretende o precisa. La búsqueda de esa óptima perpetuación de las masas ha dado lugar a que la selvicultura haya desarrollado dos grandes líneas de actuación, en función de los métodos de regeneración utilizados.

Se diferencian así una selvicultura «naturalista», basada casi exclusivamente en la regeneración natural de las masas, y otra «artificial», que propugna una fuerte e intensiva intervención humana en el proceso. Entre ambos extremos existe una gradación, con numerosas formas intermedias de tratamiento de las masas. La elección del tratamiento más adecuado para cada caso constituye uno de los problemas fundamentales de la selvicultura (GARCÍA DÍAZ, 1963), lo que ha provocado una pugna, en todas las épocas, entre partidarios de una u otra línea de actuación. Dicha polémica ha sido continua a lo largo de la historia, llegando incluso a marcar distintas etapas según la preponderancia de una de las dos tendencias.

Los primeros tratamientos forestales aplicados en España que tenían en cuenta la regeneración de las masas se remontan al siglo XVI, a través de los conocidos métodos de «cortas por espesillos» y «cortas a la esperilla» (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1948), basados exclusivamente en la regeneración natural. Con el nacimiento de la ciencia forestal en Centroeuropa a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, como reacción a la escasez de productos forestales (MONTERO y cols., 1993), surgen métodos que lógicamente buscaban el máximo rendimiento de los bosques, como son las cortas a hecho (y los consiguientes métodos de ordenación por «división en cabida»), impulsadas principalmente por Cotta, aunque ya habían sido prescritas por Colbert en 1669 (MUÑOZ GOYANES, 1948). A mediados del siglo XIX, el mismo Cotta modifica esa tendencia selvícola, sustituyéndola por otra más naturalista, inspirada en las cortas por aclareos sucesivos (y sus correspondientes métodos de ordenación por «tramos»).

Esta etapa culminaría a finales del pasado siglo y comienzos del presente, con la publicación de las obras de Gayer y Mayr, en 1880 y 1902 respectivamente, en las que se proponía un «retorno a la naturaleza», tratando de imitar con las cortas los procesos naturales de regeneración. Para ello, supuso un decisivo respaldo el desarrollo científico de ciencias como la climatología, la edafología y la fisiología vegetal, que permitieron un mejor conocimiento de los procesos naturales del bosque (MADRIGAL, 1988).

En esta fase (finales del siglo XIX) se incorpora masivamente la selvicultura española, que siguiendo las tendencias de la época, adopta una clarísima posición a favor de los métodos que propugnaban la regeneración natural. Buena prueba de ello son las primeras «Instrucciones de Ordenación» de 1890, que se basaban casi exclusivamente en las cortas por aclareos sucesivos, organizadas mediante el método de «ordenar transformando», siendo éstos los lógicamente elegidos para la práctica totalidad de las numerosas ordenaciones que se realizaron entre finales del siglo pasado y comienzos del XX.

A mediados del presente siglo, aparece una corriente contraria a dejar obrar a la naturaleza por sí sola en la regeneración de las masas. Este cambio fue propiciado, por una parte, por la escasez de recursos forestales que supusieron las contiendas bélicas mundiales y la consiguiente necesidad de incrementar las producciones, ayudando artificialmente a la regeneración; y, por otro lado, haciendo alusión a nuestro país, debido a los fracasos cosechados en la aplicación de los métodos selvícolas usados hasta entonces



*Aspecto de un rodal regenerado por el método de cortas por aclareos sucesivos uniformes, en su fase final. Pinar «Cabeza de Hierro», Rascafría (Madrid)*

(fundamentalmente aclareos sucesivos hasta que, con las Instrucciones de Ordenación de 1930, se permiten las cortas por entresaca). Este último hecho queda patente en numerosas revisiones de ordenación en las que, ya desde primeros de siglo, los distintos autores van abandonando, aunque subrepticamente, el método de cortas por aclareos sucesivos, debido al poco éxito conseguido en la regeneración natural de los tramos. Se sustituiría por otro, de cortas mal llamadas de entresaca, a pesar de que el fracaso de los aclareos sucesivos se debió principalmente a la mala aplicación del mismo (MARTÍNEZ DE PISÓN, 1948).

La II Asamblea Técnica Forestal, celebrada en Madrid en 1962, marca la generalización de la selvicultura intensiva en nuestro país (ALVAREZ DE MON, 1963), mientras que

en Europa esa disminución de la popularidad de la regeneración natural ocurre tras la II Guerra Mundial (LEIKOLA y KOTISAARI, 1989).

Finalmente, en la actualidad, y desde hace casi un decenio, es posible establecer un nuevo cambio a nivel europeo en la orientación general de la silvicultura (LEIKOLA y KOTISAARI, 1989), debido fundamentalmente a una creciente concienciación medioambiental. Ello ha supuesto un replanteamiento de la silvicultura, en un intento, a nuestro juicio erróneo, de identificar los métodos «más naturales» con posturas medioambientalistas, y los más intensivos (respecto a las cortas) con posiciones productivistas. Aunque comienza a intuirse, en España aún no existe una clara tendencia a volver «a lo natural», debido principalmente al retraso que ha tenido la implantación de las ideas medioambientales respecto al resto de Europa.

Por otra parte, hoy en día están empezando a producirse muchas de las condiciones que MADRIGAL (1988) estima como necesarias para una «tercera revisión de la silvicultura», es decir el auge de la ecología y, especialmente, el creciente conocimiento de los ecosistemas forestales a través de dos líneas: el conocimiento detallado de sus ciclos biogeoquímicos, y el estudio de la respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones. Estos avances aportarán, en un futuro, datos objetivos para que la gestión selvícola pueda imitar detalladamente, o al menos simular, las pautas naturales de la regeneración. Por todo ello, es posible afirmar que nos encontramos en las puertas de una nueva «revolución natural» de la silvicultura, aunque es de esperar que se mantenga la valiosa polémica entre las dos posturas.

## FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACION NATURAL

Es posible distinguir dos grandes grupos de factores que afectan o condicionan la regeneración natural del pino silvestre, y que pueden ser fácilmente extensibles a otras muchas especies. En primer lugar, se encuentran aquellos factores que podríamos denominar «naturales» o «intrínsecos» al propio proceso, como son el clima, las condiciones edáficas y topográficas, y la competencia, tanto intra como interespecífica. Por otra parte, los «extrínsecos» al proceso natural de la regeneración, o «antrópicos», debidos a las actividades humanas, tales como el aprovechamiento de los montes (cortas) o el pastoreo.

Aunque se va a analizar cada uno de estos factores por separado, es necesario resaltar la fuerte interrelación existente entre todos ellos, de tal forma que muchas veces la acción de los mismos no tiene sentido si no se consideran conjuntamente.

### Factores naturales o intrínsecos

El clima es el principal factor natural que afecta a la regeneración de las plantas. A través de la temperatura, la radiación solar y la humedad, condiciona y restringe la existencia de las especies en determinadas zonas. Otros factores naturales implicados en la regeneración son el suelo y la topografía.

