

## CAPÍTULO.-

### SELVICULTURA DE *PINUS PINASTER* SUBESP. *MESOGEEENSIS*

---

**Roque Julio Rodríguez Soalleiro.**

*Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. C/ Bernardino Pardo Ouro, s/n. 27002 LUGO. roquers@lugo.usc.es*

**Rafael Serrada Hierro**

*Departamento de Silvopascicultura. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad universitaria s/n. 28040 MADRID. serrada@forestales.upm.es.*

**José A. Lucas Santolaya**

*Servicio Territorial de Medio Ambiente. Junta Castilla y León. Plaza Mariano Granados 1. 42071 Soria. lucsanjo@jcyll.es*

**Reyes Alejano Monje**

*Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica Superior. Campus de La Rábida. 21819 Palos de la Frontera. HUELVA. [ralejano@uhu.es](mailto:ralejano@uhu.es)*

**Miren del Río Gaztelurrutia**

*Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Carretera de La Coruña Km7. E-28040 MADRID. [delrio@inia.es](mailto:delrio@inia.es)*

**Enrique Torres Álvarez**

*Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica Superior. Campus de La Rábida. 21819 Palos de la Frontera. HUELVA. [etorres@uhu.es](mailto:etorres@uhu.es)*

**Alejandro Cantero Amiano**

*I.K.T., S.A. – Granja Modelo s/n. E-01192 Arkaute (Álava). [acantero@ikt.es](mailto:acantero@ikt.es)*

---

## 0. INTRODUCCIÓN

### I. TIPOLOGÍA

- I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES
- I.2. EL APROVECHAMIENTO RESINERO Y MADERERO
- I.3. TIPOLOGÍA SELVICOLA DE LOS PINARES

### II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

- II.1. REGENERACIÓN NATURAL
- II.2. REGENERACIÓN ARTIFICIAL
- II.3. TRATAMIENTOS GENERALES

### III. CUIDADOS CULTURALES

- III.1. DESBROCES Y CONTROL DE COMBUSTIBLE FORESTAL
- III.2. CLAREOS
- III.3. CLARAS
- III.4. PODAS

### IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

- IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN
- IV.2. CRECIMIENTO
- IV.3. TURNO
- IV.4. EXISTENCIAS, PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO

### V. GESTIÓN DE LOS PINARES

### VI. BIBLIOGRAFÍA

## 0. INTRODUCCIÓN

*Pinus pinaster* Ait. es la segunda especie arbórea en extensión superficial en España, donde ocupa en masas monoespecíficas una superficie próxima a 1.060.000 ha, aunque está presente en mezcla con otras especies en 620.000 ha adicionales (DGCONA, 2000). Esa cifra total está constituida tanto por pinares naturales como por repoblaciones, ya que se trata de la especie con la que se ha reforestado una mayor superficie en España, desde 1940 hasta 1983 se estima la repoblación de unas 800.000 ha (Solís, 2003), parte de las cuales sin embargo se han perdido por incendios. Se puede decir que es la única especie forestal presente, en mayor o menor medida, en todas las provincias españolas, exceptuando las islas.

El centro de diseminación de *Pinus pinaster* parece situarse en la Serranía de Cuenca (Gil, 1991), desde donde se expandió siguiendo las líneas montañosas. Su expansión, lo mismo que su extinción reciente en diversas áreas, parece estar muy unida a la actividad humana y, en concreto, a la frecuencia de incendios (Alcalde *et al.*, 2004). Se considera que esta especie tienen un importante papel serial en la vegetación española, como fase previa a la instalación de frondosas, si bien en determinadas circunstancias puede tener un carácter climácico, sobre todo en zonas con limitaciones de sustrato, como las dolomías o areniscas del sur peninsular, o las arenas de gran potencia de la Meseta castellana.

Desde una perspectiva selvícola es útil considerar dos subespecies, reconocibles por su localización y morfología: la subespecie *atlantica* (pino marítimo) y la subespecie *mesogeensis* (pino resinero, negral o rodeno). Esta segunda variedad dobla en superficie a la primera y concentra las innumerables localidades espontáneas de la especie, por lo que presenta una gran variedad en cuanto a caracteres de porte y respuesta a la silvicultura.

## I. TIPOLOGÍA

### I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES

La especie está representada en España por numerosas procedencias muy variables entre si en cuanto a crecimientos y comportamiento en plantación (Alía *et al.*, 1991; Alía *et al.*, 1997). Algunos caracteres de porte o ramosidad pueden variar incluso entre regiones de procedencia relativamente próximas, por lo que la silvicultura aplicada llega a especificarse a esa escala de trabajo (DGCONA, 1996; JCYL, 2003). Los pinares de Meseta Castellana tienen muy pobres condiciones de forma y crecimiento, y se corresponden en general con pinares cuyo aprovechamiento principal ha sido el resinero. Algunas procedencias de montaña castellano-leonesas tienen buenas condiciones de forma, así como crecimientos y supervivencia altos en repoblaciones en condiciones climáticas duras; se corresponden estas zonas (Montaña soriano-burgalesa, Sierra de Gredos), con pinos de tronco recto y copa reducida, de aprovechamiento principal maderero. Otras sin embargo presentan peores fenotipos y crecimientos (La Bureba, Sierra de Guadarrama), e incluso una adaptación extrema a incendios reiterados (Sierra del Teleno).

Las procedencias del Sistema Ibérico muestran una gran variabilidad genética y adaptabilidad en masas artificiales en las condiciones más duras de sequía y altitud elevada. En ellos se compaginó la producción resinera y maderera con un importante carácter protector en las regiones de topografía más abrupta. La morfología varía desde pies tortuosos en mezcla con encina (Sistema Ibérico central) hasta rodales con excelente poda natural y rectitud de fuste en la Serranía de Cuenca. Los pinares de las sierras de Alcaraz, Cazorla y Segura, destacan por la calidad de sus fustes, con crecimiento relativamente más lento que en las cordilleras ibéricas (DGCONA, 1996).

Las procedencias circunmediterráneas, que ocupan de forma muy fragmentada las provincias costeras desde Cádiz hasta Gerona, presentan también una considerable variación en cuanto a serotinia o rectitud de fuste, siendo en general resistentes a la sequía y de crecimiento muy lento, por lo que la silvicultura se ha orientado a la conservación de las representaciones naturales o a su difusión por repoblación.

La heterogeneidad entre las masas existentes se ha visto incrementada por la ejecución de repoblaciones sin control en el material de origen.

## I.2. EL APROVECHAMIENTO RESINERO Y MADERERO

El aprovechamiento de mieras se inicia hacia 1845, si bien no es hasta 1892 cuando se le da la importancia que el producto requería y se condiciona el tratamiento de los pinares a ese producto, normalmente aplicando las experiencias derivadas de las Landas francesas (Cid, 1945). *Pinus pinaster* es la especie española del género que se adapta mejor al aprovechamiento resinero, aunque también se han resinado *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y esporádicamente *Pinus nigra*. Los pinares de mayor producción resinera han sido los de los arenales de la Meseta norte, en las provincias de Segovia, Avila o Valladolid, si bien el aprovechamiento resinero afectó también a los montes de serranía de la subespecie *mesogeensis*, particularmente en Soria, Cuenca, León, Guadalajara o Albacete, aunque con producciones más reducidas.

En España, la máxima producción de resina se produce en 1961, con unas 40.000 t/año que corresponden a 270000 ha resinadas (Serrada, 2004) y a partir de ese momento la competencia internacional, el aumento de los costes de recogida y la escasez de mano de obra hacen descender el volumen producido (Cantero, 2003).

El sistema de resinación que más se ha empleado es el Hugues, o de caras de resinación cóncavas extrayendo una parte de madera, que requiere mano de obra especializada y presenta bajos rendimientos, siendo el trabajo muy duro. El sistema de pica de corteza con estimulación química, en el que no se afecta a la albura, quedando caras de resinación convexas, sustituyó en parte al anterior. Mediante una pasta que contiene ácido sulfúrico se refuerza la estimulación del flujo de resina, lo que permite una menor frecuencia de picas y por tanto aminora el trabajo del resinero a igual tamaño de mata. La capacidad social de la explotación resinera era muy grande tanto por la mano de obra local que absorbe su producción como por la red industrial de primera transformación que se instala en localidades cercanas a los lugares de producción.

Existía una gran variación en las producciones unitarias, desde montes con menos de 1 Kg/pie/año, que no se resinaron, hasta niveles medios de de 6 Kg/pie/año. En los mejores

montes, producciones individuales de 10 Kg/pie/año eran frecuentes, siendo las máximas registradas en pies excepcionales de 30 Kg/pie/año.

Como nuevas técnicas de resinación pueden citarse la de pica descendente o estimulación continua, con variantes como la de resinar solo en campaña reducida (de junio a septiembre se obtiene el 70% de la producción total), o aumentar el ancho de cara hasta dejar 3 caras por pie, aumentando el periodo de resinación a 8 años (Pérez y Ortuño, 1996), o bien el sistema eurogem, que consiste en practicar entalladuras circulares con una fresa especial accionada por herramienta eléctrica con batería, con aplicación de estimulante químico. Ambas requieren un trabajo físico menor y dan lugar a mayor calidad del producto y mayor rendimiento por pie, lo que unido a campañas de animación, ha producido incrementos de las producciones desde el mínimo alcanzado en 1991 (DGCONA, 2000). Esas técnicas absorben 2,5 jornales por ha y año. Siempre se ha considerado la importancia de la presencia de los resineros en el monte precisamente en las épocas de mayor riesgo de incendios forestales. Todo ello hace que no se descarte un posible repunte en la resinación, siendo frecuentes los trabajos recientes relacionados con selección de pies grandes productores y su distribución espacial (Tadesse *et al.*, 2001; Nanos *et al.*, 2001).

El aprovechamiento maderero ha sido una práctica tradicional en muchas regiones españolas. Puede considerarse que previamente al establecimiento de una Administración Forestal no se aplicaba una verdadera silvicultura, si bien eran importantes los usos de la madera en construcción rural, apeas de mina, carpintería de ribera, cajerío o combustión en hornos para obtención de pez (de cuya producción en Hispania ya habla Plinio, y se ha mantenido en algunas comarcas hasta mediados del siglo XX), los de la corteza como curtiente, piña como combustible o el consumo de piñones por el ganado, que animaron muchas repoblaciones realizadas por los propietarios particulares, fundamentalmente por siembra (Ceballos y Ruíz de la Torre, 1979). La importancia de la madera de pino negral para la construcción, la dependencia de la población rural de los pinares y la preocupación, ya en el siglo XVI, por la conservación de los recursos forestales es característica de muchas comarcas de montaña españolas, como las Sierras de Cazorla-Segura (Alejano y Martínez, 1999). En comarcas forestales la presencia de los pinares y su aprovechamiento generó numerosos oficios: pineros, aserradores, hacheros, peladores, leñadores, pegueros, carreteros, etc (Idáñez, 1995). Ya en el siglo XVI en las Ordenanzas de Segura (1580) se habla de la importancia de la producción maderera, con mención a las talas excesivas, y se hace referencia a los ingenios de agua para el aserrado de la madera o el transporte de los mismos por los ríos de la zona.

Actualmente, la reducción de la actividad resinera y la escasa importancia económica de la maderera en algunas regiones españolas ha derivado en importantes acumulaciones de combustible en muchos pinares, con el consiguiente impacto de los incendios forestales a través del aumento de combustibilidad derivado de la invasión del matorral, todo ello reforzado por la inflamabilidad de los viejos pies resinados. Hoy en día se destaca el carácter multifuncional de los montes de la especie, que constituye un paisaje lúdico y con elevado interés desde el punto de vista de la conservación de la naturaleza.

### I.3. TIPOLOGÍA SELVÍCOLA DE LOS PINARES

La silvicultura aplicada a la subespecie *mesogeensis* ha sido muy diversificada, variando desde los tratamientos de pinares en resinación, silvicultura de producción preferente de madera hasta una silvicultura de protección en pinares de montaña.

La tipología de los pinares resulta muy compleja, ya que se alternan pinares puros de estructura regular procedentes de regeneración natural o de repoblación con otros en mezcla pie a pie, por rodales o bosquetes, de diferentes especies de pinos o de pinos con especies frondosas. Existen asimismo pinares de estructura semirregular e incluso irregular, además de formaciones abiertas con abundancia de matorral. De forma tradicional y desde el punto de vista de las producciones principales de la silvicultura, puede considerarse, simplificando, la siguiente tipología de los pinares:

1. Pinares resineros o de llanura. Corresponden en general a formaciones puras o en mezcla con *Pinus pinea* presentes en la Meseta Castellana, fundamentalmente en las provincias de Segovia, Valladolid, Avila y parte de Soria y Burgos. Se trata de pinares de gran aptitud para la producción de resina, por lo que este ha sido su aprovechamiento principal durante muchos años. Si bien persiste una cierta actividad resinera, la gestión de los montes se orienta actualmente a la producción maderera o conservación de los pinares, cuyo origen es fundamentalmente natural.

2. Pinares de serranía con aptitud para la producción de madera. Pueden incluirse en ese apartado tanto los pinares naturales de varias regiones de procedencia (Montaña Soriano-burgalesa, Sierra de Gredos y Bajo Tiétar, Sistema Ibérico central, Serranías de Cuenca y Albarracín) como extensas repoblaciones localizadas en Sierra Morena, páramos de la Meseta Norte, Sistema Ibérico, Sistema Central o Sierras Béticas. Se trata de formaciones puras o en mezcla con otras especies de pinos, tanto de forma natural como por repoblación. Son masas que se resinaron en menor medida por la menor producción resinera derivada de climas más fríos, y en las que el predominio de la producción maderera presenta menores dificultades que en el grupo anterior. Es creciente el uso social de estos montes.

3. Pinares naturales de área restringida y repoblaciones de las sierras circunmediterráneas. Incluye muy abundantes manchas de pinar natural localizado desde las sierras andaluzas a la cordillera costero-catalana, ampliadas en las últimas décadas con extensas repoblaciones. Las directrices de gestión en estos casos pasan fundamentalmente por el mantenimiento del pinar o por el fomento de las formaciones mixtas con frondosas, siendo la producción maderera un objetivo secundario. Las principales representaciones se encuentran en Andalucía, Sierras Nevada, Tejeda, Almajara y Bermeja, con representaciones relikticas en la Sierra de Oria y Sierra Morena, existiendo abundantes repoblaciones en Sierra Morena, Sierra Nevada o la Sierra de los Filabres. Otras zonas son Moratalla en Murcia, Sierras del Espadán, Maestrazgo y del interior de Valencia, Sierra del Pradell y Cordillera costera en Cataluña.

## II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN

### II.1. REGENERACIÓN NATURAL

La floración de *Pinus pinaster* se produce en España desde marzo hasta mayo. Tapias *et al.* (1997) afirman que existe una clara influencia de la calidad de estación en la floración tanto masculina como femenina de los regenerados de 4-5 años nacidos después de incendios en la Sierra del Teleno y que las mayores producciones de flores por ha se obtienen para densidades de regenerado de 6000 a 10000 pies/ha a los 5 años, por lo que recomiendan intervenciones a estas edades para conseguir una densidad dentro de este rango. Estos autores afirman que la floración está influida por factores como la luz, la temperatura, la precipitación, la sequía y los nutrientes minerales, y además se encuentra bajo control genético (Caron y Powell, 1989). La piña de *Pinus pinaster* madura el otoño del segundo año, produciéndose la diseminación durante la primavera del año tercero. La apertura no resulta

definitiva, sino que las piñas se vuelven a cerrar al rehumedecerse y permanecen algunos años en el árbol con alternativas de apertura y cierre (Ceballos y Ruíz de la Torre, 1979). Las buenas fructificaciones son frecuentes, por lo que en general no condicionan las cortas. El carácter serotino de muchas procedencias permite que el árbol disponga de un banco aéreo de semilla viable en cualquier época del año, aunque con un mínimo otoñal debido a que en esa época buena parte de los piñones han caído ya y todavía no hay nuevas piñas maduras, por lo que siempre es recomendable abordar las cortas cuando exista piña madura del año sin abrir.