Las limitaciones climáticas, aunque muy importantes, sólo tienen verdadero carácter excluyente de la regeneración en los casos de masas que ocupen zonas inapropiadas para la especie o especies que las formen, o en aquellos otros en los que particulares condiciones edáficas o topográficas acentúen los posibles rigores climáticos.

Finalmente, la competencia entre individuos o entre especies que comparten el mismo lugar, dentro de la dinámica de sucesión de las comunidades vegetales, puede constituir un freno a la regeneración del pino silvestre.

## *La luz*

Como ya se ha comentado, dentro del dominio forestal español, *Pinus sylvestris* se encuentra, simplificando, en las regiones Centro-Ibérica y en la Septentrional o Pirenaica-Ibérica. En todas ellas, los factores determinantes de la regeneración son la humedad, la luz y el calor. En la región Centro-Ibérica existe una dominancia del primer factor sobre el resto; mientras que en la segunda región predomina el factor luz frente al calor y humedad (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1926).

La luz constituye, pues, uno de los factores clave a la hora de analizar el proceso de la regeneración natural. Su importancia es de tal envergadura que, manifestándose a través del denominado «temperamento», condiciona una dinámica natural absolutamente diferente según se trate de especies de luz o de sombra. Es evidente que el estudio de tal dinámica, dentro de la que la regeneración natural es una parte fundamental, puede aportar valiosos datos para el conocimiento de los procesos implicados en la perpetuación de la especie y, por tanto, de la influencia de las prácticas selvícolas en la regeneración.

El pino silvestre es, según la bibliografía centroeuropea, una conífera de luz, heliófila, de temperamento robusto o intolerante. El modelo de evolución natural de un bosque, compuesto principalmente por especies de luz, tiene su origen en un episodio catastrófico o de grave perturbación, y la inmediata colonización del gran espacio raso creado (MADRIGAL, 1992), definiéndose las siguientes fases (MADRIGAL, 1991b):

- **Fase de colonización**, en la que se instala un pujante diseminado de especies de luz.
- **Fase de desarrollo** de la masa regular instalada, caracterizada por la competencia entre individuos, lo que produce una constante reducción del número de los mismos. Comprende las siguientes y sucesivas **clases naturales de edad**:
  - **Re poblado**, que se mantiene hasta el inicio de la tangencia de copas, estableciéndose una fuerte competencia entre sistemas radicales.
  - **Monte bravo**, en el que se inicia la poda natural de las ramas bajas, sombreadas.
  - **Latizal**, caracterizado por la fuerte competencia, que da lugar a la diferenciación de los individuos en las clases sociológicas de dominantes, codominantes, intermedios y dominados.
  - **Fustal**, en el que únicamente permanece el estrato dominante (dominantes y codominantes), habiéndose atenuado la competencia entre individuos.
- **Fase de destrucción**, en la que sigue manifestándose la competencia entre los grandes árboles, pudiendo hacer desaparecer a varios de ellos, creándose huecos de escasa dimensión.

Si en esta última etapa solamente se producen los huecos pequeños indicados, la regeneración natural de las especies de luz no se consigue, y pueden suceder alguno de los dos siguientes fenómenos naturales (MADRIGAL, 1991b):

- Si existen especies arbóreas de sombra en los alrededores, se inicia su instalación, dando el primer paso para una transformación en masa mixta, y finalmente en masa de especies exclusivamente de sombra, pasando al ciclo evolutivo del bosque de este tipo de especies.
- Si no existen en el entorno especies arbóreas de sombra, los pequeños huecos se van colonizando por arbustos y matorral heliófilo, pasando en sucesivas etapas regresivas al bosque aclarado con matorral, a las etapas de matorrales, etc.

Por otra parte, si en la fase de destrucción, e incluso en el fustal, se produce una fuerte perturbación que da lugar a grandes huecos, el ciclo evolutivo natural de las masas de luz se completa, volviéndose a la fase de colonización inicial (MADRIGAL, 1992).

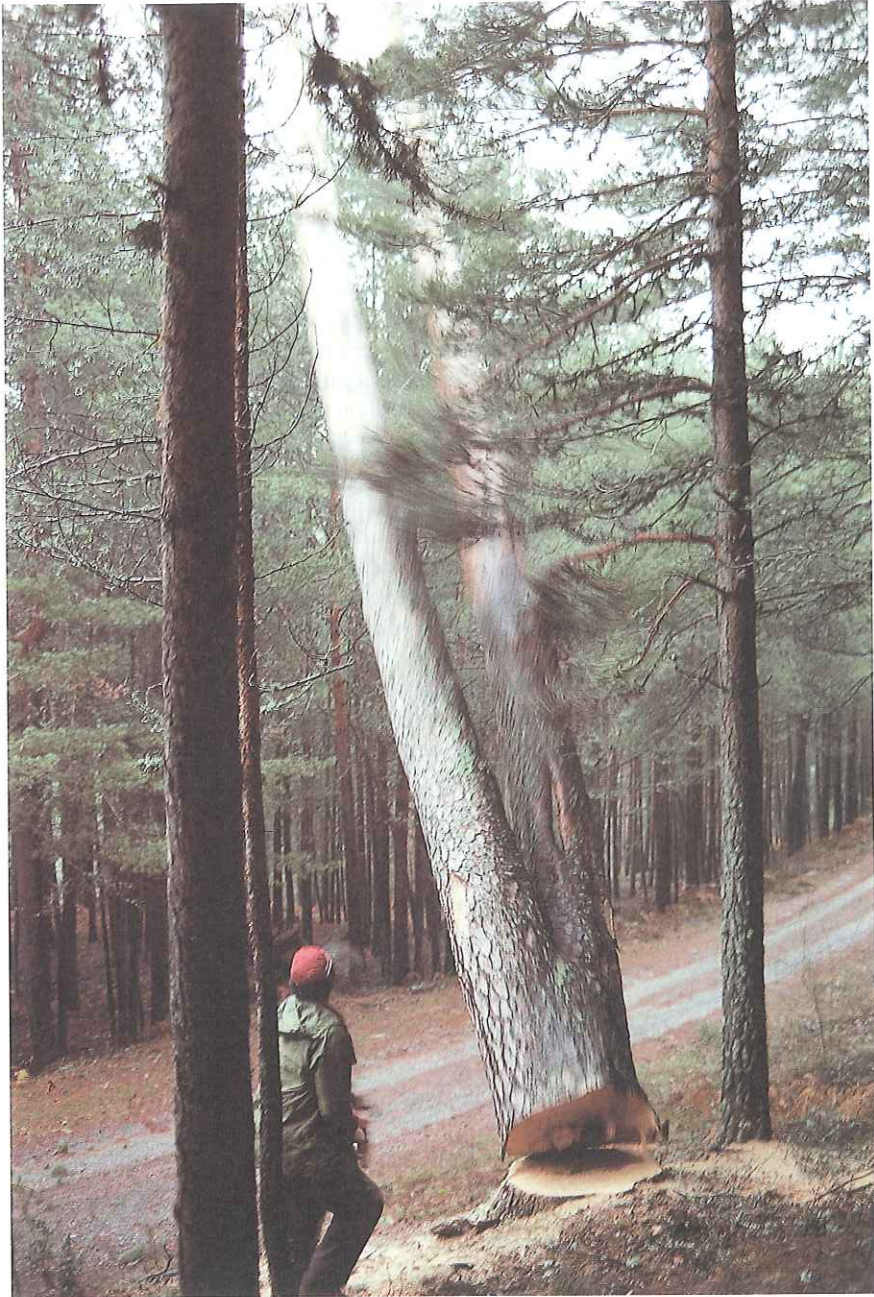
Existe, sin embargo, una importante modificación a este esquema, cuya base fue expuesta por GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1945), al afirmar que las especies de luz y media luz, dada la hostilidad del medio mediterráneo, se conducen en él como si fueran especies delicadas.

En efecto, es importante tener en cuenta las diferencias de radiación solar existentes entre las latitudes del centro-norte de Europa y las españolas. Es muy probable que *Pinus sylvestris* sea capaz de soportar la misma radiación solar tanto en España como en, por ejemplo, Alemania (salvando las lógicas diferencias entre razas o variedades de la especie); el problema radica en que tanto la intensidad solar como el período lumínico son mayores en la Península Ibérica. Y aunque las masas españolas de pino silvestre se encuentran en zonas montañosas, a elevada altitud, la influencia mediterránea sólo se consigue mitigar en una pequeña proporción, teniendo que soportar la especie los rigores de un estío muy escaso en precipitaciones y de elevadas temperaturas.

De esta forma, a pesar de que en los tratados europeos de selvicultura se afirme que las jóvenes plantitas de pino silvestre no soportan la sombra (MATTHEWS, 1989), en España esta especie se comporta como si fuese de media luz, resultando favorecida por una ligera cubierta en sus primeras edades y por las exposiciones de umbría, hechos que han sido ampliamente constatados por varios autores españoles, entre otros VILLACAMPA (1868); LAGUNA y AVILA (1883); GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1926, 1945, 1948); SAINZ MARGARETO (1953, 1963); RUIZ DE LA TORRE (1979); RUBIO (1987); MORILLO (1987); SANTOS (1987). Solamente en los Pirineos, donde se atenúa de forma importante la mediterraneidad, aparece casi siempre en solanas (RUIZ DE LA TORRE, 1979).

En definitiva, se vuelve a demostrar la existencia de unas características diferenciales del medio mediterráneo, y la necesidad de crear una selvicultura específica para nuestras masas, a pesar de estar formadas en muchas ocasiones por las mismas especies que pueblan el centro y norte de Europa.

La selvicultura intenta imitar el esquema de evolución natural mostrado anteriormente, con el fin de acortar los tiempos, aprovechar los productos intermedios que se pierden por la competencia, mejorar los productos finales y asegurar una regeneración «útil» de la masa. Para todo ello, resulta imprescindible el conocimiento de las «necesidades de luz» de cada una de las etapas, con especial interés en las directamente implicadas en la regeneración. Así, ya en 1922, CAMPO y PEÑA indicaban que casi toda la selvicultura se reduce a medir convenientemente la luz que deben recibir las hojas de los árboles y el suelo del monte. La luz constituye, en definitiva, el principal instrumento de que puede valerse la selvicultura para conseguir, tanto los productos en la cantidad y calidad más convenientes, como la adecuada regeneración de las masas forestales (CAMPO y PEÑA, 1922; ROJO SAIZ, 1977; MONTERO y cols., 1993). La selvicultura gradúa la luz mediante la densidad, que es una variable mucho más fácil de manejar y medir.



*Las cortas son el método fundamental de que dispone el forestal para inducir una mayor producción de semillas y modificar el microclima del rodal (para que la materia orgánica se descomponga con mayor velocidad y se creen en el suelo condiciones óptimas o más favorables para la germinación de las semillas y posterior desarrollo de las plantas), que junto con el control de la competencia por agua y nutrientes favorecen la regeneración natural*

A pesar de su importancia, son muy escasos los trabajos que han abordado estos temas (CAMPO y PEÑA, 1922; ROUSSEL, 1972; ROJO SAIZ, 1977). Sin embargo, se conoce algún dato interesante, como por ejemplo que, para *Pinus sylvestris*, una radiación relativa próxima al 100% (la radiación solar existente a cielo descubierto) es la óptima para su crecimiento; mientras que una radiación relativa cercana al 35% da lugar a la máxima proporción de germinación (ROUSSEL, 1972; ROJO SAIZ, 1977). Todo esto fundamenta, como se verá más adelante, el uso de uno u otro método selvícola.

En el primer cuarto del presente siglo se estudió el paso de la luz a través de las cubiertas vegetales, llegando a la conclusión de que la radiación en el interior de una masa de pino silvestre posee la misma naturaleza que la luz del día. Además, se encontró que debajo de ejemplares de *Pinus sylvestris* de 80 a 100 años, con copas grandes, había un 70% de la luz a cielo descubierto; y bajo masas de esta especie, cerradas o poco aclaradas, de 120 años y copas deformadas, se reducía a un 32% (CAMPO y PEÑA, 1922).

Algunos estudios han llegado incluso a clasificar los «agujeros» que se crean en el dosel arbóreo por su correspondiente luminosidad dentro de la masa (SMITH, KNAPP y REINERS, 1989). Sin embargo, ninguno de esos trabajos traduce los valores que presentan en términos de densidad, por la gran dificultad que entraña. De esta forma, el problema, que hoy en día dista mucho de estar resuelto, radica en conocer qué espesuras son necesarias para alcanzar ciertas cifras de radiación dentro de la masa. A pesar de ello, y aunque no esté directamente implicado en el proceso de la regeneración, se han obtenido buenos resultados en el manejo de la densidad (y por tanto, de la luz) a través de programas de claras.

Por otro lado, una de las condiciones fundamentales y necesarias para que pueda tener lugar la regeneración natural de las masas, según GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1926), es la existencia de una abundante producción de semillas. Según este autor, en los montes españoles se cumple ampliamente esta premisa. La influencia de la luz en la formación de las copas, y por tanto en la cosecha de semillas, es un hecho ampliamente aceptado y demostrado. En nuestro país se conoce desde antiguo el carácter vecero del pino silvestre, y se estima, como se ha comentado en capítulos precedentes, que de aproximadamente cada siete años dos suelen ser buenos (con una alternancia entre dos y cinco años, frecuentemente de tres), otros dos intermedios y los tres restantes malos, siendo prácticamente nulos aquellos en los que se pierde totalmente la semilla (VILLACAMPA, 1868; RUIZ DE LA TORRE, 1979). En el caso concreto de la Cordillera Carpetana, se citan cosechas abundantes con una intermitencia trienal muy marcada (LAGUNA y AVILA, 1883).