De Arana (1963) afirma que los problemas para el establecimiento de la regeneración natural en esos años se producían principalmente por sobrepastoreo o por la extracción de brozas y restos de corta de los montes, lo que derivó en muchas ocasiones en la utilización de regeneración artificial por siembra. Rojas (1963) añade a los anteriores factores negativos para la regeneración natural otros como el emprodamiento o la cobertura de matorral.

De forma general puede considerarse para los pinares de *Pinus pinaster* que se ha conseguido la regeneración con una densidad de plántulas superior a los 2000 pies por ha, si bien se ha comprobado en general en parcelas de inventario una gran variabilidad, que se deriva de la distribución típicamente agregada de la regeneración. En un estudio sobre pinares del sistema Ibérico en la provincia de Soria se encontró que solo un 65% de las parcelas instaladas en zonas cortadas con reserva de árboles padre de distinta intensidad albergaban regenerado suficiente (Guerra y Bravo, 2004), resultando además la cobertura de herbáceas o de restos de corta las variables más relacionadas (de forma negativa) con la abundancia de la regeneración, antes que la presencia de piñas, área basimétrica residual, presencia de tocones o distancia a los árboles madre. Estos resultados hacen que sea importante incidir en la realización de tratamientos de suelo que permitan la adecuada instalación de las plántulas, aspecto en el que coinciden Ochoa y Cabrera (2001) para la subespecie atlántica. En un estudio realizado por González Martínez *et al.* (2003) en un rodal con presencia de regeneración avanzada se encontró una clara estructura genética en los primeros quince metros a partir de los árboles madre, lo que parece indicar una dispersión restringida de la cosecha de semilla. Además, en esta misma parcela se obtuvo un flujo genético alto tanto por polen (86%) como por semilla (40%), estimándose que el porcentaje de regenerado con alguno de sus progenitores fuera de la parcela de 50 m de radio supera el 86%. Un estudio de la agregación espacial de distintos atributos de los árboles en relación a su estructura genética se detalla en Nanos *et al.* (2004).

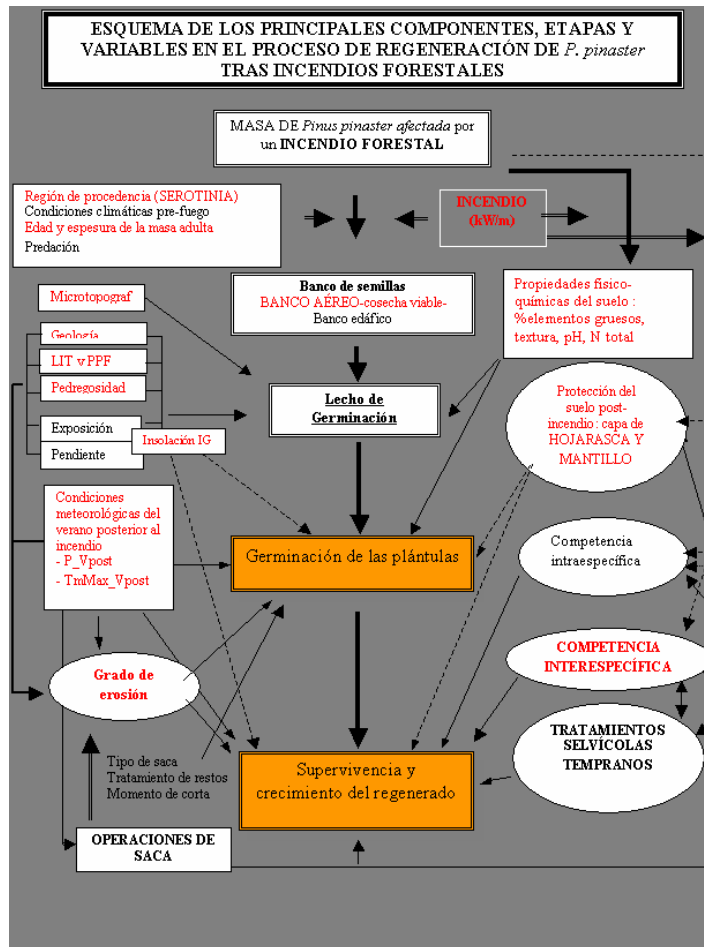
En estudios realizados en los rodales de Almazán-Bayubas se encontró una relación positiva entre la altura del matorral y la densidad de regeneración, lo que sugiere que los fenómenos de competencia son menos importantes que los de facilitación en ambientes poco productivos, al menos si la cobertura del matorral no supera un límite que Rodríguez-García *et al.* (2007) sugieren en torno al 17%.

En relación con los requerimientos de luz de los regenerados, Fernández y Navarro (2001) han medido en las Sierras Béticas densidades de plántulas mayores en masas huecas que en masas densas no afectadas por cortas o incendios, lo que corrobora el carácter heliófilo de la especie en los estados iniciales del crecimiento. Por el mismo motivo, en los rodales más densos de pinar adulto el regenerado es escaso o nulo, debido a la falta de luz al nivel del suelo, el pastoreo con ganado o las altas pendientes (Junta de Andalucía, 2002b). En relación con la importancia de la luz, Martínez y Tapias (2005) a partir de una experiencia realizada con los siete pinos españoles encuentran que hay bastante similitud de respuesta a este parámetro entre especies de pinos, apuntando a que cambios en la estructura y la distribución foliar pueden cobrar una importancia mayor (Steinberg *et al.*, 1995), por lo que consideran

que el carácter tolerante o no a la sombra debe explicarse teniendo presentes otros parámetros (xeromorfía de las acículas, transpiración, eficiencia en el uso del agua, comportamiento de las acículas secundarias) y el efecto añadido de otros factores (temperatura, stress hídrico, nutrición mineral) interaccionando entre sí.

La regeneración tras incendios forestales es uno de los problemas ecológicos más importantes existentes en toda la cuenca del Mediterráneo (Madrigal *et al.*, 2005) y afecta de forma muy especial a *Pinus pinaster*. Esta especie tiene un gran número de ecotipos con diferentes adaptaciones al fuego y desigual regeneración después de los incendios (Vega *et al.*, 2003). *Pinus pinaster*, como casi todas las especies de su género, depende de su banco aéreo o edáfico para regenerarse (Martínez Sánchez *et al.*, 1990; Escudero *et al.*, 1997; Keeley y Zedler, 1998). Caracteres importantes para la regeneración natural tras incendio son el carácter alado de las semilla y la escasa vecería, la presencia de cortos periodos juveniles y consecuente producción temprana de semilla viable y la reducida tolerancia al fuego de los árboles adultos, aunque existen procedencias en que se ha detectado supervivencia repetida ante fuegos de poca intensidad (Vega, 2003). Tapias y Gil (2000) sobre la clasificación de pinos españoles por sus atributos vitales relacionados con el fuego han incluido a *Pinus pinaster* entre las especies resilientes al fuego con frecuentes incendios de gran intensidad en sus poblaciones y regeneraciones post-incendio en general precoces y muy abundantes (Vega, 2003).

Vega *et al.* (2005), en un estudio realizado en el pinar de Tabuyo (León), caracterizado por su marcada serotinia, indican que las variables que más influyeron en la regeneración después de incendio fueron la profundidad de suelo, con influencia positiva, y la insolación con influencia negativa y en menor medida la pedregosidad y la situación en zonas medias y bajas de ladera, ambas con influencia positiva. Los mismos autores encontraron que después del incendio del pinar de Matamala (Soria) las zonas con la copa soflamada dieron una cantidad de semilla un 48% mayor que las zonas donde se había producido fuego de copas (4,8 pies/m<sup>2</sup> en la primavera siguiente al incendio en las zonas soflamadas frente a 1,6 pies/m<sup>2</sup> en la zona de fuego de copas) pero en relación a la cantidad de semilla los porcentajes de germinación fueron bastante similares. Madrigal *et al.* (2005) han desarrollado modelos multivariantes basados en datos obtenidos en grandes incendios forestales en doce de las diecinueve regiones de procedencia de la especie en España, aportando una herramienta de predicción de la regeneración a escala nacional. Los factores más significativos resultaron: la cosecha viable del banco aéreo, la presencia de serotinia del arbolado adulto, el espesor y la cobertura de la capa de hojarasca y mantillo, la pedregosidad, la insolación de la ladera, la competencia con matorral y herbáceas, los caracteres edáficos, la geología y las características meteorológicas post-incendio. En la figura II.1 se indica un esquema de los principales componentes, etapas y variables en el proceso de regeneración de *Pinus pinaster* tras incendios forestales tomado de Madrigal *et al.* (2005)



**Figura II.1. Esquema de los principales componentes, etapas y variables en el proceso de regeneración de *Pinus pinaster* tras incendios forestales. Tomado de Madrigal *et al.* (2005)**

Algunos autores (Martínez Sánchez *et al.*, 1995; Núñez y Calvo, 2000) comparten la idea de que la viabilidad y la germinación de las semillas se ven influidas por las altas temperaturas alcanzadas durante un incendio. Alvarez *et al.* (2005) afirman que exposiciones a temperaturas de 150° durante cinco minutos afectan negativamente al porcentaje de germinación de las semillas pero no afectan a la supervivencia de las plántulas una vez germinadas, ni al crecimiento de la parte aérea de las mismas, pero sí al de la parte subterránea, que disminuye. Herrero *et al.* (2004) consideran que 70-110°C es un rango eficaz para la germinación de *Pinus pinaster* independientemente del tiempo de exposición, afirmando que en fuegos rápidos las temperaturas pueden ascender hasta 190°C. Los mismos autores concluyen que las condiciones óptimas que se dan después de incendios para especies oportunistas como puede ser *Cistus laurifolius*, pueden suponer un factor de competencia para *Pinus pinaster*. A pesar de ello proponen la quema prescrita como posibilidad, dentro de la búsqueda de opciones de manejo integral de las masas arbóreas de esta conífera.

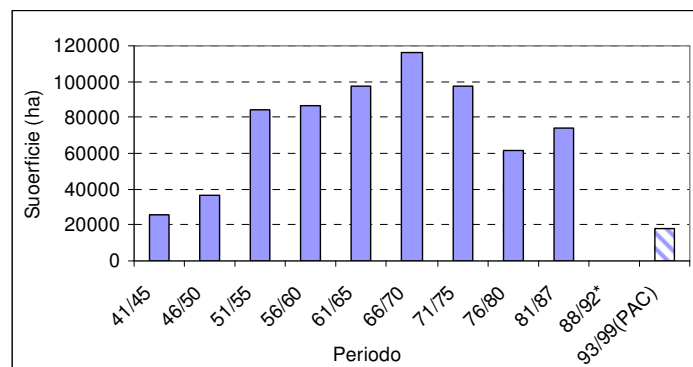
A pesar de la adaptación al fuego de la especie en algunos casos se han observado procesos de matorralización después de incendios (Fernández y Navarro, 2001) y en algunas zonas de las Sierras Béticas la regeneración que se produce después de grandes incendios no garantiza la conversión de las masas hacia las formas originarias, lo que, unido a las duras condiciones en que se asientan estos pinares, particularmente en exposiciones de solana, con problemas de pastoreo y procedencias no serótinas, hace pensar en el desplazamiento de estas



masas por otras mejor adaptadas a la sequía, como *Pinus halepensis* (Vega, 2003). En otros casos de pinares circunmediterráneos, en particular sobre sustrato calizo, se han dado también problemas de falta de regeneración tras incendio, e incluso de elevada mortalidad de brinzales en rodales regenerados. El recurso a la regeneración artificial por plantación ha derivado asimismo en elevados porcentajes de marras. La pérdida de precipitación horizontal o el equilibrio dinámico entre *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* podrían explicar esa circunstancia, comportándose este último como una etapa serial progresiva (Pérez-Laorga, 2005).

## II.2. REGENERACIÓN ARTIFICIAL

La frugalidad de la especie en lo que respecta a necesidades edáficas y climáticas explica su amplísima utilización en repoblaciones, siendo la especie arbórea que más se ha plantado en España, usándose en grandes extensiones de terrenos rasos de media montaña. La actividad repobladora ha supuesto un notable éxito de forma general, ya que una superficie próxima a 600.000 ha tiene su origen en esas actuaciones, si bien las densas siembras y plantaciones que se llevaron a cabo, junto a la escasez de trabajos selvícolas y la dinámica socio-cultural de fuegos propiciaron un alto riesgo de incendio. Según datos de los anuarios de estadísticas agrarias en las repoblaciones del periodo 1941-1988 se utilizó *Pinus pinaster* como especie principal en 679.475 ha (Figura II.2).



**Figura II.2: Superficie repoblada con *Pinus pinaster* en España en el período 1941-1999.**  
\* no se dispone de estadística.

Posteriormente, desde el inicio del programa de Reforestación de Tierras Agrarias en 1993 hasta 1999 se han repoblado cerca de 18000 ha con esta especie, de las cuales un 65% en mezcla con otras coníferas, fundamentalmente con *Pinus sylvestris* en la meseta norte.

En la inmensa mayoría de los casos la regeneración artificial de pino negral se obtiene actualmente mediante plantación. En lo referente a densidades iniciales existen varias tendencias: la primera, bien representada en Castilla-León, consiste en plantar a densidad no menor de 2000 pies por ha, con el objetivo principal de dominar en lo posible el matorral existente o de cubrir con rapidez suelos completamente desnudos que se pretenden proteger. La segunda podría ser característica de los pinares mas productivos del norte, donde se planta a una densidad de 1100 a 1600 pies por ha en pinares gestionados por la Administración, y de 800 a 1100 en pinares de particulares, dejando siempre una calle de 3 a 3,5 m de anchura para facilitar la mecanización de las operaciones de desbroce. La última tendencia sería la plantación a densidad de 500 a 600 pies por ha, en repoblaciones protectoras en las que se conserva la cobertura de matorral, lo que se aplica en áreas netamente mediterráneas.

La siembra se aplicó en cierta medida con la ejecución del Plan Nacional de Repoblación de 1940, así como en las repoblaciones particulares del norte de España, como complemento de la regeneración natural en pinares de la meseta, como sistema de regeneración de zonas quemadas con falta de regeneración natural o en repoblaciones de terrenos arenosos.

En dunas y terrenos muy arenosos de Castilla se han aplicado siembras puras o en mezcla con *Pinus pinea*, con gradeo muy somero, siembra a voleo mecanizada ejecutada preferentemente en otoño y tapado con rastra (Serrada, 2000).

La regeneración artificial con siembra de piñón como complemento de la regeneración natural se aplica en muchos casos en pinares de serranía sorianos, siempre respetando la distribución natural de las distintas especies y para solventar en particular problemas de empadramiento de suelos húmedos. En este caso se aplica un laboreo, con tractores agrícolas y arado de vertederas en las zonas de menos pendiente y retroexcavadora en las más escarpadas (pendiente mayor del 30-40%) o con exceso de rocas que impiden la movilidad de otro tipo de maquinaria. Las dosis han tendido a descender desde los 3 ó 5 kg de piñón/ha hasta 1,5 kg/ha actualmente aplicados, habiéndose sustituido la siembra manual por las sembradoras. Estos tratamientos permiten conseguir regenerados de edad más homogénea sin los periodos de espera necesarios en una regeneración estrictamente natural. Algunas variantes incluyen la aplicación de subsolados o la aplicación de siembras como complemento a plantaciones tras cortas a hecho (Serrada, 2000).