### *El suelo*

Las características del suelo revisten vital importancia para la germinación y supervivencia de los brinzales. Como indica GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1926), la segunda condición fundamental y necesaria para que se produzca la regeneración de los montes (la primera es una abundante cosecha de semilla, antes comentada), es que el suelo se encuentre en condiciones para recibir las semillas, constituyendo un medio favorable para la germinación y el posterior desarrollo de las plantas. El mismo autor afirma que tal condición falla de un modo general en los montes españoles, recomendando la preparación del suelo (mediante desbroces, arranque del matorral, laboreo del suelo, etc.) como



solución. Al mismo tiempo, considera que con las anteriores operaciones no siempre se consiguen buenos resultados, por tratarse en general de estaciones pobres y secas, por lo cual estima que se precisan sucesivas diseminaciones en años no muy secos para provocar y asegurar la formación del diseminado naciente y del repoblado.

En los pinares de silvestre del Sistema Central, la acumulación excesiva de restos orgánicos sobre la superficie («pinocha»), seguida de una capa de «tierra negra», muy rica en materia orgánica respecto al volumen de tierra mineral, impide que las plántulas nacidas en primavera puedan sobrevivir al verano por las siguientes razones (MONTERO, 1987):

- Dicha capa de tierra es muy mala conductora del calor, tanto por ser muy rica en materia orgánica, como por su elevada porosidad. Además, su calor específico es muy bajo (del orden de 0,2). Todos estos factores determinan que en esos suelos puedan alcanzarse, en los primeros 5-10 cm de profundidad, temperaturas muy elevadas en los días más calurosos del verano, que al producirse en condiciones de escasez de agua, suelen ser letales para los jóvenes brinzales.
- Al ser la porosidad elevada, se favorece la desecación, lo que da lugar a que esta capa de tierra retenga muy poca humedad durante el verano, y por tanto las plantas de raíz poco profunda, como es el caso de las plántulas de una savia de *Pinus sylvestris*, tengan muchas dificultades para sobrevivir al estío.

En definitiva, la excesiva acumulación de acículas de los pinos en el suelo produce efectos negativos en la regeneración natural.

Aunque en un principio pudiera pensarse que la eliminación de dicha capa favorecería la creación de un buen regenerado, no debe hacerse tal labor en grandes superficies, puesto que esa capa produce una serie de beneficiosos efectos, como son retener agua (hasta 2,5 veces su peso), disminuir la evaporación de las capas inferiores del suelo, y amortiguar la oscilación térmica del suelo y el choque de las gotas de lluvia, por lo que disminuyen el apelmazamiento del suelo, la erosión y la escorrentía superficial, aumentando la infiltración. Debido a todo lo anterior, se ha calculado que la eliminación de la capa de pinocha disminuiría en un 50% la producción del bosque (BREÑOSA, 1902), por lo que el efecto sería inverso al deseado.

En el mismo sentido se manifiesta CAPPELLI (1966), al recomendar el paso de un arado en casos de acumulación de sustancias orgánicas no descompuestas, aunque siempre de forma prudencial.

Por otra parte, tres estudios que buscaban las causas limitantes de la regeneración natural en otros tantos cuarteles de un monte de *Pinus sylvestris* de la provincia de Madrid (RUBIO, 1987; MORILLO, 1987; SANTOS, 1987) llegaron a la conclusión de que las zonas óptimas para la regeneración natural son aquellas que poseen suelos profundos y con un espesor de mantillo de 4 a 7 cm. Se observó que si dicha capa superaba los 10 cm, la regeneración dejaba de ser aceptable, precisamente por los efectos antes comentados. De esta manera, podría establecerse ese límite de 10 cm de profundidad como indicador, con independencia de otros factores, de una mejor o peor regeneración.

Sin embargo, el espesor de mantillo está directamente relacionado con la mayor o menor cantidad de radiación solar que llega al suelo, que condiciona una más rápida o lenta mineralización de esos restos vegetales.

Aquí vuelve a ponerse en evidencia la enorme influencia de la luz en la regeneración, y la vital importancia de su manejo en silvicultura. Por una parte, si no se abren huecos suficientemente grandes en la masa, los restos vegetales no se mineralizan a la veloci-

dad adecuada, por lo que se acumulan en el suelo y dificultan la regeneración. En el caso contrario, una puesta en luz excesiva y no gradual, provoca la mineralización inmediata de esos restos, disminuyendo mucho su espesor, lo que favorece una más rápida desecación del suelo (sobre todo en climas mediterráneos, en los que prácticamente coinciden los máximos de sequía y de radiación solar), y un aumento de los riesgos de erosión, con la consiguiente pérdida de fertilidad. Esos dos factores, poca humedad y suelos pobres, impiden el establecimiento de un adecuado regenerado.

La dificultad radica, pues, en encontrar y conducir la masa a ese estado de espesura que, sin inclinarse a ninguno de los dos extremos comentados, favorezca al máximo la regeneración del pinar.

Aunque la experiencia ha demostrado que cuando se abre una pista, un cortafuegos o un arrastradero se produce un inmediato y pujante regenerado (debido a que la puesta en luz ha sido total y repentina, realizándose un efecto similar a la mineralización total de la pinocha al dejar la tierra mineral al descubierto), puede suceder que la protección lateral que producen los árboles de los bordes dé lugar a las condiciones de media luz que precisan los brinzales de pino silvestre para instalarse y desarrollarse.



*Plántulas de pino silvestre nacidas después de una corta de regeneración.  
El lugar ocupado por un pino cortado en la edad del turno será cubierto por numerosos  
brinzales que la selvicultura debe conducir hasta la fase adulta,  
cerrando así el ciclo de la especie*

### ***La topografía***

Respecto a las condiciones topográficas óptimas que favorecen la regeneración natural de *Pinus sylvestris*, ya se ha comentado que son ideales las orientaciones claramente de umbría o con cierta humedad. Así, se identifican las zonas donde abunda el musgo, que aparece únicamente en tales lugares, como especialmente favorables (RUBIO, 1987; MORILLO, 1987; SANTOS, 1987).

Los límites altitudinales más adecuados son extremadamente variables con la orografía, topografía y latitud.

En la Sierra de Guadarrama se ha observado que los lugares con mayor regeneración de pino silvestre son aquellos que poseen una pendiente comprendida entre 10° y 20° (RUBIO, 1987; MORILLO, 1987; SANTOS, 1987).

### ***La humedad***

ROJO SAIZ (1977) estima que la humedad (ligada a la capacidad de retención del suelo), es uno de los factores (junto a la luz) que más influencia tiene en la regeneración.

La verdadera limitación para que el pino silvestre se regenere, al menos en el Sistema Central, está originada por la habitualmente larga sequía estival, que agudiza los problemas edáficos, los creados por la acumulación excesiva de restos orgánicos en el suelo y los de competencia, que se comentarán posteriormente. De tal manera que, para que en un año se produzca un buen regenerado, es necesaria la concurrencia de una buena cosecha de semillas y de un verano no muy seco, con frecuentes tormentas durante los meses de julio, agosto y septiembre. La probabilidad de que se produzcan conjuntamente en un año las dos condiciones, durante el tiempo que normalmente se fija para la regeneración del pino silvestre (veinte años), no es muy elevada, lo que parece indicar que dicho período debería ser variable en función de la climatología y demás condiciones incidentes en la buena instalación y desarrollo de la nueva masa. Este problema se resuelve con la elección de métodos de ordenación en los que el período de regeneración sea flexible, como el método del «tramo móvil en regeneración».