### II.3. TRATAMIENTOS GENERALES

En general se considera en España que *Pinus pinaster* tienen un marcado temperamento heliófilo y facilidad de regeneración, caracteres que le han supuesto ventajas a la hora de elegirlo como especie principal del monte. Dicha afirmación general es sin embargo puntualizable para las distintas regiones.

Las cortas de regeneración que se han aplicado en los pinares resineros de los arenales centrales de la Meseta Castellana derivan de una prolongada experiencia de gestión, que ha conducido tanto a éxitos como a fracasos. Las cortas se han aplicado generalmente de modo que pueda aprovecharse la regeneración natural, perfectamente obtenible en lugares propicios pero prácticamente imposible cuando surge alguna complicación o en los rasos derivados de incendios o cortas mal efectuadas. La única herramienta manejada es la propia corta, ya que no se aplican preparaciones del terreno (Suárez *et al.*, 1999).

El tipo de cortas continuas más usado en esa área geográfica es el aclareo sucesivo uniforme; sobre una masa poco densa (de 150 a 200 pies por ha) se comienza con una corta preparatoria-diseminatoria bastante intensa, siempre a cubierto de los vientos del sur. Tras una o dos aclaratorias se apea en corta final una masa residual de 20 a 30 árboles padre por ha, transcurriendo todo el proceso en un periodo de 20 a 25 años. En la práctica se apean además los pies agotados (con todas las caras ya abiertas), de forma que si estos están agrupados se abren bosquetes que pueden dar lugar a regeneración adelantada. El requerimiento de homogeneidad de la masa de cara a la resinación futura ha derivado en la eliminación de ese regenerado, si bien esa tendencia se ha atemperado recientemente, estudiándose cada caso individualmente (Suárez *et al.*, 1999).

En los pinares resineros se ha recurrido también a la corta a hecho en fajas de anchura igual a 1,5 veces la altura dominante, con orientación de este a oeste, a veces con apoyo

posterior por siembra. Se alternaban con frecuencia las cortas preparatorias de pies agotados entre las fajas (Baudín, 1963). Estas cortas también se han aplicado para transformar a pinar de pinaster montes con predominio de *Pinus pinea*, empleándose tanto la siembra como la plantación (Suárez *et al.*, 1999).

Un tipo especial de cortas practicadas en montes sobre dunas en la Meseta castellana son las cortas a hecho por bosquetes pequeños (0,25 ha), en condiciones estacionales muy difíciles para la regeneración. En esos suelos secos la gran competencia radical del arbolado adulto con el regenerado impide la entresaca. La regeneración natural se complementa por siembra en las toconeras derivadas del destocado o siembra en trincheras, con protección del regenerado mediante ramaje (Baudín, 1963).

Las cortas de regeneración aplicadas en pinares de serranía son muy variables, desde cortas a hecho en superficies variables hasta el aclareo sucesivo, dependiendo marcadamente las preferencias de las condiciones estacionales.

En estaciones favorables en Castilla y León las cortas a hecho por rodales se han generalizado desde los años 50, pudiendo citarse tres razones fundamentales: a. Su facilidad de puesta en práctica, importante en un medio de tan baja densidad de gestión por falta de personal cualificado suficiente; b. El éxito en la regeneración y su extraordinario vigor y c. La posibilidad de liberar más terreno de monte para el pastoreo, al requerir únicamente el acotado de las áreas incorporadas a cortas y no el total del tramo, como en el aclareo. La regeneración natural resulta de difícil consecución en terrenos empradizados, por lo que con frecuencia se recurre a la siembra, que también permite un ahorro de tiempo, con dosis de 3 a 5 kg de piñón por ha. La importante actividad cinegética en la región y en general las densidades de fauna silvestre no se han visto reducidas por la aplicación de estas cortas (Lucas, 2001).

En pinares procedentes de repoblación en la Meseta norte se consideran cortas a hecho con regeneración por siembra o plantación en zonas de poco impacto paisajístico, que permiten además la posibilidad de cambios de especie o procedencia, siendo ejemplos frecuentes el fomento de *Pinus pinea* en áreas más arcillosas o de *Pinus sylvestris* en las más frescas. Dicho tratamiento es frecuente en otras regiones, particularmente en repoblaciones donde la especie muestra síntomas de decaimiento.

Las cortas finales a hecho, tienen un efecto muy negativo sobre los hongos ectomicorrícicos, ya que desaparecen los árboles con los que están asociados simbióticamente. Desde el punto de vista de la sostenibilidad del aprovechamiento fúngico son mejores los tratamientos que permiten dejar árboles adultos en pie, prolongando el periodo de regeneración hasta que nuevo arbolado de cierta edad (la producción de setas comestibles comienza con edades de unos 8 años) esté presente. En parcelas con árboles padre se obtuvo una producción media de setas comestibles de 16,2 kg/ha y año, frente a 9,9 en parcelas cortadas a hecho y con regeneración incipiente (Ágreda y Martínez, 2004).

Las cortas en dos tiempos no dieron buenos resultados en áreas sometidas a fuertes vientos y nevadas en la Meseta Norte, ya que los 25-30 árboles padre que se mantenían no dan semilla los primeros años y se desarraigan con facilidad, además del riesgo de daños por el arrastre posterior de las trozas. Rodríguez-García *et al.* (2007) indican la importancia de la correcta selección de los pies semilleros, asegurando un índice de esbeltez inferior a 80, recomendando una reducción de espesura y espera de los años suficientes si no existen árboles en la masa con posibilidad de permanecer en pie.

La corta a hecho en fajas o el mantenimiento de fajas arboladas en rodales cortados a hecho ha sido habitual en los pinares de esta especie. Falquina (1963) considera la posibilidad de dejar fajas arboladas de 30 a 40 m de ancho cada 250 o 300 m, que no se cortan hasta que la regeneración se ha conseguido. La corta de las fajas puede tener una intermitencia corta, como se ha planteado en montes productivos del sur de Gredos con fajas de 0,5 a 1 ha de superficie, o tratarse de fajas alternadas con intermitencia mas larga, habiéndose propuesto incluso 15 años para pinares de importante función productiva en áreas áridas del sureste español, donde tanto *Pinus pinaster* como *Pinus halepensis* pueden comportarse como especies de media luz e incluso de media sombra (Carreras y García Viñas, 1998).

El aclareo sucesivo se aplica en Castilla donde se pretenda favorecer la mezcla de especies en el regenerado y el pinar tenga buena adaptación (JCYL, 2003), así como por motivos paisajísticos. En los pinares naturales de las Sierras Blanca y Sierra Bermeja, se aplica el tratamiento de aclareo sucesivo uniforme en subtramos de regeneración (Junta de Andalucía, 2002a), en los que se obtiene una adecuada regeneración tras 13 a 15 años. En la corta preparatoria se extrae alrededor del 40% de las existencias, en la única corta aclaratoria se extrae alrededor del 30 % y en la corta final se extrae el 20 % restante, con un acotamiento al ganado de 5 años. Las cortas de aclareo sucesivo han tendido en general a simplificarse hacia la aplicación de dos cortas, como es el caso de los pinares del Marquesado en Sierra Nevada (Cano *et al.*, 1998), con una corta diseminatoria que afecta al 50-60% del vuelo y una corta final que reserva permanentemente un 15 % de la masa residual en pie, incluyendo algún bosque cerrado.

La entresaca por bosquetes conlleva normalmente el apeo a hecho o en dos cortas de la superficie del bosque, que puede variar entre 0 y 5 ha. Se trata de un sistema de cortas en clara difusión en la última década, particularmente en Andalucía, donde incluso se llega a mantener un cierto número de pies de forma definitiva, para compatibilizar los usos productor, protector y causar menor impacto visual, como es el caso de algunos parques naturales muy visitados, como el de Cazorla-Segura, o incluso como propuesta en las repoblaciones de Sierra Morena (Junta de Andalucía, 2000; Junta de Andalucía, 2002b). La regeneración debe hacer frente en muchos casos a importantes cargas ganaderas y cinegéticas, que como ejemplo en el Parque de los Alcornocales alcanza de 0,5 a 1 cabra por ha y densidades cinegéticas en torno a 10 ciervos o corzos cada 100 ha (de Benito, 1994; 1998).

En casos de fallo en la regeneración natural tras cortas a hecho se ha recurrido a siembras y también a plantaciones, normalmente de planta en contenedor de una savia. Tratamientos de la capa superficial del suelo en zonas empedradas, o de drenaje en zonas húmedas, han sido frecuentes, si bien estos últimos no se consideran aconsejables en áreas de turberas cuando pueden afectar a especies protegidas. Un motivo importante para el fracaso de la regeneración es la competencia de frondosas, particularmente *Quercus pyrenaica*, dado su potente sistema radical. Se prefiere en esos casos aplicar cortas de aclareo sucesivo, manteniendo arbolado que evite el desarrollo descontrolado de las frondosas de subpiso, llegando a la regeneración artificial en caso necesario.

Cabe mencionar asimismo los fallos de regeneración derivados de la reducción de cortas en la gestión de muchos montes, debida en parte a falta de demanda de madera o a su bajo precio. Ello provoca una concentración de las cortas en bosquetes de arbolado ya seco, con el consiguiente problema de falta de semilla.

Son destacables los casos de dificultad de regeneración en áreas incendiadas del levante español, particularmente sobre roca caliza y en condiciones generales de decaimiento del pinar de rodeno. En esas condiciones se regenera con preferencia *Pinus halepensis*, discutiéndose actualmente si *Pinus pinaster* podría comportarse en como especie de etapas seriales mas avanzadas.

Para las masas situadas en Espacios Naturales Protegidos existen limitaciones a las cortas reflejadas en sus Planes Rectores de Uso y Gestión. Por ejemplo no se deben cortar árboles que sean soporte de nidos o plantas trepadoras, los pies con significación cultural o histórica, los que están en lugares de pendiente pronunciada y no tengan asegurada su sustitución o causen daños en el arrastre. También existen limitaciones en las épocas de corta como evitar estas operaciones en los periodos de celo, apareamiento, cría o nidificación de la fauna silvestre. Se llega en muchos casos a la aplicación de entresaca por huroneo de pies individuales. En muchos casos se han considerado criterios como el mantenimiento de árboles padre, golpes de vegetación, troncos muertos o pies tumbados, de cara a que la micro y macrofauna no pierdan refugios potenciales.

Las masas mixtas son frecuentes en esta especie, tanto en el área estrictamente atlántica como en el resto de la Península. Pueden citarse las mezclas de *Pinus pinaster* con quercíneas como *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*, ya sea por origen natural o por repoblación del pino en áreas previamente ocupadas por las frondosas (Casado y Herrera, 1996), así como con otras especies de pinos (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*), ya sea de forma natural o derivada de la elección de especie en las repoblaciones. La presencia definitiva de un piso superior de espesura defectiva de pino rodeno y un piso inferior regular o coetáneo de quercíneas podría tratarse por cortas en monte medio irregular, en el caso de que el aprovechamiento de leñas tenga interés económico, o bien como masas mixtas en monte alto (Serrada, 2004). El monte medio se ha planteado como etapa progresiva hacia un monte alto mixto en pinares mezclados en fajas en Soria, derivados de enresinamientos de montes de rebollo.

En pinares de montaña del Sistema Ibérico, con corta a hecho en dos tiempos, se favorece en dichas 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. 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 (Serrada, 2004).

### III. CUIDADOS CULTURALES

#### III.1. DESBROCES Y CONTROL DEL COMBUSTIBLE FORESTAL

En los montes en resinación, tanto de llanura como de media montaña, la aplicación de desbroces era un tratamiento generalizado, aplicado para facilitar el tránsito de los resineros y reducir el riesgo de incendio. La influencia positiva del desbroce sobre la producción de miera

no está acreditada. Se realizaban por roza, a hecho y de forma selectiva, con frecuencia variable en función de la capacidad de regeneración del matorral y la estación, pero dada la baja espesura, la invasión del matorral tiende a ser rápida, con lo que los desbroces se reiteraban cada 5 a 10 años. Todo ello ha dado lugar a una importante levigación y estancamiento de la humificación, con la consiguiente formación de horizontes argílicos, nada favorables a la especie. La mejora selvícola parece necesaria en algunos casos.

Intervenciones como los gradeos del suelo se plantearon en el marco de una intensificación de la silvicultura para producción de resina. El objetivo era favorecer la incorporación al suelo de las brozas y enriquecerlo de esta forma (de Arana, 1963), incrementando el crecimiento diamétrico inicial, aspecto este que no llegó a comprobarse. Los gradeos se aplicaron efectivamente en el periodo de 1963, por la posibilidad de mecanización, hasta 1978, para reducción de gastos (Chozas, com per), únicamente en montes sin riesgos importantes de erosión eólica (Baudín, 1963). Hoy en día se descartan por la importante rotura de raíces que podrían producir.

Actualmente se considera que la necesidad de desbroces depende de la abundancia del matorral y de la inflamabilidad del mismo. En el caso de matorrales de ericáceas y cistáceas en zonas de precipitación relativamente abundante se produce una elevada competencia, y se requiere el desbroce incluso para liberar a los pinos, tanto en regeneraciones naturales como artificiales. El pino negral tiene dificultad para expulsar definitivamente el matorral heliófilo, motivo por el que en algunas regiones se prefieren densidades iniciales de instalación relativamente altas (JCYL, 2003).

En la aplicación de desbroces se tiene en consideración actualmente la necesidad de no reducir la biodiversidad en las especies acompañantes, por lo que las intervenciones tienden a ser selectivas y a aplicarse en casos estrictamente necesarios, interviniendo sobre matorral muy competitivo y para favorecer la completa instalación del pinar. Por otro lado, el mantenimiento de una cierta cubierta en algunas zonas resulta necesario para que la fauna silvestre encuentre abrigo y protección, e incluso alimento en el caso de algunas especies de arbustos.

En el caso de montes xerófilos con funcionalidad protectora preferente y en los que el matorral no se desarrolle excepcionalmente en densidad y altura se opta hoy en día por respetar su presencia, con las necesarias intervenciones en áreas cortafuegos con fajas auxiliares, para defensa contra incendios. El mismo criterio se consideró en los montes mas pobres de la llanura castellana, donde incluso se planteaba el favorecimiento de la instalación de matorral de leguminosas, con el objetivo de mejora del suelo (Baudín, 1963), lo que se asociaba a riesgos de incendio muy bajos.

Es importante tener en cuenta que la presencia del matorral de ericáceas está muy relacionada con los incendios y que la acción del fuego elimina en buena medida a los hongos micorrícicos allí instalados (Fernández de Ana-Magán y Rodríguez, 1992). Al incrementarse el matorral de ericáceas actúa muy negativamente por efectos alelopáticos contra la instalación de hongos micorrícicos y su posterior desarrollo en las raíces del pino instalado, lo que lleva a un lento desarrollo del mismo. Las mejores producciones de especies micorrícicas de calidad se relacionan con sotobosques bastante limpios, sin acumulación de elevada biomasa de matorral, aunque abunden las plantas herbáceas, como las gramíneas y el helecho común.

La dificultad de expulsión del matorral heliófilo se relaciona a menudo con la alta combustibilidad de estos pinares, por lo que en algunas regiones se ha propuesto la sustitución progresiva por otras especies, como *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* o *Quercus pyrenaica*. Se ha considerado que el pinar ideal para la prevención de incendios es el que presenta cubierta de copas cerrada, con estrato arbustivo bajo formado por especies poco inflamables, con poca biomasa y sin presencia de pies dominados o muertos en pie. El control del matorral resulta por tanto una intervención fundamental en la silvicultura preventiva de incendios, habiéndose ensayado distintos procedimientos que eviten la antieconómica aplicación repetida de desbroces a lo largo del turno:

1. Quemadas prescritas. Tienen una importancia creciente como herramienta de gestión selvícola. Se aplican para generar áreas preventivas de defensa, para recuperación de pastos, como regulación de la competencia o para reducir la carga de combustible bajo pinares adultos. En este último caso puede optarse por quemadas de primavera u otoño, con unidades mínimas de 1 ha, siendo importante la discontinuidad vertical entre el matorral y las copas para su ejecución. Se han medido reducciones de al menos un 50% de la carga de combustible con matorrales de elevada cobertura y altura de 1 a 1,5 m (Rodríguez Silva, 2005). Se ha indicado que este procedimiento tiene un coste mas reducido que la extracción mecánica con posterior eliminación.

En quemadas prescritas ejecutadas en Andalucía se ha señalado las buenas condiciones de resistencia al fuego de árboles de 21 cm de diámetro medio, si la intensidad es limitada y no hay acumulación de combustible en el pie del árbol. Los daños por chamuscado de la copa en pies de poca edad no dan lugar a una mortalidad importante si no hay daños simultáneos en el tronco. El factor más limitante para la supervivencia parece ser el daño que se produce a las raíces cuando la humedad del mantillo es baja; en el mismo sentido, la conservación del humus bruto aparece como un objetivo importante para minimizar la pérdida de nutrientes (Vega *et al.*, 2003). La presencia de pies resinados, con barrasco en las caras abiertas de la melera, puede descartar este tratamiento.

2. Utilización de ganado. El pastoreo juega un papel fundamental en la reducción del combustible y del riesgo de incendios en pinares mediterráneos, en los que se produce incluso un efecto de incremento de la producción de especies pastables e incluso de la calidad de la madera. Como consecuencia de la invasión de matorral en los pinares, el ganado lignívoro oportunístico, como el caprino, se considera actualmente una herramienta útil de reducción del combustible, respetando siempre las áreas en regeneración (San Miguel, 2004). Otro tipo de ganado o la fauna cinegética tienen asimismo importancia, ejemplo de lo cual resulta el aprovechamiento de pastos en régimen extensivo, que se ha incrementado enormemente en el macizo forestal soriano.

Los distintos tratamientos de control del matorral del sotobosque que se utilizan a menudo para reducir el riesgo de incendios forestales tienen efectos diversos sobre la producción fúngica. La roza manual o el desbroce mecánico son tratamientos bastante compatibles con la producción de setas, mejorándola si no se produce una compactación importante del terreno. El fuego prescrito, si no se alcanzan temperaturas altas en los horizontes superiores del suelo, parece favorecer a los hongos ectomicorrícicos, (Fernández de Ana-Magán y Rodríguez, 1992), en particular al grupo comestible del género *Tricholoma*. El pastoreo ordenado de ganado lignívoro, como el equino y el caprino, controla el matorral y favorece la evolución del sotobosque hacia comunidades dominadas por especies herbáceas, mejorando la producción de setas de calidad, como los níscalos, rovellones y boletos, en

pinares de pino rodeno, pero debemos tener en cuenta que el ganado también come carpóforos y que el caprino solo es compatible con los pinos adultos.

### III.2. CLAREOS

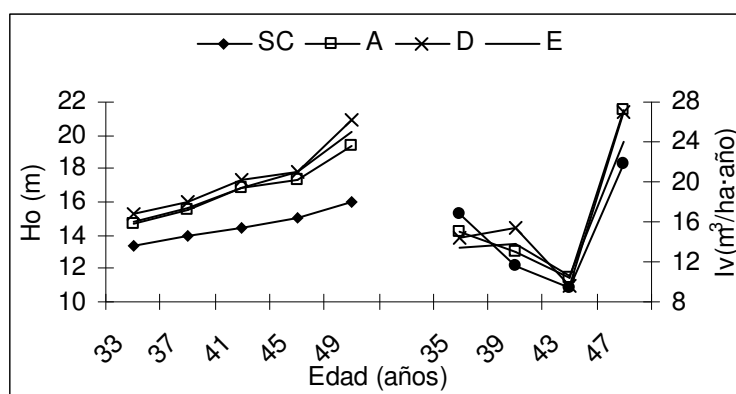
En rodales de pino negral en los que había un aprovechamiento resinero el régimen de claras resultaba muy característico, con intervenciones precoces, intensas y selectivas, tanto por lo alto como por lo bajo, con el objetivo final de homogeneizar las dimensiones del arbolado. Dependiendo de la densidad existente se aplicaba un clareo temprano, con poda baja y limpia asociadas, dejando de 600 a 1000 pies por ha. En ocasiones se optaba por mantener densidades elevadas durante los 20 primeros años con el fin de favorecer la poda natural y la rectitud de fuste, aplicando clareos débiles o moderados por lo bajo de forma que al final quede una densidad del orden de 800 a 1000 pies/ha, densidad previa a la ejecución de claras muy fuertes (Serrada, 2004). Estas prácticas, si bien no se aplican en la actualidad, explican el estado selvícola de muchas masas de la Meseta Castellana.

En la actualidad los clareos se consideran intervenciones necesarias en las masas procedentes de regeneración natural, ya que con frecuencia presentan densidades iniciales muy elevadas. Normalmente se procura reducir el número de intervenciones a una o, a lo sumo, dos, en el caso de regenerados anormalmente densos (JCYL, 2003). En caso de dos clareos el primero se realiza a los 6-10 años y el segundo a los 10-15 años, de modo que tras los clareos la densidad sea de 1500 a 2000 pies por ha en montes productores de madera, nunca superiores a 2500 pies por ha. En comarcas con importante presencia de *Pinus sylvestris* la ejecución se retrasa a los 15-20 años. El criterio de selección en los clareos se centra en los individuos dominados, deformes o afectados por plagas y enfermedades, dado el temperamento y características de forma del fuste en esta especie.

La aplicación de clareos en masas de pino negral tiene un efecto notable en la mejora de la rectitud de los pies, ya que por un lado se extraen árboles con curvaturas basales y/o sinuosidades en el fuste y, por otro, se reduce la densidad, lo que posibilita precisamente que las copas puedan desarrollarse de forma equilibrada. Las deformaciones de fuste están asociadas a factores genéticos, ecológicos y selvícolas (viento, nieve, asimetría de copa, etc.). Entre los factores selvícolas se han asociado las elevadas densidades en regenerados a deformaciones de fuste ocasionadas por fuertes nevadas (Río *et al.*, 2004), siendo aconsejable en estos casos la aplicación de clareos tempranos.

En regenerados artificiales por siembra así como en el caso de plantaciones realizadas con espaciamientos reducidos, más de 2000 pies por ha, las elevadas densidades obligan a la realización de clareos con criterios similares a los expuestos. En las repoblaciones recientes los marcos de plantación son más amplios por lo que permiten obviar los clareos, aunque debe considerarse el efecto positivo que siempre tienen estas operaciones para reducir la carga de combustible forestal y romper su continuidad horizontal (Macé, 2005). La ausencia de clareos por motivos presupuestarios en muchas repoblaciones de elevada densidad inicial, han ocasionado a menudo problemas de estancamiento de las masas. Este estancamiento se pudo registrar en un ensayo de claras situado en una repoblación procedente de siembra, en el que se observa el distinto desarrollo de las parcelas testigo, sin claras pero en las que se realizó un clareo, frente a una parcela en la que no se ha intervenido nunca (Montero *et al.*, 1999) (Figura III.1).





**Figura III.1: Evolución de la altura dominante y crecimiento corriente en volumen con diferentes regímenes de claras en masa procedente de siembra: SC-sin claro y sin claras; A- con claro y sin claras; D- claras bajas moderadas (clareo previo); E- claras bajas fuertes (clareo previo).**

Los claros tempranos del regenerado post-incendio se efectúan por calles si la mecanización es posible y manualmente en caso contrario. Se trata de intervenciones de apoyo a la regeneración que resultan muy indicadas en el caso de que la densidad de regenerado sea muy elevada, lo que es frecuente. Se ha encontrado una respuesta positiva del crecimiento en diámetro, diámetro de copa, esbeltez (menor), biomasa de acículas o producción temprana de piña frente al claro temprano, aunque la respuesta varía en función de su intensidad, y parece retrasarse en los claros más intensos (Vega *et al.*, 2005).

El proceso de mortalidad natural o autoclareo es evidente en esta especie, habiéndose demostrado una relación directa entre el área basimétrica y la mortalidad, que también depende de la dimensión relativa de cada pie, indicando en conjunto un efecto de competencia más marcado por los recursos del suelo que por la luz, y por tanto una mayor mediterraneidad en comparación con *Pinus sylvestris* (Bravo-Oviedo *et al.*, 2006).

### III.3. CLARAS

La regulación de la densidad mediante claras es una de las herramientas más importantes del selvicultor, pudiendo orientarse tanto a un objetivo principal maderero como a potenciar el vigor de los árboles que permanecen en pie, lo que favorece la producción micológica, la economía del agua, puede favorecer la presencia de especies acompañantes y por tanto la diversidad del pinar, así como la presencia de fauna o el pastoreo. La aplicación de las claras presenta consideraciones especiales según las tipologías y el objetivo que se marque en la gestión de los pinares.

Las claras aplicadas en los pinares resineros reducen la densidad a 150-200 pies por ha a los 25 años, para asegurar la rápida consecución del diámetro de apertura y mantener la masa en espesura defectiva, con índice de Hart del 60 al 65% (Baudín, 1963) y gran desarrollo de copa, que resulta la conformación apropiada para la producción de resina. Tal densidad coincidiría ya con la densidad final al inicio de las cortas de regeneración (Suárez *et al.*, 1999), por lo que en los casos en que dicho régimen de claras se aplicó estrictamente, las masas actuales tienen espesura defectiva y su reorientación a la producción maderera resulta difícil, por la baja espesura y la necesidad de tratamientos que reduzcan su combustibilidad. Por otra parte, los árboles resinados muestran un crecimiento en diámetro inferior a los no resinados, con mayores diferencias en los árboles dominantes y en las mejores calidades de estación (Lizarralde *et al.*, 2005), lo que dificulta aún más la reorientación de las masas.

En los pinares de serranía con aptitud para la producción de madera la aplicación de un régimen de claras intenso favorece la obtención de grandes dimensiones, especialmente en las mejores calidades de estación. La realización de claras cada 5 o 6 años en este tipo de pinares supone una potenciación del crecimiento diametral que puede llegar a doblar el crecimiento del árbol del 3-4% al 6-8% (crecimiento corriente en porcentaje). En masas naturales con elevada densidad, frecuentemente procedentes de regeneración tras incendios, en las que no se hayan realizado clareos, la primera clara será de intensidad moderada con el fin de evitar daños por viento. Los árboles que han crecido en condiciones de competencia elevada son menos estables debido a su mayor esbeltez y menor razón de copa viva.

En las masas procedentes de repoblación el papel de las claras toma mayor relevancia por sus características estructurales, masas coetáneas y generalmente muy densas. La ausencia de tratamientos intermedios en estos pinares de repoblación da lugar a importantes problemas de inestabilidad biológica si se prolonga excesivamente, citándose los incendios, plagas, derribos por viento y nieve y estancamiento del crecimiento como los problemas más importantes (Solís, 2003). Tradicionalmente las intervenciones selvícolas (clareos, podas, claras) han sido escasas en las repoblaciones, siendo las zonas poco accesibles o las localizadas en áreas con poca demanda de madera de trituración las más afectadas, aunque actualmente se está paliando esta falta de intervenciones selvícolas mediante la aplicación de programas de claras. Un trabajo reciente sobre repoblaciones de pino negral en Castilla y León, revela un elevado crecimiento de las masas en las mejores calidades de estación, por lo que proponen un régimen de claras intenso en estas calidades que posibilite la obtención de madera de sierra de grandes dimensiones (Río *et al.*, 2005).

Las claras constituyen una herramienta fundamental en la gestión de las repoblaciones no sólo por su efecto en el crecimiento sino por que facilitan la regulación de la composición específica. Favorecer la presencia de otras especies mediante las claras y posteriores tratamientos de regeneración puede ser una solución para aquellas masas de pino negral, tanto naturales como artificiales, en las que la especie presenta problemas de estancamiento, decaimiento o defectos de fenotipo, generalmente debidos a una densidad excesiva, presencia de horizontes arcillosos en profundidad, sequías prolongadas o mala elección de procedencias. Además de en estas situaciones, también puede resultar interesante la aplicación de claras para favorecer el desarrollo de frondosas en repoblaciones con presencia de subpiso de frondosas. Oliet y Cuadros (1996) proponen realizar claras que progresivamente pongan en luz el subpiso de quercíneas o que favorezcan su regeneración. Cuando la instalación de quercíneas es temprana (edad de latizal), se ha propuesto la realización de claras fuertes, con el fin de comenzar a una edad equivalente a 2/3 del turno las cortas de transformación a masa irregular mediante cortas a hecho por bosquetes (Solís, 2003). En masas puras de repoblación de *Pinus pinaster* del Sureste español con vocación protectora, muchas de ellas incluidas en Espacios Naturales Protegidos, se está planteando una naturalización y diversificación de las masas forestales para favorecer la progresiva evolución de la masa hacia etapas más maduras y estables (Cano *et al.*, 1998; Romero, 2004).

No obstante, la intensidad de las claras en zonas protectoras varía según la estructura de la masa y las condiciones estacionales. Por ejemplo, en pinares de repoblación en la Sierra de Grazalema, sobre sustratos calizos y con elevadas precipitaciones anuales, se procura no romper la fracción de cabida cubierta, extrayendo solo entre un 20% y 30% de los pies, con el fin de controlar el matorral heliófilo de aulaga (*Ulex baeticus*) que invade algunas repoblaciones en sus primeras fases. En el Sureste español se realizan claras con objeto de mantener la vitalidad de los pies, aumentar la producción de fruto y potenciar los estratos

arbóreos y arbustivos con el fin de favorecer la presencia de fauna, especialmente de aves. En algunos sitios, como en el Parque Natural de Sierra Nevada, se ha propuesto en áreas libre de problemas de derribos por nieve la aplicación de claras fuertes para mejorar la disponibilidad hídrica de los resto de individuos.