### ***La temperatura***

La temperatura no supone ningún freno a la regeneración natural de las masas españolas de pino silvestre. La muerte de jóvenes brinzales de esta especie por motivos de extremas temperaturas, ya sean máximas o mínimas, va ligada a los problemas de tipo edáfico o de disponibilidad de agua que hemos examinado anteriormente. De todas maneras, no hay que olvidar la posibilidad de heladas prematuras o tardías, características del clima mediterráneo, que pueden causar grandes daños a las plántulas.

### ***La competencia***

En palabras de GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1926), no es posible, sin exponerse a fracasos, prescindir del estudio del matorral al realizar el de la regeneración de los montes ibéri-

cos, pues influye y determina la posibilidad de creación, desarrollo y reproducción de las masas forestales.

La existencia de un matorral o sotobosque dentro de las masas españolas está asociada a la espesura defectiva de las mismas (cualquiera que sea el origen de esa falta de densidad normal).

Su influencia en el vuelo arbóreo depende tanto de las especies que formen el sotobosque (ya sean «fertilizadoras», como las leguminosas, o «agotadoras», tales como cistáceas, labiadas, ericáceas, etc.), como del estado de desarrollo en el que se encuentre la masa forestal. En el período activo de crecimiento, el matorral puede impedir o contrariar el desarrollo y formación de las masas jóvenes; en el estado de fustal, favorece o perjudica su regeneración natural, dependiendo de la mayoritaria composición del sotobosque en especies fertilizadoras o agotadoras (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1926).

Se ha constatado que la presencia de ciertas especies se encuentra relacionada con una buena o mala regeneración del pinar. Así, zonas con muchas retamas (*Sarothamnus scoparius*), genistas (*Genista florida*), zarzas (*Rubus* sp.) o rebollos (*Quercus pyrenai-ca*), son indicadoras de escasa regeneración de *Pinus sylvestris* (RUBIO, 1987; MORILLO, 1987; SANTOS, 1987).

A pesar de que en varios casos la existencia de estas especies constituye la causa de que el pinar regenere escasamente (por ejemplo, las zarzas gustan de las zonas muy húmedas, casi encharcadas, que parece repeler el pino), la mayoría de las veces su presencia constituye en origen un efecto de inadecuadas actividades humanas más que una causa de la mala regeneración, aunque habitualmente se complementen y confundan causa y efecto. De esta forma, la brusca puesta en luz del suelo mediante cortas excesivas favorece la invasión de especies herbáceas y arbustivas, que compiten con el regenerado del pinar. Nuevamente aparece la luz como factor fundamental para, graduando las cortas, impedir la instalación del matorral o del césped, y favorecer la regeneración del pino.

En las zonas con masas claras, generalmente en exposiciones de solana, con suelo pobre, degradado, que no permite mantener una espesura que dé lugar a la tangencia de copas, se produce una especie de «tangencia de sistemas radicales» (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1926; ROJO SAIZ, 1977), que cubren el espacio de forma subterránea, por lo que se establece una fuerte y desigual competencia entre los pocos individuos existentes y los escasos brinzales que sean capaces de germinar en tan poco fértiles terrenos.

Por otra parte, la cubierta herbácea del pinar produce dos efectos, uno de barrera física y otro de auténtica competencia interespecífica: en las zonas empradizadas, el tapiz herbáceo impide que las semillas caídas puedan llegar a ponerse en contacto con la tierra mineral. En ese caso, o no tiene lugar la germinación o, si se produce, la radícula no alcanza la tierra, por lo que se deseca o se hiela y la plántula muere. Por otra parte, si el tapiz no es tan denso, y algunas plántulas logran atravesarlo y llegar a la tierra mineral, es frecuente que durante el verano las jóvenes plantas mueran por sequía, al disputarles el agua las plantas herbáceas y arbustivas presentes, que poseen sistemas radicales más desarrollados (MONTERO, 1987).

En tales superficies empradizadas, la única solución consiste en realizar un laboreo que permita poner en contacto las semillas con el suelo mineral.

### Factores antrópicos o extrínsecos

Partiendo del hecho de que si una masa existe en un determinado lugar autoregenándose, independientemente de su origen natural o artificial, se debe a que las condi-

ciones (especialmente las climáticas) le son favorables o, al menos, no le impiden vivir y desarrollarse allí, es posible afirmar que la mayor limitación para la regeneración natural proviene de ciertas actividades humanas. Dentro de éstas, son dos las que más afectan al proceso de perpetuación: el propio aprovechamiento del arbolado (más concretamente las cortas de regeneración) y la ganadería.

### *Los métodos selvícolas de cortas de regeneración*

Estos métodos tratan de imitar el esquema de la dinámica poblacional presentado anteriormente, produciendo las «fuertes perturbaciones» que las especies heliófilas precisan para autoregenerarse. De tal manera, al final de la fase de desarrollo, y antes de que aparezca la de destrucción, el selvicultor debe actuar abriendo huecos de suficiente extensión para conseguir que se instale el diseminado, con lo que se retorna a la fase de colonización, acortando y cerrando el ciclo, lo que supone una estabilización dinámica del mismo (MADRIGAL, 1992).

Los métodos que producen tales efectos en las masas de *Pinus sylvestris* son las cortas a hecho y las cortas por aclareos sucesivos, en cualquiera de sus modalidades.

La elección de uno u otro método ha respondido, en muchas ocasiones, a circunstancias generalmente ajenas a la problemática de la regeneración. En general, se han identificado las cortas por aclareos sucesivos con los métodos «naturalistas»; y las cortas a hecho con la selvicultura «artificial», debido a que, por un lado, las «perturbaciones» que se crean con este último método son mayores y más aparatosas; y, por otra parte, a que permite realizar con mayor facilidad todo tipo de trabajos de ayuda a la regeneración tras la corta.

Sin embargo, la elección de uno u otro no debe basarse en tal disquisición, sino que debe responder a problemas de adecuación ecológica en cada caso concreto, considerando el estado de la masa sobre la que se pretende actuar y los riesgos de erosión, buscando siempre asegurar la perpetuación del bosque.

Los intereses económicos nunca deben anteponerse a los estrictamente selvícolas, aunque deben considerarse como una parte importante de la selvicultura, y más concretamente de la ordenación.

Por último, las limitaciones de tipo paisajístico han de ser cuidadosamente valoradas, aunque únicamente deberían ser restrictivas en casos muy especiales.

No es posible generalizar afirmando que un método sea más adecuado que el otro para la regeneración de las masas de pino silvestre españolas, pues existen numerosos ejemplos de éxitos conseguidos con cada uno de ellos. Sin embargo, sí es posible realizar una serie de puntualizaciones a ambos.

Si no se realizan labores artificiales de ayuda a la regeneración, las cortas a hecho sólo producen un abundante diseminado natural si se realizan en superficies no muy extensas (cortas a hecho por fajas o por pequeños bosquetes), lo que precisamente supone un acercamiento al tipo de corta que se pretende con los aclareos sucesivos.