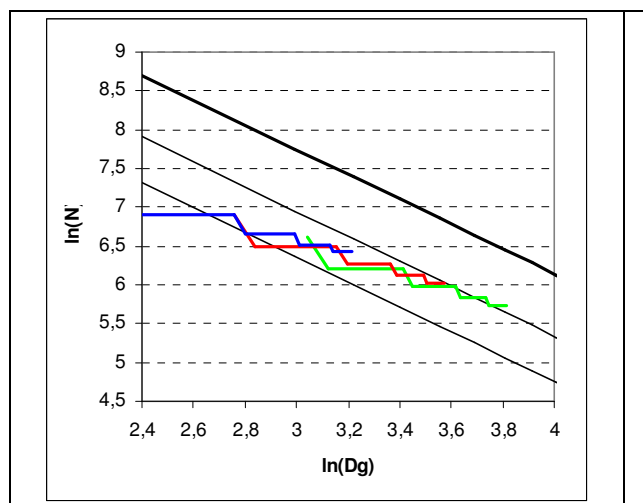
La aplicación de claras viene condicionada en muchos casos a la falta de demanda de la madera, situación que se produce en diversas regiones con escasa implantación de industrias transformadoras, y que puede hacer que los costes de eliminación de restos superen al de la madera en pie (de Benito, 1994). A este hecho hay que añadir las malas calidades de fustes presentes en muchas masas de negral así como la presencia de pies resinados. En muchos pinares procedentes de repoblación la escasez de red viaria, la existencia de terrazas o la baja calidad de madera junto con las dificultades presupuestarias han sido los motivos de la ausencia de intervenciones selvícolas (JCYL, 2003). En otros casos, como en algunas masas naturales ordenadas, la ejecución práctica de cortas de mejora topó con el problema de que la posibilidad calculada para los montes se realizaba por completo mediante cortas de regeneración (Falquina, 1963).

Con respecto a los regímenes de claras a aplicar en pinares de serranía, recientemente se han desarrollado normas de densidad basadas en el índice de densidad de Reineke para masas naturales y artificiales en varias regiones. Dentro de las masas naturales se han estudiado los pinares del sistema Ibérico meridional (Paramos de Molina, Albarracín y Serranía de Cuenca), proponiendo índices de Reineke (SDI) entre el 35 y el 60% del valor máximo encontrado, según se indican en la tabla III.1 (del Peso y Bravo, 2004). El índice de Reineke se considera más apropiado que el índice de Hart para pinares mediterráneos, ya que a menudo presentan espesuras defectivas.

**Tabla III.1. Normas de densidad para pinares del Sistema Ibérico meridional**

Area		Rango óptimo del SDI
Rodenaes de Molina	$N = e^{11,21284} Dg^{-1,632288}$	300-500
Serranía de Cuenca	$N = e^{11,45922} Dg^{-1,617263}$	400-675

En el caso de repoblaciones Río *et al.* (2005) proponen una norma selvícola similar para Castilla y León. Basado en un muestreo de 45 parcelas en repoblaciones que presentaban una espesura adecuada, proponen como norma selvícola un 35% (+/- 10%) de la máxima densidad encontrada (SDI<sub>max</sub>=1626, establecida a partir de datos de repoblaciones no intervenidas). Este rango de densidades supone un intervalo del índice de densidad de Reineke de 406-732 (Figura III.2). Un régimen de claras adecuado debe mantener la densidad de la masa dentro de este intervalo, acercándose al límite inferior tras la clara y en edades jóvenes, y al superior antes de la clara y en edades avanzadas.



**Figura III.2:** Intervalo de densidad propuesto para repoblaciones de *Pinus pinaster* 25-45% SDI<sub>max</sub> (trazo fino); recta de Reineke de máxima densidad encontrada SDI<sub>max</sub> (trazo grueso); evolución del número de pies por hectárea propuesto en las tablas de producción: calidad de estación baja - azul; calidad de estación media - roja; calidad de estación alta - verde.

A pesar de que el régimen de claras a aplicar en las repoblaciones de pino negral depende de muchos factores, como la densidad inicial, calidad de estación, estabilidad o los objetivos de la repoblación, se pueden simplificar las propuestas selvícolas en dos regímenes de claras:

- Repoblaciones en calidades de estación altas con vocación de producción de madera: el objetivo es obtener madera de calidad al final de turno con densidades objetivo de 300 a 400 pies/ha. Se aplican 4 claras bajas fuertes, con necesidad de un clareo previo cuando la densidad inicial es superior a los 1500 pies/ha. En las mejores calidades de estación las claras pueden ir acompañadas de podas altas en los mejores 500-600 pies/ha. En algunos casos se puede postergar la primera clara a los 30 o 40 años para mantener una densidad alta que de sombra al matorral (JCYL, 2003). Las posteriores claras se realizarían cada vez que la altura dominante creciera 3 m, lo que se traduce en rotaciones de 6 a 7 años en las mejores calidades.

- Repoblaciones con objetivo protector: en las peores calidades de estación y en aquellas repoblaciones donde el objetivo principal sea la protección el régimen de claras será menos intenso. La finalidad de las claras es mantener el vigor y la estabilidad de la masa, aplicándose 3 claras bajas moderadas con rotaciones de 10 a 12 años (3 m de altura dominante).

En la primera situación lo más frecuente es que la primera clara sea semisistemática, con empleo de cosechadoras y autocargadores, con el fin de abrir calles que faciliten las intervenciones posteriores. En el segundo caso, la distribución en mosaico de las repoblaciones, con crecimientos y densidades muy desiguales, puede recomendar la aplicación de una primera clara débil y por lo bajo. En la tabla III.2 se reflejan estos dos regímenes de claras.

**Tabla III.2: Regímenes de clara propuestos en función de las calidades y objetivos de gestión**

Calidades de estación altas			Calidades de estación bajas		
Edad	Densidad	CLARAS	Edad	Densidad	CLARAS

	(N°/ha)	Peso PG% (PN%)	Tipo		(N°/ha)	Peso PG% (PN%)	Tipo
0-20	1500		Clareo si N>1500 * Poda baja	0-25	1500		Clareo si N>1500 * Poda baja
20	850-900	30 (40)	Clara semisistemática *Poda alta de 500-600 pies/ha en mejores estaciones	25-30	1000	25 (35)	Clara semisistemática o clara baja
30	550-600	25-30 (30-35)	Clara baja	40-45	600	25 (30)	Clara baja
40	350-400	25-30 (30-35)	Clara baja	55-60	400-450	25 (30)	Clara baja
50	250-300	25 (25-30)	Clara baja	80			Corta regeneración
60-70			Corta regeneración				

Un esquema de claras adecuado a las características de la repoblación permitiría reducir los turnos en comparación con las masas naturales. En las mejores calidades de estación donde el objetivo sea la producción de madera de sierra, se pueden obtener diámetros mayores a 40 cm a los 60 años aplicando el régimen de claras expuesto anteriormente. En las peores calidades de estación el turno se alarga hasta los 80 años. Según las tablas de producción para repoblaciones (Río *et al.*, 2005), si se aplican claras de moderadas a fuertes se obtienen a los 60 años unos diámetros medios cuadráticos de 25, 35,6, y 45,4 cm para las calidades baja, media y alta respectivamente.

Los diagramas de manejo de densidad permiten visualizar fácilmente los posibles efectos de regímenes alternativos de clara, habiéndose publicado recientemente diagramas para la especie en el Sistema Central, separándose las áreas de Gredos-Guadarrama, donde la gestión tradicional se ha dirigido a grandes escuadrías y Hurdes-Gata, donde predominan pinares jóvenes (del Peso *et al.*, 2005)

Algunos estudios concluyen que las claras mejoran la productividad total de setas comestibles y también la de las especies de mayor importancia comercial, al mejorar el vigor de los árboles y permitir que una mayor proporción de radiación solar llegue al suelo (Fernández Toirán *et al.*, 1993). Debemos tener en cuenta, no obstante, que los hongos son en general sensibles a la compactación del sustrato, por lo que las labores relacionadas con las claras y saca de madera pueden afectar negativamente durante algunos años a la producción.

#### III.4. PODAS

La poda en los pinares resineros se practicaba a partir de un diámetro de los pies de 10 cm, subiendo la poda exclusivamente hasta una altura ligeramente superior a la de resinación (unos 4 m), ya que se requiere un fuste limpio para esa operación (Baudín, 1963). En otros casos se planteaba lograr la poda natural hasta esa altura en base a una espesura inicial importante hasta la clase de edad de latizal bajo, para practicar luego escamondas sobre los pies reservados tras las claras, práctica que contribuía a la prevención de incendios (Serrada, 2004).

La aplicación de podas en pinares mediterráneos de serranía ha sido muy limitada, pretendiéndose en general que las altas densidades de arbolado derivadas de la regeneración natural fomentasen una adecuada poda natural. Actualmente las podas bajas se practican en

los montes procedentes de repoblación, donde tienen un objetivo de facilitar la penetración y reducir riesgos de incendio, además de formar madera limpia. La existencia de notables diferencias de ramosidad y porte entre procedencias hace que solo en las de mejor aptitud para producción maderera se plantee la poda alta, que se aplica sobre los 30 años, hasta 5,5 m, sobre 400 a 500 pies por ha. Previamente se ha realizado la poda baja de todos los pies a los 15 o 20 años, coincidiendo con otras operaciones (clareos y/o desbroces).

En montes de marcado carácter protector y en medios muy áridos, se ha cuestionado la utilidad de las podas de ramas vivas, reservando su utilización en áreas cortafuegos y para la adecuación al uso público o reduciéndose a escamondas (cortas de ramas muertas), ya que se han comprobado efectos negativos sobre el crecimiento y la mortalidad en árboles jóvenes, además del papel ecológico e hidrológico de las ramas en la captación de agua, protección del horizonte orgánico, refugio para fauna, mayor conicidad del fuste y mayor resistencia frente a viento (Carreras, 2004).

En esas mismas condiciones de gran xericidad, con frecuencia los pinos mantienen ramas incluso en la base, por lo que se prefiere realizar podas bajas para romper la continuidad vertical del combustible y prevenir incendios (Navarro y Linares, 1997). No se realizan podas en las zonas rocosas, próximas a los arroyos o con problemas de erosión.

#### IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

##### IV. CALIDAD DE ESTACIÓN

Hasta hace pocos años la herramienta de clasificación de calidad existente correspondía al Sistema Central (García Abejón y Gómez Loranca, 1989), que consideraban 3 calidades, con alturas dominantes de 10,8, 13,9 y 17 m a los 40 años. Recientemente se han desarrollado curvas polimórficas para toda el área de distribución de la subespecie, indicándose las calidades correspondientes a 9, 12, 15, 18, 21 y 24 m de altura dominante a los 80 años en la figura IV.1 (izquierda) (Bravo Oviedo *et al.*, 2004). Estudios específicos sobre repoblaciones han constatado un patrón de crecimiento en altura dominante diferente a las masas naturales, con mayores crecimientos iniciales y evolución futura menos sostenida (Montero *et al.*, 2004). En la figura IV.1 (derecha) se representan las curvas correspondientes a unos índices de calidad de estación de 9, 12, 15, 18, 21 y 24 m de altura dominante a los 50 años.

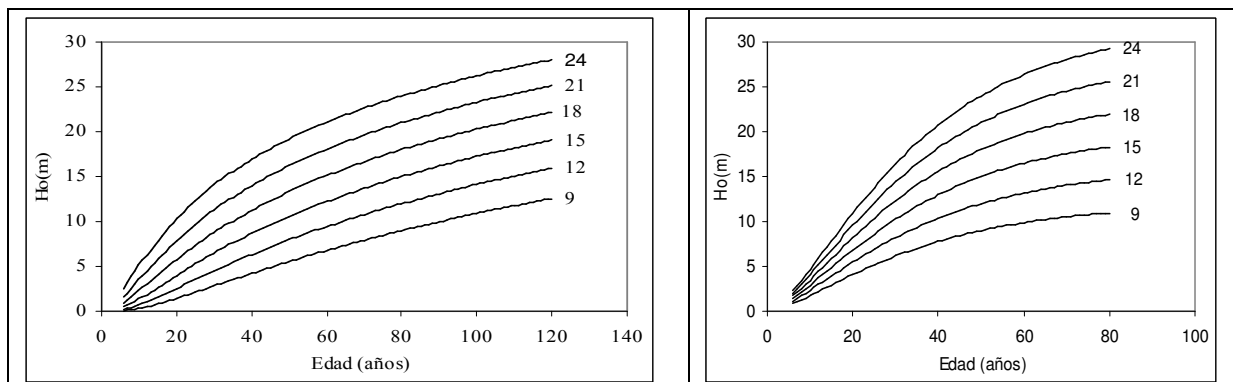


Figura IV.1: Curvas de calidad de estación para *Pinus pinaster ssp. mesogeensis*. Masas naturales a la izquierda y artificiales a la derecha

La extraordinaria variación en calidades de estación deriva en gran medida de las propias diferencias climáticas y edáficas de los pinares, tal como señalaban Gandullo y Nicolás (1967). Estos autores indicaban cinco ecotipos: pinares sobre suelos silíceos arenosos, francos o arcillosos y sobre suelos carbonatados arenosos o no arenosos. Factores importantes para la definición de calidades son la penetrabilidad del suelo, junto con la precipitación anual, que puede compensar una reducida profundidad explorable por las raíces. Sobre suelos carbonatados no se supera un porcentaje de caliza activa del 9% (Gandullo y Sánchez, 1994), resultando importante para las calidades la profundidad de suelo descarbonatado y el superávit hídrico. Factores climáticos que resultan favorables al crecimiento en altura son las precipitaciones de invierno, otoño y primavera, la evapotranspiración total y la temperatura, lo que deriva en un régimen hídrico con grandes superávits y drenajes, pero también con fuertes déficits que originan una sequía de unos 3 meses y medio de duración. La pedregosidad del perfil es un factor negativo, especialmente cuando su abundancia dificulta la penetración de las raíces.

El conocimiento de la calidad o calidades existentes a escala monte es fundamental para conocer las posibilidades productivas en madera u otras producciones (setas). La determinación de calidades viene muy condicionada por las actuaciones previas de resinación o de apeo de los mejores pies (Gonzalo y Sánchez, 1997), que pueden dar lugar a subestimaciones. Algunos estudios para áreas concretas muestran el interés de contar con modelos a escala comarcal, como se deriva de la pauta de crecimiento en altura de los pinares del Teleno, muy poco sostenida en el tiempo (Santamaría *et al.*, 2005)

## IV.2 CRECIMIENTO

Los crecimientos de los pinares resineros de los arenales castellanos están entre los más bajos de todas las masas españolas, como consecuencia de los suelos pobres, de una selvicultura que mantenía muy bajas densidades y seleccionaba los pies más resineros y de la propia operación de resinación, que reduce el crecimiento diametral por lo menos hasta 3,30 m de altura y repercute hasta en un 60% de pérdida de crecimiento (Pardos y Solís, 1977). Actualmente, la posibilidad de corta en los montes resineros segovianos se mueve entre 0,8 y 1,3 m<sup>3</sup>/ha año, lo que denota un incremento importante respecto de las que se calculaban a principios de siglo, pudiendo calificarse de elevadas para las condiciones estacionales en que se desenvuelven esos pinares (Suárez *et al.*, 1999).

El crecimiento en diámetro ha sido estudiado en relación a la estructura de la masa en los pinares de llanura castellanos por Bravo y Guerra (2001), que señalan pérdidas de crecimiento de hasta el 15% derivadas de distribuciones del arbolado en grupos o alejadas de la regularidad, o bien en áreas con notable diferenciación de diámetros, aspecto que debe tenerse presente si se plantea una gestión tendente a mantener estructuras de masa complejas. El mismo grupo ha comparado el crecimiento diamétrico actual de árboles abiertos y cerrados. La reducción en el crecimiento debido a la resinación es más evidente en árboles dominantes y en las mejores calidades de estación (reducción de un 25 a un 33%), mientras que en los pies dominados las diferencias son mínimas (Lizarralde *et al.*, 2005), lo que condiciona a que los pies que se señalan para cortar sean preferentemente los abiertos.

En referencia a crecimientos volumétricos, las tablas de producción para *Pinus pinaster* en el Sistema Central (García Abejón y Gómez Loranca, 1989) establecen un crecimiento corriente a los 80 años de 11-13 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad I, 7 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad II y 4,5 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad III. En los pinares de serranía se alcanzan con frecuencia

valores medios entre 2 y 7 m<sup>3</sup>/ha año al final del turno. De esta última herramienta de gestión se deducen asimismo dimensiones unitarias nada desdeñables a una edad de 80 años. En la tabla IV.1 se comparan los valores de DMC y de volumen unitario (entre paréntesis) para la masa principal con dos regímenes de clara en las tres calidades que se consideran.

**Tabla IV.1: Valores de DMC (cm) y volumen unitario (entre paréntesis, en m<sup>3</sup> por árbol) para las calidades de estación de García Abejón y Gómez Loranca (1989) en función del turno**

Edad	Claros moderadas				Claros fuertes		
	80	90	100		80	90	100
Cal I	41,1 (1,6)	43,7 (1,9)	46,2 (2,3)	Cal I	44,3 (1,9)	47,1 (2,3)	49,8 (2,7)
Cal II	36,1 (1,0)	38,4 (1,2)	40,5 (1,4)	Cal II	47 (1,2)	41,3 (1,4)	43,4 (1,7)
Cal III	31,6 (0,6)	33,6 (0,8)	35,4 (0,9)	Cal III	33,6 (0,7)	35,9 (0,9)	37,8 (1,0)

Los crecimientos reales obtenidos en pinares del sur y sureste de España, debido a las condiciones estacionales y a las bajas densidades de arbolado, son como media de menos de 1 m<sup>3</sup>/ha año para las repoblaciones de Sierra Morena (Junta de Andalucía, 2002b), con valores muy similares para Sierra Bermeja (Junta de Andalucía, 2002a), los montes repoblados de Sierra Nevada, con una edad alrededor de 50 años, o las masas de la Sierra de Cazorla a la edad de 100 años (Junta de Andalucía, 2000). Las posibilidades que se obtienen en los pinares naturales destinados a resinación de la provincia de Guadalajara, cuando se cambia el turno de 120 a 80 años para acelerar la regeneración y fijar función preferente en la producción de madera, resulta ser del orden de 3 m<sup>3</sup>/ha año (Pallarés *et al.*, 2001).

### IV.3. TURNO

El turno que se ha aplicado a los pinares en resinación ha variado entre 80 y 120 años, resultado de sumar la edad necesaria para la apertura, el subciclo de producción de resina a vida y el periodo de regeneración de la masa, en el que se practica tanto resinación a vida como a muerte. El subciclo de producción viene condicionado por el número de caras que se resinan (n) y el número de entalladuras por cara (p), de forma que  $b=n \times p$  (Serrada, 2004).

Inicialmente por imitación de las técnicas selvícolas aplicadas en las Landas se aplicaron turnos de 80 años en las primeras ordenaciones resineras de finales del siglo XIX (Suárez *et al.*, 1999), lo que dio lugar a importantes dificultades, al no alcanzarse los diámetros de apertura o la regeneración en los tiempos marcados, por lo que se aumentaron los turnos y consecuentemente el subciclo de resinación. Algunos ejemplos de determinación de turno se indican a continuación (Serrano, 1994):

$$T=100, a=40, b=40 \text{ (8 caras x 5 entalladuras), } c=20$$

$$T=120, a=48, b=48 \text{ (8 caras y 6 entalladuras), } c=24.$$

El turno más frecuente en la tierra de pinares segoviana sigue siendo el de 100 años (Suárez *et al.*, 1999). Se ha indicado la pérdida de renta que supone la prolongación del turno, que se ha intentado solventar acudiendo a una silvicultura intensiva caracterizada por recurrir a la regeneración artificial por siembra para reducir el periodo de regeneración, o incluso a aplicar gradeos (de Arana, 1963).

El progresivo abandono de la actividad resinera en la mayoría de los montes ha dado lugar a modificaciones a la baja de los turnos (a cifras de unos 80 años), al fijarse la madera como producción principal de los montes, quedando la resina en un plano secundario. El turno



considerado en el caso de montes de *Pinus pinaster mesogeensis* con producción principal de madera es de 60 a 80 años para producción de maderas de sierra (Ceballos y Ruíz de la Torre, 1976).

Si bien en pinares de serranía se han aplicado con frecuencia turnos de corta de alrededor de 100 años, particularmente en montes en mezcla con *Pinus sylvestris* (Soria y Burgos) y *Pinus nigra* (Cuenca), o bien debido a criterios conservadores, la práctica selvícola y los resultados de crecimientos diamétricos en pinares aptos para la producción de madera han mostrado la posibilidad de aplicar turnos de 75 a 80 años. Así Ruíz Sánchez (1963), considera un rango de 80 a 100 años, debido a los buenos crecimientos diametrales obtenidos en Avila. Balbuena y Allué (1998) obtienen turnos de máxima renta en especie que rondan los 65 o 70 años en pinares que han sido resinados, lo que parece coincidir con la experiencia general de los selvicultores castellanos, si bien consideran que el turno aplicado debería ser superior para asegurar la persistencia y buenas dimensiones finales. En los montes repoblados de Sierra Morena, actualmente con una edad en torno a 40 o 45 años, los gestores explican que la experiencia recomienda aplicar turnos de 70 a 80 años (Junta de Andalucía, 2002b). En las masas naturales de Sierra Bermeja, se aplican turnos de 80 años, pues si se alarga la edad de corta aumentan las pudriciones en pie.

Las tablas de producción correspondientes al Sistema Central (García Abejón y Gómez Loranca, 1989) muestran en la práctica una estabilización del crecimiento medio a partir de una edad de 80 años, lo que parece indicar que la obtención de dimensiones importantes de la madera pasa por la aplicación de claras fuertes y no por una prolongación excesiva de los turnos.

De cara a la producción fúngica debe considerarse que la producción de distintas especies se relaciona directamente con el grado de madurez del arbolado. En las etapas iniciales en los pinares dominan las llamadas especies pioneras, como algunas de los géneros *Inocybe*, *Hebeloma*, *Laccaria*, *Suillus* o *Amanita*, estableciéndose más tarde, en una etapa intermedia (clase de edad 11-20), otras de mayor interés comercial, por ejemplo de los géneros *Lactarius*, *Russula* o *Cantharellus*. Los codiciados boletos del grupo “edules” suelen ser más abundantes en pinares de negral de más de 30 años, decreciendo la producción en masas extramaduras. Ágreda y Martínez (2004) encontraron la máxima producción de hongos comestibles en la clase de edad 41-60 años, con producción media durante 6 años de 63 kg/ha, aspecto que condiciona los turnos a aplicar.

Se han citado en considerables ocasiones problemas de decaimiento de los pinares de repoblación (Oliet *et al.*, 1998; Grau *et al.*, 1997), así como de estancamiento del crecimiento diametral, además de ser conocida la escasa longevidad de la especie en comparación con otros pinos (se citan valores máximos entre 150 y 300 años), todo lo cual abunda en el acortamiento de los turnos. En todo caso, en montes gestionados con criterios de protección comienza a ser frecuente no proponer un turno concreto sino atender a un criterio físico-selvícola, eliminando únicamente los pies decrepitos que estorben el adecuado desarrollo de las especies principales (Oliet *et al.*, 1998).

#### IV.4. EXISTENCIAS, PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO

El IFN3, iniciado en 1997, aún no se ha completado para toda España, pero sí aporta datos de diversas Comunidades Autónomas. A fecha de febrero de 2005, el resultado

disponible en existencias en pie de la especie (en miles de m<sup>3</sup>) figura en la tabla IV.2 (MMA, 1998).

**Tabla IV.2. Existencias de pino negroal, en miles de m<sup>3</sup>, en las distintas comunidades autónomas españolas, en los 3 inventarios forestales nacionales realizados hasta la fecha. Se indica el porcentaje de variación del IFN2 frente al IFN1 y el porcentaje de variación del IFN3 frente al IFN2.**

CCAA	IFN1	IFN2	IFN3	Δ IFN2/1 (%)	Δ IFN3/2 (%)
Galicia	43.010	45.446	49.777	6%	10%
Asturias	3.340	4.601	2.341	38%	-49%
Cantabria	15	152		913%	
Euskadi	845	888		5%	
Murcia	183	282	457	54%	62%
Catalunya	391	1.118	1.500	186%	34%
Madrid	830	1.110	1.722	34%	55%
Extremadura	1.077	4.122	6.999	283%	70%
Castilla y León	24.708	26.881	37.727	9%	40%
Com. Valenciana	1.430	942		-34%	
Castilla-La Mancha	9.515	14.328		51%	
La Rioja		37	128		246%
Aragón	1.855	2.652		43%	
Andalucía	3.691	6.898		87%	
España	90.893	109.457	115.513	20%	6%

La productividad de esta especie en el conjunto de España puede verse en la tabla IV.3, que refleja las cortas anuales (en m<sup>3</sup>) a lo largo del último quinquenio del que se dispone de datos, desglosadas por comunidades autónomas.

**Tabla IV.3: Volumen de corta anual de *Pinus pinaster* por comunidades autónomas**

CCAA	1996	2001	2003
GALICIA	2.581.017	1.913.580	2.400.467
CASTILLA Y LEON	430.183	456.569	389.392
P. DE ASTURIAS	70.616	62.692	0
PAIS VASCO	18.709	13.430	15.974
ARAGON	9.110	8.671	5.000
CATALUÑA	19.239	11.725	14.273
MADRID	4.960	6.699	24.957
CASTILLA- LA MANCHA	111.846	99.909	121.808
C. VALENCIANA	6.801	8.799	3.445
EXTREMADURA	33.223	187.160	87.049
ANDALUCIA	138.483	18.974	64.563
Total <i>P. pinaster mesogeensis</i>	741.181	630.062	705.492
Total <i>P. pinaster</i>	3.424.187	2.788.208	3.121.933
Total cortas España	14.739.302	14.101.099	15.609.000

Las áreas de mayor producción de madera son Galicia, que aporta un 70% del total (si bien correspondiente a la subespecie *atlantica*, tratada en otro capítulo de esta obra), los

pinares de la Cornisa Cantábrica, la montaña soriano-burgalesa en Castilla-León, los pinares de montaña del Sistema Central, los pinares de repoblación de las montañas del noroeste (provincias de León y Zamora), los pinares del Sistema Ibérico (provincias de Cuenca y Guadalajara) y las repoblaciones de Sierra Morena en las provincias de Badajoz y Córdoba (MAPA, 2005).

Resulta indicativo de la importancia actual de la producción de maderas de *Pinus pinaster mesogeensis* el hecho de que, aun sin contabilizar las cortas correspondientes a Galicia y Cornisa Cantábrica, se trata de la conífera con mayor volumen apeado, superando al pino silvestre. Las tendencias inmediatas previsibles apuntan hacia un mantenimiento, o incluso un aumento, en el nivel de cortas debido a los importantes incendios que se vienen registrando en estos pinares. Como ejemplo significativo, se estima que el incendio de julio de 2005 en Guadalajara, que abarcó unas 13.000 ha, va a suponer la corta de cerca de un millón de m<sup>3</sup> de pino rodeno.

No obstante, dicho nivel de cortas se viene situando por debajo del crecimiento de estas masas. El IFN1 calculaba para la especie un crecimiento anual de unos 9,36 M m<sup>3</sup>, frente a un nivel de cortas medio de 1,56 M m<sup>3</sup> en esa época (50% en Galicia). En el IFN2, el crecimiento anual bajó a unos 6,23 M m<sup>3</sup>, frente a un nivel de cortas comprendido entre los 3 y 4 M m<sup>3</sup> entre 1986 y 1995. Este nivel de crecimiento se encuentra descompensado hacia la vertiente atlántica, ya que supone el 60% de España, aportando menos de la mitad de las existencias maderables.

Las operaciones de aprovechamiento en los pinares de esta especie no son específicas, sino que coinciden básicamente con las que se practican genéricamente en coníferas. Las operaciones de apeo y procesado de la madera (desrame, tronzado), se realizan en la mayor parte de los casos todavía de forma manual, si bien debe citarse la tendencia existente a la mecanización empleando cosechadoras, que empezaron a utilizarse en claras, tanto en regiones atlánticas como mediterráneas, y se están extendiendo a las cortas finales. La saca de madera a cargadero se realiza casi exclusivamente de forma mecanizada, empleando el método de madera corta y usando autocargadores o tractores agrícolas modificados con grúa y remolque. En algunos casos se han empleado camiones todo-terreno dotados de grúa o bien skidder, con saca de la madera en paquetes. La calidad de la madera difícilmente justifica el uso del método de fuste completo, con la consiguiente saca con skidder. En casos de madera de gran calidad es frecuente considerar trozas basales largas, de unos 4 m.

En las últimas décadas se ha dado una importancia creciente al manejo de los restos de corta. De forma tradicional los componentes extraídos consistían en madera y corteza, ya que el descortezado se realiza normalmente en parque de fábrica. Actualmente la posibilidad de emplear ramas transportadas a fábrica o astilladas en monte, para su uso en la fabricación de palets o en la producción de energía térmica o eléctrica se está incrementando gracias al aumento del coste de otros combustibles, a la mayor eficacia del transporte o al aumento de las empresas consumidoras, por lo que las fracciones que pasarían a constituir restos de corta serían progresivamente menores.

La quema de restos en superficie se ha practicado de modo tradicional, con resultados favorables de cara al suelo y a la posterior regeneración, aunque variables en función de la intensidad de la quema. El riesgo de que la quema se escape y la pérdida de nutrientes provocada han hecho que este método esté prácticamente abandonado, si bien ventajas como

su relativa economía o la rápida mineralización de los restos hacen que no deba descartarse, al menos algunas de sus variantes de ejecución.

La fragmentación mecánica de los restos o la trituración con desbrozadoras de cadenas presentan efectos positivos como el freno del rebrote de vegetación competitiva o el fomento de una mineralización progresiva. La trituración promueve la regeneración, controla la erosión, permite la reintegración al suelo de los nutrientes y reduce riesgos de incendios o de plagas, aunque conlleva un coste importante y no siempre es posible al ser una operación mecanizada. En ocasiones los restos fragmentados se incorporan al suelo mediante un gradeo. La técnica de esparcido de los restos por el área de corta resulta económica y favorable para la protección del suelo y el reciclado de nutrientes, aunque posterga la regeneración natural algunos años. Se han demostrado importantes variaciones en las exportaciones de nutrientes en función de las fracciones extraídas en el aprovechamiento, habiéndose medido una riqueza relativa en P seis veces mayor que en el fuste (Montero *et al.*, 1999).

Las setas silvestres son un aprovechamiento con importancia económica creciente en muchas regiones españolas, los pinares en general, y los de pino rodeno en particular, suelen incluirse entre los mejores micotopos ibéricos. La producción de setas comestibles con interés comercial en buenos pinares de pino negral varía considerablemente de un año a otro, situándose en el norte de España habitualmente en el intervalo 20-50 kg de peso fresco por ha, lo que es indicador de la importancia económica de este recurso. La expansión de la actividad recolectora, tanto en cantidad como en número de especies, ha derivado en iniciativas de regulación del aprovechamiento en los últimos años, estableciendo permisos de recolección y condiciones y limitaciones a la actividad recolectora (Martínez *et al.*, 2003). Aspectos específicos como los costes de implantación de un proceso regulador de la producción, difusión y señalización, presión recolectora, problemas de furtivismo y consiguiente necesidad de guardería micológica asociada e ingresos por venta de permisos en la Comarca de Almazán se han presentado recientemente (López Estebanz *et al.*, 2005)

Entre las especies de importancia comercial que son frecuentes en estos pinares pueden citarse: *Lactarius deliciosus*, *L. semisanguifluus*, *L. sanguifluus*, *Boletus edulis*, *B. aereus*, *B. pinophilus*, *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Tricholoma equestre*, *Tricholoma portentosum*, *Russula cyanoxantha* y *Russula virescens*. Otras especies con menor importancia comercial son: *Boletus erythropus*, *Cantharellus tubaeformis*, *Cantharellus lutescens*, *Tricholoma terreum*, *Xerocomus badius* y *Suillus luteus* (Fernández Toirán, 1994).