La corta a hecho de grandes superficies en masas de *Pinus sylvestris* no había sido experimentada en España hasta hace unos treinta años. A partir de 1960-65 se utilizó este tipo de cortas en masas de silvestre de Soria, en los montes «Pinar Grande», «Covaleda», «Santa Inés», etc.; y de Teruel («Grupo ordenado de Bronchales», etc.). Además, es el tratamiento más ampliamente utilizado hoy en día en los montes de pino silvestre de la provincia de Soria (para abaratar costes y facilitar el movimiento de la ma-

quinaria), junto con movimiento del terreno y siembra (HERNÁNDEZ y MONTERO, 1993). También se utilizan cortas a hecho, aunque en dos tiempos, en el segoviano «Pinar de Navafría».



*Regeneración obtenida por el método de cortas a hecho con reserva de árboles madre.  
Pinar de Navafría (Segovia)*

Las cortas a hecho requieren una intensa preparación del suelo para conseguir una regeneración satisfactoria. Los objetivos económicos de la silvicultura se logran mejor que con ningún otro procedimiento, pero desde el punto de vista de la consecución de sus objetivos ecológicos, el método tiene serios inconvenientes, bien descritos en la bibliografía europea (TROUP, 1952; MATTHEWS, 1989; SUSMEL, 1980; y otros). En España, sin embargo, no existe suficiente información para confirmar o apuntar esa pérdida de fertilidad o empobrecimiento del suelo, que debería haberse puesto de manifiesto a través de una disminución del crecimiento y de la producción de los montes tratados con ese tipo de cortas, lo que no ha ocurrido hasta el momento (MONTERO y cols., 1993).

En definitiva, la regeneración «estrictamente» natural no se consigue en óptimas condiciones con las cortas a hecho. La razón principal que parece explicar este hecho es la necesidad, ya comentada anteriormente, de una ligera cubierta para la instalación y desarrollo de las plántulas de pino silvestre en los primeros años de su vida, al menos en las exposiciones sur, sur-este y sur-oeste, que es donde peor se regenera *Pinus sylvestris* en España.

Con los aclareos sucesivos, la masa adulta proporciona la protección que en un principio precisa la joven recién instalada, permitiendo la posterior puesta en luz de la misma cuando ésta alcanza la anteriormente denominada fase de desarrollo, con lo que se consigue anular casi al completo la competencia entre las masas madre e hija.

El punto clave del método consiste en el entronque gradual, no traumático, entre las fases de destrucción y la de colonización, produciendo las «perturbaciones» que la correcta regeneración de la masa precisa. Tales circunstancias han dado lugar a que la mayoría de los escasos estudios españoles que han abordado el tema se inclinaran por el método de aclareos sucesivos, como el más adecuado para conseguir la correcta regeneración natural de las masas de pino silvestre (LAGUNA Y AVILA, 1883; GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1945; MARTÍNEZ DE PISÓN, 1948; SAINZ MARGARETO, 1953, 1963). En el mismo sentido, ya en 1847 PASCUAL había establecido este método como el único admitido para realizar cortas en los montes de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las especies de luz poseen un lento crecimiento del sistema radical en el momento de la germinación, lo que precisamente condiciona que raramente aparezcan bajo cubierta, donde no pueden sobrevivir a la competencia en la primera etapa de su vida. Por esa razón, ROJO SAIZ (1977) propone para *Pinus sylvestris* la corta por fajas o bosquetes, al estimar que este sistema proporciona valores de radiación relativa adecuados para la germinación de la especie (35%) y evita a la vez la competencia de sistemas radicales. Este autor considera, además, que los bosquetes deben tener como mínimo un diámetro dos veces la altura media de la masa circundante, mientras que las fajas óptimas, en cualquier dirección, deben ser de una anchura similar a la altura de la masa.

Existen también varias experiencias de este tipo de cortas en nuestro país, como las realizadas en el monte Santa Inés (Soria), donde se utilizaron cortas a hecho por fajas confiando en la regeneración natural, pero al no poder conseguirse ésta de forma abundante y satisfactoria para lograr los objetivos selvícolas, hubo que recurrir al laboreo del suelo, destocoado y siembra artificial (MENÉNDEZ DE LA VEGA, 1966).

Igualmente, en el monte «Pinar de Valsaín» se comenzó una experiencia de cortas a hecho por bosquetes de 0,25 a 0,5 Ha, con el objetivo de lograr una regeneración más homogénea que la conseguida con el sistema de cortas graduales, y para intentar abaratar los costos de explotación al concentrar los aprovechamientos en pequeñas superficies. Los resultados han sido poco satisfactorios (DONES y cols., 1994), por lo cual el citado procedimiento no se ha puesto en práctica a escala real.

### *Errores y dificultades en la aplicación del método de cortas por aclareos sucesivos*

La correcta aplicación del método de aclareos sucesivos implica el seguimiento de una serie de premisas, que no siempre han sido respetadas. Por esta razón, muchas de las ordenaciones de montes de pino silvestre, realizadas en nuestro país a finales del siglo pasado y comienzos del presente, en las que se adoptó dicho método, fracasaron en su in-

tento de regenerar los primeros tramos (tramos en destino). Se abandonaron entonces los aclareos sucesivos, al considerarlos no aptos para la especie, sustituyéndolos en la mayoría de los casos por otro tipo de cortas, mal llamadas de entresaca. Estas se reducían a la extracción de una serie de pies con la única intención de, en palabras de MARTÍNEZ DE PISÓN (1948), «no dejar a los montes sin ese aprovechamiento, haciendo que las cortas, diseminadas lo más hábilmente posible, dieran la sensación de que no contribuían a mermar las existencias». Sin embargo, siguiendo al anterior autor, el fracaso de tales ordenaciones no se debió «al fallo del método en sí, sino a su aplicación defectuosa, y muchas veces a su absoluta inaplicación», citando en su trabajo varias causas que dieron lugar a ese aparente fracaso de la regeneración mediante los aclareos sucesivos.

Uno de los hechos que, según MARTÍNEZ DE PISÓN (1948), más contribuyó al descrédito de los aclareos sucesivos fue la defectuosa ejecución de las cortas de regeneración. La causa no fue otra que «el miedo a cortar que se tuvo en los comienzos de las ordenaciones», puesto que se desconocía la espesura en la que sería necesario dejar un rodal para que se produjera su regeneración. De esta manera, se cortaba menos de lo necesario por temor a no regenerar los tramos, con lo que, lógicamente, la repoblación no se conseguía por el exceso de espesura. El ejemplo más relevante de este caso, citado por el mismo MARTÍNEZ DE PISÓN (1948), lo constituyen los montes de pino silvestre de Segovia, en los que «se llegó a dudar si no se repoblaban porque no se cortaba, o no se cortaba porque no se repoblaban».

Ese desconocimiento de la espesura hacia la que hay que conducir la masa para que se regenere, se ha mantenido hasta nuestros días. Aunque en todos los manuales de silvicultura se dan cifras orientativas, se desconoce a ciencia cierta la espesura que se habría de obtener con cada una de las sucesivas fases de aclareo que propugna el método, lo que constituye una de las mayores dificultades del mismo. Este hecho se ve agravado por la imposibilidad de generalizar una cifra para todas las diferentes condiciones macro y microecológicas que se pueden encontrar, no sólo en las diferentes masas de *Pinus sylvestris*, sino incluso dentro de un mismo monte.

Existen, sin embargo, algunos datos orientativos interesantes. El propio MARTÍNEZ DE PISÓN (1948) comenta, refiriéndose al pinar de Navafría (Segovia), poblado por *Pinus sylvestris*, que éste monte sólo se repuebla cuando el área basimétrica se rebaja hasta 12 ó 15 m<sup>2</sup>/Ha. Tomando como referencia las tablas de producción para la especie en el Sistema Central (GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984), y considerando una calidad intermedia (II) a una edad de 100-120 años (la correspondiente al turno), se obtiene que una teórica masa regular estaría formada por pies de 42 cm de diámetro normal (promediando los regímenes de claras fuerte y moderado), correspondiéndoles un área basimétrica de 0,1385 m<sup>2</sup>. Si tomamos un área basimétrica crítica para la regeneración del pino silvestre de 13,5 m<sup>2</sup>/Ha (como media de 12 y 15, siempre para Navafría), se obtiene, por simple división, que esa espesura se alcanzaría al reducir la masa a unos 100 pies/Ha de las anteriores características. Dicho valor corresponde a espaciamientos de 10 m para una distribución a marco real (pies en el centro de un cuadrado), y de 10,75 m al tresbolillo (pies en el centro de un hexágono regular). Este rápido y grosero cálculo puede dar idea del orden de magnitud de espesura requerido.

Otro motivo que dificulta la aplicación de los aclareos sucesivos es la imposibilidad de realizar sistemáticamente y con generalidad las distintas fases de cortas del método en todas las partes de cualquier monte, debido a dos causas. En primer lugar, al ser las fases del método sucesivas, no pueden llevarse a cabo si la masa no ha presentado una buena respuesta (regeneración) a la anterior. Por otra parte, en la práctica totalidad de



los cantones existen zonas en las que se está logrando, o se ha logrado ya, su total regeneración, mientras que en otras ni siquiera se ha iniciado, lo que supone realizar cortas de diferente índole en cada una de ellas; las últimas presentan el aspecto de una masa en la que se han hecho cortas preparatorias, mientras que las zonas que se regeneran bien se asemejan a una masa en la que ya se han realizado cortas aclaratorias o incluso finales (MONTERO, 1987).

En zonas con características ecológicas especiales, o en rodales con un exceso de árboles envejecidos, es necesario prestar una atención especial a la eliminación de árboles atacados por hongos. En el caso de *Pinus sylvestris*, son fundamentalmente *Fomes pini* y *Cronartium flaccidum* los que mayores daños producen. Estas dos enfermedades son relativamente abundantes en los pinares españoles de silvestre, y muy importantes en la Sierra de Guadarrama. Su único tratamiento consiste en eliminar los árboles atacados. Por tal motivo, el señalamiento de los cantones más afectados se convierte en una verdadera corta de saneamiento de la masa, lo que supone una limitación al método de aclareos sucesivos, pues existe obligación de cortar los pies enfermos sea cual sea el sitio donde se encuentren, abriendo en ocasiones claros excesivos, e impidiendo el apeo de aquellos otros que sería necesario extraer para la adecuada marcha del método.

ABREU (1959) comenta que el escaso éxito de los aclareos sucesivos en varios montes de Soria, poblados de pino silvestre, se debió a dos motivos: por una parte, las entidades propietarias (generalmente los ayuntamientos) se negaban a cortar pies con diámetro menor de 30 cm, al creer que podrían prosperar si se liberaban de los de mayor grosor. Por otro lado, la fuerte burocratización de la administración forestal impedía atender correctamente la ejecución de los señalamientos.

Además, en los montes de pino silvestre se crean con relativa frecuencia grandes claros producidos por el viento, cuyo obligado aprovechamiento da lugar a que se modifiquen profundamente las previsiones anuales, retrasándose las cortas de algunos cantones y alterándose el orden cronológico de entrada en corta de otros.

Otra de las dificultades de los aclareos sucesivos radica en que tampoco se conocen con precisión los lapsos de tiempo en los que es necesario separar cada una de las cortas que propugna el método, existiendo mucha bibliografía sobre el tema, pero ninguna conclusión definitiva.

Todo lo hasta ahora comentado en este apartado para el método de aclareos sucesivos se refiere a masas con una densidad inicial mínima que permita la correcta aplicación del método. Precisamente, otro de los importantes errores cometidos en su utilización fue la aplicación a masas que no alcanzaban esa mínima densidad inicial (masas situadas en zonas más secas o de exposiciones cacuminales), por lo que éstas no podían responder a las cortas aclaratorias.

Dichas masas ya se encuentran aclaradas (sean cual sean las causas que las han originado), y por tanto poseen una espesura teóricamente adecuada para la regeneración de una especie de luz, pero que no se ha conseguido. Resulta, por tanto, ilógico suponer que en tales superficies, con un suelo pobre y degradado, muchas veces encespedado o cubierto de matorral heliófilo, pueda producirse un regenerado por el hecho de cortar varios de los escasos árboles que aún quedan en pie.

En estos casos no son aplicables los aclareos sucesivos, y es preciso recurrir a la repoblación artificial si se pretende conseguir una masa que, tanto por su densidad como por la fertilidad del suelo, sea capaz de responder en el futuro a cortas de regeneración. Varias de las primeras ordenaciones de pino silvestre españolas destinaron al primer período aquellos tramos que poseían las menores existencias del monte, por ser en ellos



*Si se trata de una masa con una densidad adecuada, las cortas por aclareos sucesivos permiten la instalación paulatina del regenerado.  
Rodal de pino silvestre en fase de cortas aclaratorias. Pinar de Valsain*

donde hacía falta con mayor urgencia la intervención selvícola, dando lugar al fracaso comentado de los aclareos sucesivos. Como tampoco había medios económicos para emprender tareas de repoblación, esos tramos primeros no lograron ser regenerados, con el consiguiente y equivocado desprestigio del método (MARTÍNEZ DE PISÓN, 1948).

### ***El pastoreo***

El pastoreo que existe en la práctica totalidad de los montes españoles de *Pinus sylvestris* supone un obstáculo a su regeneración natural. En la mayoría de los casos no está calculada la carga ganadera que pueden soportar los montes, y ni siquiera se encuentran acotados los tramos en regeneración. La práctica habitual en estas zonas, y concretamente en el Guadarrama, consiste en dejar al ganado (normalmente vacuno y caballar) pastar libremente en el monte desde la primavera hasta el otoño, por lo que no existe ningún control sobre el mismo en esa época, la más crucial para que el regenerado nazca y se establezca.

La presión que producen estos animales se ejerce tanto sobre las plántulas nacientes (generalmente debido al pisoteo o al pastoreo indirecto, arrancándolos cuando se alimentan de especies gramíneas) como sobre pies de tamaño considerable, a los cuales privan de brotes y yemas en todas las ramas a su alcance (casi independientemente de su diámetro), a veces de forma casi continuada, con el evidente deterioro en su crecimiento, vigor y porte.