## V. GESTIÓN DE LOS PINARES

En España existe una larga tradición ordenadora que ha tenido incidencia directa en los pinares de pino negral, particularmente en los de la subespecie mediterránea. Los primeros montes que cuentan con un documento de ordenación preciso corresponden precisamente a la especie en 1882, si bien ya existían pliegos de condiciones para la resinación en 1865 (Serrano, 1994) y varios montes presentan una trayectoria de gestión ininterrumpida hasta nuestros días.

La aplicación de ordenaciones se generaliza con la aplicación de las instrucciones de 1930, en la que los aprovechamientos resineros se anteponen por completo a los madereros. Los métodos de ordenación aplicados son variantes de los métodos de tramos permanentes, considerando de 4 a 5 tramos que se organizan en subtramos, cuya duración en años es la necesaria para completar una cara (periodo de resinación). Si bien el aprovechamiento de

resinas está casi por completo abandonado actualmente, la situación actual de muchos montes, con frecuente mezcla de pies resinados y cerrados, viene derivada por la aplicación de esas ordenaciones.

El abanico de métodos que se aplican actualmente es muy amplio. Los métodos de tramos permanentes o revisables siguen empleándose en revisiones de ordenaciones antiguas en Castilla-León. El método del tramo único ha dado buenos resultados debido a la facilidad de regeneración de la especie, en periodos de veinte años en el que se realizan las cortas por aclareo sucesivo uniforme, como en el caso de los montes de Sierra Bermeja (Junta de Andalucía, 2002a) o de pinares de la montaña soriano-burgalesa. Se diferencia normalmente la posibilidad de mejora de la posibilidad de regeneración, lo que permite la asignación de volúmenes a las necesarias actuaciones de clara. La aplicación del método del tramo móvil permite resolver problemas de regeneración concretos en algunos cantones y solventar la incertidumbre en la regeneración debida a la vecería que la especie presenta en algunas regiones. El método de ordenación por cantones da preferencia a la consecución de la regeneración de cada cantón y se aplica en muchos montes en los que se busca un cambio de especie, como el caso de *Pinus pinea* y *Quercus ilex* en la Sierra Morena cordobesa (Oliet *et al.*, 1998), lo que supone un paso más en la flexibilización de la ordenación. Por último también se propone la ordenación de los montes de *Pinus pinaster* por el método de entresaca regularizada, después de la transformación en masa irregular por la yuxtaposición de bosquetes, de 0,5 a 1 ha, con estructura interna regular, con algunas variantes en la distribución espacial, tamaño y forma de los bosquetes. Ejemplos son los pinares naturalizados de *Pinus pinaster* en el Parque Natural de Los Alcornocales (de Benito, 1994; 1998) y las repoblaciones con *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis* en zonas áridas del sureste peninsular (Carreras y García-Viñas, 1998).

Las tendencias más recientes se relacionan con algunos aspectos importantes:

1. Necesidad de ordenación de muchos de los pinares de repoblación procedentes de la aplicación del plan Nacional de Repoblaciones en los años 1940-1970. Los principales problemas son en este caso la coetaneidad de muchos de estos montes, por lo que resulta muy difícil la consecución del deseable equilibrio de clases de edad y obligaría a los necesarios adelantos o retrasos de turnos, la falta de gestión ocurrida, con el mantenimiento de muy elevadas densidades y consecuentes problemas de estancamiento; o la elección de cortas de regeneración que al mismo tiempo aseguren la protección del suelo y la suficiente apertura de la masa para lograr la regeneración (Madrigal, 1998). En áreas con extensas repoblaciones monoespecíficas los objetivos de gestión pasan a menudo por una progresiva diversificación de especies y naturalización de los pinares (Bermejo y del Pozo, 2005; Navarro, 2005). La regeneración adelantada de frondosas en repoblados con decaimiento derivado de inadecuación estacional posibilitan la transformación directa, completándose los claros con pinos de mejor adecuación a la estación en caso necesario.

2. Inclusión de muchos pinares de la especie en parques naturales. Ello redundaría en un predominio de la función social, de conservación y protectora de las masas, lo que tiene reflejo en los proyectos de ordenación. Pueden citarse en este sentido la aplicación de métodos de entresaca por bosquetes de tamaño medio (0,5 a 1 ha), (de Benito, 1998), la aplicación del método de ordenación por cantones, que da prioridad a la regeneración de cada cantón y permite en general favorecer la mezcla con frondosas o las transformaciones de pinar en decadencia prematura (Oliet *et al.*, 1998). El objetivo de diversificación de estructuras selvícolas y de especies en los pinares de repoblación y el intento de conservación de los

pinares naturales son los normalmente considerados. Aspectos importantes también resultan ser el control de la erosión, el aprovechamiento de pastos y los usos recreativos, cinegéticos y científicos (Cano *et al.*, 1998). De forma general las cortas de regeneración aplicadas pasan a ser a hecho en superficies pequeñas o de aclareo sucesivo.

3. Necesidad de conservación de la especie. Se han delimitado 7 procedencias de área restringida y existen numerosas poblaciones relativamente aisladas que presentan un notable interés al ser de reducida extensión y localizarse en bordes geográficos de la distribución natural, constituyendo valiosos recursos genéticos. Presentan una gran fragilidad derivada en particular de la incidencia de incendios y los problemas de regeneración debido al desplazamiento por otras especies o a la ausencia de fructificación con incendios muy frecuentes. En ocasiones existen repoblaciones próximas de origen desconocido o la propiedad resulta ser particular, lo que reduce las posibilidades de gestión. Se han aplicado en estos casos medidas tanto de conservación *in situ* (protección legal y real) como *ex situ* (almacenamiento de semillas y establecimiento de plantaciones) (Martín *et al.*, 1997). En la Comunidad Valenciana la gestión se encamina a poner freno al decaimiento de los pinares de esta especie, que se manifiesta en mortalidad episódica de árboles adultos e individuos jóvenes de repoblación (que no afectan al pino carrasco), por lo que las cortas se centran en claras de policía y no existe aprovechamiento comercial de madera (Pérez-Laorga, 2005).

4. Modificaciones de las ordenaciones resineras considerando la madera como objetivo principal, aspecto que resulta importante desde 1980. 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 aumentando la oferta de trabajos de mejora. Desde el punto de vista selvícola, se trata de masas envejecidas en las que la mayor parte de su superficie está resinada, con un 50 a 80% de pies abiertos en dichas superficies. Son por ello sensibles a enfermedades, *Armillaria mellea*, a derribos y roturas por viento, y al incendio por abandono de los desbroces.

En general las revisiones consideran reducciones del turno a valores próximos a 80 años, más acordes con el máximo crecimiento medio en volumen. La adecuación de las densidades de masa es mucho más complicada por la lógica aplicación de claras precoces y muy fuertes en los pinares de resinación. Otros problemas son la falta de mercado de las trozas resinadas (aplicación generalizada del método de pica con corteza) y la mala calidad de los fustes de pinares resinados.

Se procura adelantar las cortas de regeneración, que en muchas ocasiones son a hecho con regeneración artificial, para mejorar los suelos mediante laboreo, o bien a hecho en dos tiempos con regeneración natural. Se procura favorecer la presencia de brotes de cepa o raíz de rebollo, encina o quejigo, para diversificar la masa y producir mejoras edáficas. Se obtiene una mejora sustancial del porte en los cantones transformados, en los que se mantiene la espesura completa, con la consiguiente posibilidad de obtener madera de mejor calidad.

Se suele mantener la división dasocrática para facilitar la gestión y la comparación de inventarios, si bien las revisiones consideran en muchos casos la aplicación de métodos menos rígidos, como los de tramo único o tramo móvil en regeneración. En algunos casos se ha recurrido a cortas a hecho con regeneración artificial, lo que permite transformar con prontitud muchos tramos, e incluso en pinares mezclados se ha promovido la presencia de *Pinus nigra* o *Pinus sylvestris*.

Las densidades encontradas en los pinares antiguamente resinados son en general superiores a las establecidas como norma para pinares en resinación, por lo que la adaptación a madera de algunos tranzones puede favorecerse retrasando la realización de claras o centrando éstas en los pies resinados, cuyo crecimiento es, como se ha indicado, mucho menor. La presencia de pies abiertos resulta además peligrosa, ya que en caso de caída de rayos el árbol puede permanecer ardiendo varios días, pudiendo producir focos secundarios de fuego posteriormente.

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 y claras masas de pino rodeno 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 (Serrada, 2004).

5. Adaptación de las ordenaciones a procesos de certificación. El sistema PEFC es el que agrupa una mayor superficie certificada de la especie. Destacable son los montes de la montaña soriano-burgalesa, desde febrero de 2004, que suman 104.000 Has, reconociendo de esta forma la gestión que se viene realizando desde hace prácticamente un siglo, aunque la mayoría de los montes se ordenan a comienzos de los años 50.

6. Adaptación de la gestión a la elevada incidencia de incendios. Una pormenorizada revisión de la ecología del fuego y la gestión de estos pinares (Fernandes y Rigolot, 2007) indica que el fuego es a la vez una amenaza y una perturbación que juega un importante papel en la perpetuación de la especie, atribuyéndole a *Pinus pinaster* una estrategia tanto de resistencia como de evasión o incluso intermedia, en función de la masa. El empleo de modelos de comportamiento del fuego es una herramienta de gran interés para decidir tratamientos sobre los combustibles presentes en el pinar (de suelo, intermedios o de copa), habiéndose demostrado la efectividad de los mismos para reducir la intensidad de futuros incendios y prevenir su paso a fuego de copas. Los autores abogan por un uso activo del fuego más que por su exclusión, incluso si los tratamientos provocan una pérdida de producción maderera.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- ÁGREDA T., MARTÍNEZ M., 2003. Producción micológica en masas de *Pinus pinaster* Ait. del sudeste de la provincia de Soria. Actas del I Congreso Nacional de Micología Forestal Aplicada. Soria, Mayo de 2003.
- ALCALDE C., GARCÍA-AMORENA I., GÓMEZ F., MALDONADO J., MORLA C., POSTIGO J.M., RUBIALES J.M., SÁNCHEZ L.J., 2004. Nuevos datos de carbones y maderas fósiles de *Pinus pinaster* Aiton en el holoceno de la Península Ibérica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, fuera de serie, Octubre de 2004, 152-163.

- ALEJANO R., MARTÍNEZ E., 1999. Los pinares de la sierras de Cazorla y Segura. En: Ciencias y Técnicas Forestales. 150 años de aportaciones de los Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- ALÍA R., GIL L., PARDOS J.A., CATALÁN G., 1991. Interacción procedencia-edad en 52 procedencias de *Pinus pinaster* en España. Investigación Agraria: Sist. y Rec. For. 0, 11-24.
- ALÍA, R., MORO, J., DENIS, J.B., 1997. Performance of *Pinus pinaster* provenances in Spain: interpretation of the genotype by environment interaction. Can. J. For. Res. 27, 1548-1559.
- ALVAREZ, R., VALBUENA, L., CALVO, L. 2005. Germinación, supervivencia y crecimiento de *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* después de incendios forestales. Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- BALBUENA E., ALLUÉ M., 1998. Ordenación de una masa artificial de pino negral (*Pinus pinaster* Ait) sometida a resinación: el caso del monte La Pimpollada (Nieva, Segovia). Cuadernos de la S.E.C.F., 6, 125-140.
- BAUDÍN F., 1963. Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de *Pinus pinaster*. Su financiación. En II Asamblea Técnica Forestal. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial, 231-244.
- BERMEJO PINAR J.M., DEL POZO J.L., 2005. Influencia de los pinares de las Hurdes (Cáceres) en la situación actual de la comarca. Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- BRAVO-OVIEDO A., DEL RÍO M., MONTERO G., 2004. Site index curves and growth model for Mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Spain. For. Ec. Manage., 201, 187-197.
- BRAVO-OVIEDO, A., STERBA, H., DEL RÍO, M., BRAVO, F., 2006. Competition-induced mortality for Mediterranean *Pinus pinaster* Ait. and *P. sylvestris* L. Forest Ecology and Management, 222, 88-98.
- BRAVO F., GUERRA B., 2001. Forest structure and diameter growth in maritime pine in a mediterranean area. In von Gadow and Saborowski (eds.). IUFRO Conference on Continuous Cover Forestry, Göttingen, pp 101-110.
- CANO L., CASTILLO A., HOZ F.M., CABRERA M., 1998. Ordenación de nueve montes de la zona del Marquesado en el Parque Natural de Sierra Nevada, Granada. Cuadernos de la SECF. 6, 41-46.
- CANTERO A., 2003. Socio-economía y paisaje forestal de la sierra de Gredos. El caso de El Arenal (Ávila). Cuadernos de la SECF 16, 309-313.
- CARON G., POWELL G. 1989. Patterns of seed cone and pollen cone production in young *Picea mariana* trees. Canadian Journal of Forest Research, 19 (3), 359-364 .
- CARRERAS C, GARCÍA-VIÑAS, J.I., 1998. Propuesta de ordenación de pinares artificiales de carrasco y negral en Almería. Cuadernos de la SECF. 6, 61-65.
- CARRERAS C., 2004. Tratamientos selvícolas en Almería. Conferencia impartida en el I Ciclo de Conferencias de Selvicultura. E.P.S. La Rábida (Huelva).
- CASADO J.A., HERRERA M.A., 1996. Masas mixtas en Sierra Morena: un ejemplo. Cuadernos de la SECF. 3, 15-20.
- CEBALLOS G., RUÍZ DE LA TORRE J., 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- CID A., 1945. La explotación de mieras desde el punto de vista forestal. Montes, 3, 100-102.
- DE ARANA M.M., 1963. Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de *Pinus pinaster* destinados a resinación. Su financiación. En II Asamblea Técnica Forestal. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial, 217-226.