*Daños producidos por el pastoreo excesivo en jóvenes plantas de pino silvestre.  
Monte «Cabeza de Hierro», Rascafría (Madrid)*

Además, la mayor incidencia tiene lugar en los años más secos, ya que en ellos se produce menor cantidad de pasto y se agosta antes, aumentando la presión sobre los jóvenes pinos, con lo que se agudizan todos los problemas propios de la regeneración en dichos años.

Por encima de los 1.800 m de altitud las masas de pino silvestre presentan muy baja densidad de arbolado, lo que favorece el pastoreo del ganado y la producción de pasto, que sirve como estivadero al ganado. En ocasiones, estas zonas se han planificado considerando la producción de pasto como prioritario. En ellas, a la dificultad propia del pino silvestre para autoregenerarse se une el pastoreo, que aunque no suele ser muy intenso ni muy prolongado (suele reducirse a los meses de verano) contribuye a empeorar la regeneración de la masa arbórea.

Las zonas de menor altitud, comprendidas entre 1.800 y 1.400 m aproximadamente, producen unos pastos de tipo nemoral que el ganado suele aprovechar en primavera y verano sin mucha intensidad, salvo en los lugares que sirven de descansaderos, bebederos, etc. En esos enclaves el daño al regenerado es muy acusado.

En las zonas bajas, por debajo de los 1.400 m, los pastizales son más abundantes, sobre todo en las zonas rasas o muy aclaradas. Estos lugares soportan una intensa carga ganadera, que hace muy difícil conseguir la regeneración sin recurrir al acotamiento de las áreas de regeneración. El porte achaparrado de los jóvenes brinzales y sus guías cortadas por el diente del ganado ponen de manifiesto los efectos de este importante impedimento para la regeneración natural.

La solución teórica de este problema es sencilla, pero generalmente complicada de llevar a efecto en la práctica. El cálculo de la carga ganadera óptima, los acotamientos físicos (los únicos viables) de los tramos en regeneración y, a veces, el establecimiento o mejora de zonas de pastizales fuera de los montes, son suficientes para anular el efecto pernicioso de la ganadería. Sin embargo, las servidumbres de pastoreo que gravan muchos montes, la vital importancia social del mismo en otras zonas, así como problemas de falta de recursos económicos, impiden tomar estas medidas en muchas ocasiones, aun a pesar de su legalidad.

## LA INVESTIGACION SOBRE REGENERACION NATURAL EN ESPAÑA

A pesar de que multitud de trabajos sobre aspectos selvícolas hacen una referencia a la regeneración, y consideran su estudio como fundamental para la correcta gestión forestal, los estudios realizados en nuestro país sobre regeneración natural son muy escasos. La causa fundamental hay que buscarla en la complejidad del proceso y en las consecuentes dificultades para establecer cualquier tipo de ensayo que pueda considerarse representativo.

Son varias las dificultades que según LEIKOLA y KOTISAARI (1989) se presentan al investigar la regeneración. En primer lugar, comentan como estos estudios corren el riesgo de pasar de moda rápidamente, debido al continuo avance tecnológico de los métodos de laboreo del suelo y de explotación forestal. Consideran que el largo lapso de tiempo necesario, los problemas de la regeneración anticipada o retrasada, y la necesidad de estudiar simultáneamente dos estructuras diferentes con distintas ecologías (masa madre y masa hija), complican el análisis del proceso regenerativo. Finalmente, estiman que la experimentación de la influencia de los distintos métodos de preparación del suelo y diferentes densidades en la regeneración natural, requiere de una superficie de varios cientos de hectáreas, que se duplica o cuadruplica por las repeticiones anuales. Además, en regiones montañosas, donde la regeneración natural es el principal método usado, esos requerimientos de superficie son imposibles de satisfacer.

Por otra parte, en nuestro país, el cambio de los objetivos de la investigación y la prioridad con que deben obtenerse los mismos, impuestos por las instituciones rectoras de la investigación selvícola, han favorecido que no se haya concluido ningún estudio de regeneración, dadas la complejidad y larga duración de este proceso natural, y a pesar de haberse iniciado investigaciones sobre el tema al menos tres veces en los últimos veinte años.

Las publicaciones españolas específicas sobre regeneración se limitan prácticamente a dos obras de GONZÁLEZ VÁZQUEZ (1926, 1958), que puede por ello considerarse como

uno de los autores españoles que más se han preocupado por el tema. En la primera, presenta un estudio acerca del medio forestal español y sus condicionantes en la regeneración de los montes de luz de la Península Ibérica. En la segunda, establece cuatro variables que permiten comprobar la marcha y los resultados de cualquier regeneración forestal, aplicándolos a repoblados de las especies *Pinus pinaster*, *Quercus suber* y *Eucalyptus globulus*.

En 1922, CAMPO y PEÑA estudian la cantidad de luz absorbida bajo masas y ejemplares de diferentes especies (entre otras, el pino silvestre), limitándose a medir tal radiación, pero obteniendo valiosos datos para el estudio de la regeneración.

MARTÍNEZ DE PISÓN (1948) analiza los motivos por los cuales no se ha producido la correcta regeneración de muchos montes españoles, atendiendo tanto a los métodos de ordenación como a los de cortas.

Merece especial interés el trabajo de ROJO SAIZ (1977), que intenta relacionar la radiación solar con los procesos de regeneración y crecimiento de las masas forestales, incluyendo varias referencias al pino silvestre.

Posteriormente, se han realizado diversos trabajos y proyectos de licenciatura que han abordado el tema, pero que no se han publicado. Varios de ellos (RUBIO, 1987; MORILLO, 1987; SANTOS, 1987) estudian las causas que limitan la regeneración natural de *Pinus sylvestris* en diferentes cuarteles de un monte de la provincia de Madrid.

La regeneración natural del monte alcornocal ha sido estudiada por MONTERO y TORRES (1992), que realizan una síntesis de la bibliografía existente sobre ese respecto.

Finalmente, cabe reseñar el estudio de HERNÁNDEZ y MONTERO (1993) acerca de la evolución de los métodos de cortas y de regeneración aplicados en los montes de *Pinus sylvestris* de Soria.

La evidente conclusión que es posible deducir de este capítulo es el desconocimiento existente y la imperiosa necesidad de fomentar los estudios sobre la regeneración natural de nuestras especies forestales.

Probablemente, la investigación ecofisiológica, en combinación con modelos dinámicos, sea una de las mejores maneras de intentar desarrollar métodos óptimos de regeneración natural o de analizar los métodos selvícolas tradicionales (LEIKOLA y KOTISAARI, 1989). Parece también fundamental el análisis de la influencia de la luz en la dinámica poblacional de las especies, y el estudio de su relación con variables selvícolas más manejables.

Por último, como indican HERNÁNDEZ y MONTERO (1993), para valorar el beneficio económico derivado del incremento de crecimiento provocado por los distintos tratamientos selvícolas, habría que realizar un detallado análisis de inversiones y beneficios. Sería interesante, a nivel experimental, aplicar el tratamiento de aclareos sucesivos (como el más adecuado para la regeneración natural de *Pinus sylvestris*) en zonas de distintas calidades, analizando su viabilidad e interés económico.