- DE BENITO N., 1994. Método de ordenación de entresaca por bosquetes aplicado a las repoblaciones artificiales de pinares xerófilos. *Montes*, 36, 41-44.
- DE BENITO N., 1998. Transformación de pinares xerófilos coetáneos en masas irregulares. *Cuadernos de la SECF* 6, 41-48.
- DEL PESO C., BRAVO F., 2004. Caracterización selvícola de las masas forestales de *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis* del Sistema Ibérico Meridional. Reunión del Grupo de Trabajo sobre modelos de la SECF. Palencia.
- DEL PESO C., VALBUENA P., BRAVO F., ORDÓÑEZ C., 2005. Diagramas para el manejo de la densidad de rodales de pino negral (*Pinus pinaster* Ait.) en el Sistema Central. *Actas del IV Congreso Forestal Nacional*. Zaragoza.
- DGCONA, 1996. Regiones de procedencia. *Pinus pinaster* Aiton. Servicio de Material Genético. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid. 76 pp + mapas.
- DGCONA, 2000. Mapa forestal español. Base de datos de la naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- ESCUADERO A., BARRERO S., PITA J.M., 1997. Effects of high temperatures and ash of seed germination of two iberian pines (*Pinus nigra* ssp *salzmannii*, *Pinus sylvestris* var. *Iberica*). *Annals of Forest Science* 54, 563-562.
- FALQUINA F., 1963. *Ordenación* y selvicultura intensiva en los montes de *Pinus pinaster* en Serranía. Su financiación. En II Asamblea Técnica Forestal. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial, 99-101.
- FERNANDES, P., RIGOLOT, E., 2007. The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) *Forest Ecology and Management*, 241, 1-13
- FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN F., RODRÍGUEZ A., 1992. El fuego y la respuesta de los macromicetos del suelo en pinares de *Pinus pinaster* Ait. *Investigación Agraria: Sist. y Rec. For.*, 2 (1), 137-150.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN L.M., 1994. Estudio de la producción micológica actual en la comarca de pinares de Soria y ensayo de técnicas de mejora de la misma. Tesis Doctoral (Inéd.). Universidad de Santiago de Compostela.
- FERNANDEZ M., ATIENZA A., RIGUEIRO A., CASTRO M., 1993. Producción de hongos comestibles en masas de *Pinus sylvestris* de Soria. Efectos de los tratamientos selvícolas. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Lourizán 1993. T. III: 363-368.
- FERNÁNDEZ P., NAVARRO R., 2001. Estudio de la regeneración post-incendio en masas de *Pinus pinaster* Ait. En Andalucía. *Actas del III Congreso Forestal Español*, Mesa Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 6, 469-474.
- GANDULLO J.M., NICOLÁS A., 1967. Estudio ecológico de los pinares españoles. I: *Pinus pinaster* Aiton. IFIE.
- GANDULLO JM., SÁNCHEZ O., 1994. Estaciones ecológicas de los pinares españoles. ICONA., 188 pp.
- GARCÍA-ABEJÓN J.L., GÓMEZ-LORANCA J.A., 1989. Tablas de producción de densidad variable para *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Central. *Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales*, nº 47. INIA. Madrid.
- GIL L., 1991. Consideraciones históricas sobre *Pinus pinaster* Ait. en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Estudios geográficos*, 202, 5-27.
- GONZÁLEZ MARTÍNEZ S.C., MIGUEL I., ALLUÉ M., ALÍA R., GIL L. 2003. Estructura poblacional y flujo genético en un regenerado natural de *Pinus pinaster* Ait (Coca, Segovia). *Cuadernos de la SECF* 15, 123-128.

- GONZALO J., SÁNCHEZ P., 1997. Análisis de calidad de estación en dos regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Aiton: Oña (Burgos) y Sierra del teleno (León). En II Congreso Forestal español, tomo IV, 315-320.
- GRAU JM., GÓMEZ LORANCA JA., MONTOTO JL., 1997. Ensayo de introducción de especies en Covarrubias (Burgos): problemas con el *Pinus pinaster*. Cuadernos de la SECF. 4, 141-150.
- GUERRA B., BRAVO F., 2004. Análisis y modelización de la regeneración de *Pinus pinaster* Ait. En el Sistema Ibérico Meridional. Reunión del Grupo de Trabajo sobre modelos de la SECF. Palencia.
- HERRERO C., BRAVO F., SAN MARTIN R., 2004. Modelo de probabilidad de germinación de pino negral (*Pinus pinaster* Aiton) tras incendio. Actas de la Reunión de Modelización Forestal. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 18: 57-63.
- IDÁÑEZ F., 1995. Oficios tradicionales de las Sierras de Segura: pegueros y mereros. Demófilo 14. Fundación Machado.
- JCYL (Junta de Castilla y León), 2003. Plan Forestal de Castilla y León, tomo V3. Conservación y mejora de los bosques. Consejería de Medio Ambiente, 200 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, 2000. Proyecto de Ordenación del grupo de Montes Arrancapechos en el Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas, provincia de Jaén. Consejería de Medio Ambiente. Dirección General del Medio natural. Servicio de Ordenación y Defensa de los Recursos Forestales. Sevilla. (Inédito)
- JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002a. Primera Revisión y Segundo Plan Especial del Proyecto de Ordenación del Monte "Sierra Blanca y Sierra Bermeja" (MA-50012-CCAY) en la provincia de Málaga. Consejería de Medio Ambiente. Dirección General del Medio natural. Servicio de Ordenación y Defensa de los Recursos Forestales. Sevilla. (Inédito)
- JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002b. Proyecto de Ordenación del Grupo de Montes de Despeñaperros en la provincia de Jaén. Consejería de Medio Ambiente. Dirección General del Medio natural. Servicio de Ordenación y Defensa de los Recursos Forestales. Sevilla. (Inédito)
- KEELEY J.E., ZEDLER P.H., 1998. Evolution of life histories in Pinus. In: D.M. Richardson (ed.) Ecology and biogeography of Pinus: 219-242. Cambridge University Press. Cambridge
- LIZARRALDE I., BRAVO F., SANZ L., 2005. Evaluación del efecto de la resinación sobre la altura y el crecimiento diamétrico en masas naturales de *Pinus pinaster* Ait. en el sistema ibérico meridional. Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- LÓPEZ ESTEBARANZ M., MARTÍNEZ F., MOLINA M., HERNÁNDEZ A., LUCAS J.A., 2005. Balance socioeconómico y funcional del primer año de aplicación de la experiencia piloto de regulación de la recolección de setas en montes de UP de la zona de pinares de Almazán (Soria). Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- LUCAS J.A., 2001. Incidencia de las suertes de pino y las ordenaciones de montes en la Comarca de Pinares de Urbión de Soria. Cuadernos de la SECF 11, 81-92.
- MACÉ P., 2005. The wild fire risk management strategy in *Pinus pinaster* forest: the example of South-Western France. In: II International Conference on prevention strategies of fires in southern Europe. Barcelona, May, 9-11, 2005.
- MADRIGAL A., 1998. Problemática de las ordenaciones de masas artificiales en España. Cuadernos de la SECF, 6, 13-20.
- MADRIGAL A., ÁLVAREZ J.G., ROJO A., RODRÍGUEZ-SOALLEIRO R., 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Fundación Conde del valle de Salazar. Madrid.

- MADRIGAL J., HERNANDO C., VEGA J.A., 2005. Diseño de una metodología para la obtención de modelos de regeneración de especies arbóreas tras grandes incendios forestales: Aplicación al caso de *Pinus pinaster* Ait. Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005. Anuario de Estadística Agroalimentaria. Madrid. <http://www.mapya.es/es/estadistica.htm>
- MARTÍN S. TUERO M., GALERA R.M., RODRÍGUEZ J.A., 1997. Conservación de recursos genéticos de *Pinus pinaster* Ait. II Congreso Forstal Español, mesa 3, 377-381.
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ J.J., MARÍN A., HERRANZ J.M., FERRANDIS P., HERAS J., 1995. Effect of high temperatures on germination of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus pinaster* Ait. seeds in southeast Spain. *Vegetatio* 116, 69-72.
- MARTÍNEZ F., GINER M., LUCAS J.A., 2003. Propuesta para la regulación del aprovechamiento micológico en montes de utilidad pública de la zona de pinares de Almazán (Soria). Actas del I Congreso Nacional de Micología Forestal Aplicada. Soria, mayo de 2003.
- MARTÍNEZ M., TAPIAS R. 2005. Photosynthetic response to light and temperature of Spanish pines young seedlings. International Conference of Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean pines and their ecosystems MEDPINE. Bari (Italia). [www.iamb.it/iamb2005/](http://www.iamb.it/iamb2005/)
- MMA, Ministerio de Medio Ambiente (1998): Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996. Madrid. 337 p.
- MONTERO G., SÁNCHEZ-PALOMARES O., RÍO M., CAÑELLAS I., CALAMA R., 2004. Informe del convenio entre el INIA y la Junta de Castilla y León para el Estudio autoecológico y modelos de gestión de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) y de normas selvícolas para *Pinus pinea* L., *P. sylvestris* L., *P. pinaster* Ait. y *P. nigra* Arnold en Castilla y León.
- MONTERO G., GÓMEZ J.A., ORTEGA C., 1991. Estimación de la productividad aérea en una repoblación de *Pinus pinaster* Ait. en el Centro de España. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.*, 0, 191-202
- MONTERO G., ORTEGA C., CAÑELLAS I., BACHILLER A., 1999. Productividad aérea y dinámica de nutrientes en una repoblación de *Pinus pinaster* Ait. sometida a distintos regímenes de claras. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.*, Fuera de Serie nº1, 173-206
- NANOS N., TADESSE W., MONTERO G., GIL L., ALÍA R., 2001. Spatial stochastic modeling of resin yield from pine stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 31, 1140
- NANOS, N., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S., BRAVO, F., 2004. Studying within-stand structure and dynamics with geostatistical and molecular marker tools. *Forest Ecology and Management*, 189,223-240
- NAVARRO F.J., LINARES L., 1997. Evolución y gestión de los pinares en Grazalema. *Montes*, 50, 59-62
- OCHOA F., CABRERA M., 1991. Proyecto de Ordenación del monte de Valsera, Cudillero, Asturias. Consejería de Medio Ambiente. Principado de Asturias.
- OLIET J., CUADROS S., 1996. Caracterización dasométrica de masas mixtas con estrato dominante procedente de repoblación artificial en sierra Morena. *Cuadernos de la SECF* 3, 47-56.
- OLIET J.A., ABELLANAS B., CUADROS S., HIDALGO I., 1998. Aplicación del método de ordenación por cantones a las repoblaciones artificiales en Sierra Morena. *Cuadernos de la SECF* 6, 141-152.
- PARDOS J.A., SOLÍS W., 1977. Influencia del sistema de resinación sobre la formación de canales resiníferos, verticales y sobre el crecimiento radial del xilema de *Pinus pinaster* Ait.

- Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Producción vegetal, 7, 183-210.
- PÉREZ J.L., 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.
- PÉREZ-LAORGA E., 2005. Gestión de pinares de *Pinus pinaster* en la Comunidad Valenciana. Jornadas de creación de plataforma de I+D sobre *Pinus pinaster*. Grado (Asturias), 7-8 de febrero de 2005.
- RÍO M., RUÍZ-PEINADO R., LÓPEZ E., 2005. Modelo silvícola para repoblaciones de las principales especies del género *Pinus*. 4º Congreso Forestal español “La ciencia forestal: respuesta para la sostenibilidad” mesa 3, Zaragoza, septiembre 2005.
- RÍO M., BRAVO F., PANDO V., SANZ G., SIERRA DE GRADO R., 2004. Influence of individual tree and stand attributes in stem straightness in *Pinus pinaster* Ait. Stands. Annals of Forest Science, 61, 141-148.
- RODRÍGUEZ-GARCÍA, JUEZ, L., GUERRA, B., BRAVO, F., 2007. Análisis de la regeneración natural de *Pinus pinaster* Ait. en los arenales de Almazán- Bayubas (Soria, España). Investigación agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 16(1), 25-38.
- RODRÍGUEZ SILVA F., 2005. Integration of prescribed burning in the design and maintenance of the fuel break net and the economic analysis in the control of fuel loading in mediterranean forest ecosystems. In II International Conference on prevention strategies of fires in southern Europe. Barcelona, May, 9-11, 2005.
- ROJAS E., 1963. Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de *Pinus pinaster*. Su financiación. En II Asamblea Técnica Forestal. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial, 206-207.
- ROMERO M. 2004. La selvicultura en el Parque Nacional de Sierra Nevada. Conferencia impartida en el I Ciclo de Conferencias de Selvicultura. E.P.S. La Rábida (Huelva).
- RUÍZ SÁNCHEZ S., 1963. Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de *Pinus pinaster*. Su financiación. En II Asamblea Técnica Forestal. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial, 227-230.
- SAN MIGUEL A., 2004. Mediterranean European silvopastoral systems. In: Congreso Internacional de Silvopastoreo. Lugo, 2004.
- SANTAMARÍA E., FERNÁNDEZ MANSO A., RAMÍREZ J., 2005. El pino pinaster de la Sierra del Teleno (León): análisis de la calidad de la estación y tarifas de cubicación. Actas del IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.
- SERRADA R., 2000. Apuntes de repoblaciones forestales. Fundación conde del valle de Salazar. Universidad Politécnica de Madrid.
- SERRADA R., 2004. Apuntes de selvicultura. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.
- SERRANO M., 1994. Métodos de ordenación de pinares en resinación. in MADRIGAL, A.- 1994. Ordenación de montes arbolados. ICONA. Colección Técnica.
- SOLIS A., 2003. Planteamientos sobre la regeneración en pinares de repoblación que alcanzan la edad del turno. Cuadernos de la S.E.C.F., 15, 49-58.
- STEINBERG P., DELUCÍA E.H., SCHOETTLE A.W., SMOLANDER H. 1995. Photosynthetic light capture and processing from cell to canopy. 3-38. En: W.K. Smith & T.M. Hinckley (eds) Resource physiology of conifers. Academic Press. San Diego, USA.
- SUÁREZ C., CEBALLOS J., HUERTAS D., ALLUÉ M., 1999. Un siglo de ordenación y selvicultura en la Tierra de Pinares segoviana. In Madrigal, A. (coord), Ciencias y Técnicas

Forestales. 150 años de aportaciones de los Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.

- TADESSE W., NANOS N., AUNON F.J., ALÍA R., GIL L., 2001. Evaluation of high resin yielders of *Pinus pinaster* Ait. *Forest Genetics*, 8(4), 271-278
- TAPIAS R., GIL L. 2000. Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego. En: R. Vélez (ed.) *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y Experiencias*. McGraw Hill. Madrid.
- TAPIAS R., GIL L., PARDOS J.A. 1997. Influencia de los tratamientos selvícolas y la estación en la floración a edades tempranas de regenerados de incendios de *Pinus pinaster* Ait. de la Sierra del Teleno (León). *Actas del I Congreso Forestal Hispano-Luso, SECF. Tomo V*, 461-466.
- VEGA HIDALGO J.A., 2003. Regeneración del género *Pinus* tras incendios. *Cuadernos de la SECF*, 15, 59-68.
- VEGA HIDALGO J.A., LANDSBERG J., BARÁ S., PAYSSEN T., FONTÚRBEL M.T., ALONSO M., 2003. Efectos del fuego prescrito bajo arbolado de *Pinus pinaster* en suelos forestales de Galicia y Andalucía. *Cuadernos de la SECF* 9, 123-136.
- VEGA J.A. PÉREZ GOROSTIAGA P., FONTURBEL T., CUIÑAS P., HERNANDO C., GUIJARRO M., MARTÍNEZ E., MADRIGAL J., ALONSO M., BELOSO MC, DURÁN M.V., DÍEZ C. 2003. Regeneración de *P. Pinaster* Ait. tras incendios forestales y medidas selvícolas para favorecerla. Informe final del proyecto INIA SC-99-018-C2, Madrid, 40 pp
- VEGA J.A., HERNANDO C., MADRIGAL J., PÉREZ GOROSTIAGA P., GUIJARRO M., FONTURBEL T., CUIÑAS P., MARTÍNEZ E., FERNÁNDEZ C., 2005. Regeneración de *Pinus pinaster* Ait. tras incendios forestales y medidas selvícolas para favorecerla. *Actas del IV Congreso Forestal Nacional*. Zaragoza.
- XUNTA DE GALICIA, 2001. O bosque galego en cifras. Santiago de Compostela