

CAPÍTULO.

SELVICULTURA DE *PINUS PINASTER* SUBESP. *ATLANTICA*

Revisado a 10 de abril de 2007 por Rodríguez Soalleiro

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

Alberto Madrigal Collazo

Departamento de Silvopascicultura. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Polit. Madrid. Ciudad universitaria s/n. 28040 MADRID. amadrigal@montes.upm.es.

0. INTRODUCCIÓN

I. TIPOLOGÍA

- I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES
- I.2. TIPOLOGÍA SELVÍCOLA DE LOS PINARES

II. TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

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

III. CUIDADES CULTURALES

- III.1. DESBROCES Y CONTROL DEL MATORRAL
- III.2. CLAREOS
- III.3. CLARAS
- III.4. DENSIDAD Y RESISTENCIA A VIENTO
- III.5. PODAS
- III.6. PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y DAÑOS

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

- IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN
- IV.2. CRECIMIENTO
- IV.3. TURNO
- IV.4. EXISTENCIAS Y PRODUCCIÓN
- IV.5. PRODUCCIÓN MICOLÓGICA

V. BIBLIOGRAFÍA

0. INTRODUCCIÓN

Pinus pinaster atlantica es la principal conífera comercial del noroeste ibérico, donde cubre unas 620.000 ha en masas puras y mezcladas en Galicia, así como 25.000 ha en Asturias, acumulando unas existencias de más de 50 millones de m³ (Xunta de Galicia, 2001; DGCONA, 2000). El crecimiento corriente anual en Galicia es de 3.300.000 m³/año, y el nivel medio de cortas anual de 2.500.000 m³/año, lo que indica que se produce un pequeño incremento de las existencias. La madera del pino gallego se ha empleado en diferentes destinos industriales o domésticos, sirviendo particularmente como fuente principal de materia prima del sector de aserrado. La mayoría de los pinares en estas regiones tiene origen antrópico, aunque la especie se ha naturalizado por completo y muestra una excelente aptitud para la regeneración natural. La estructura y composición de los montes es muy variada según su origen y el tipo de gestión realizada. En la actualidad tiende a concederse una mayor atención a las producciones complementarias de la madera, a sus valores paisajísticos, al aprovechamiento silvopastoral y en general a su gestión sostenible.

I. TIPOLOGÍA

I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES

Desde un punto de vista selvícola es útil considerar la existencia de dos subespecies de *Pinus pinaster* Ait. en España, la *atlantica* o *maritima* y la *mediterranea* o *mesogeensis*, siendo la primera la que ocupa el noroeste peninsular (Ceballos y Ruiz de la Torre, 1979). Las diferencias entre ambas son importantes, tanto en lo referente a autoecología (el pino marítimo es estenoico, no supera los 900 o 1000 m de cota y es sensible al frío y a nevadas fuertes) como en caracteres culturales (el crecimiento es mucho más rápido y tiene copa más recogida, menor porcentaje de corteza y menor producción de resina). La distinción señalada se complica sin embargo si se consideran las plantaciones con procedencias resineras que se han realizado en el noroeste español, o los caracteres próximos a la subespecie *atlantica* que muestran determinadas regiones de procedencia del centro-oeste español (DGCONA, 1996).

El área del norte de la Península con mayor representación de estos pinares es la región galaico-asturiana, ya que en el País Vasco y Cantabria el empleo de pino radiata y eucalipto ha reducido la superficie a unas 9000 ha. Nicolás y Gandullo (1967) distinguieron, en función de condiciones climáticas y edáficas, los pinares asturianos y de la costa norte gallega de aquellos situados en áreas interiores de las provincias de Lugo y Coruña y de los presentes en las comarcas costeras occidentales. Estos últimos, situados en la comarca geoforestal de la costa atlántica (Xunta de Galicia, 1992), son los de mayor extensión y calidad, encontrándose claramente naturalizados. Por el contrario, la presencia del pino en la comarca de la costa norte gallega ha quedado muy reducida por la expansión reciente del eucalipto.

En el área costera del noroeste ibérico los pinares parecen proceder en su mayor parte de repoblaciones que comenzaron a realizar los propietarios en el siglo XVIII, presumiblemente con semilla procedente del norte de Portugal (Ruíz Zorrilla, 1981). Las primeras repoblaciones se realizan en el Bajo Miño y la Alta Limia, continuando la expansión por las áreas costeras, en donde mantuvo una clara relación con la industria de la salazón, necesitada de madera fácil de trabajar para utilizarla en el embalaje del pescado (Fernández de Ana, 2000). Los campesinos posiblemente realizaron una selección de semilla a partir de pies de buena calidad, lo que dio origen a una

variedad o forma conocida como *femia*, que presenta destacadas características morfológicas, con un fuste recto, corteza muy fina, copa reducida, poda natural sin dejar muñón y madera de muy buena calidad. Esta forma de expansión ha dado lugar a masas irregulares de pequeña extensión con aprovechamiento por huroneo de pies de grandes dimensiones y madera muy cotizada.

Los estudios realizados por el Centro Forestal de Lourizán sobre el comportamiento de distintas razas de la especie, consideran la existencia de tres razas dentro de la subespecie atlántica: la portuguesa, la gallega y la landesa. El pino gallego muestra un comportamiento más próximo a la raza portuguesa que a la landesa, con buenos resultados en ramosidad y crecimiento, aunque mediocres en cuanto a forma (Molina, 1965).

Muchos pinares del interior de Galicia, particularmente en las provincias de Lugo y Orense, proceden de repoblaciones efectuadas en las décadas 40 y 50 con semillas de procedencias resineras (y por tanto de la subespecie *mediterranea*) o desconocidas. Ello dio lugar a desiguales resultados de crecimiento y vigor (Catalán, 1988); los pinares del interior tienen importantes problemas de forma, menor crecimiento, y elevados porcentajes de corteza, motivo por el que se consideran dos regiones de procedencia y zonas de utilización independientes (Galicia costa y Galicia interior), y se plantea en la actualidad la regeneración artificial de aquellas plantaciones peor adaptadas. Se ha empleado en distintos montes repoblados en los años 60 la variedad *hamiltonii*, correspondiente a la raza corsa y que se caracterizaría por el buen crecimiento y la excelente forma, si bien los resultados no han sido los esperados.

I.2. TIPOLOGÍA SELVÍCOLA DE LOS PINARES Y MODELOS DE GESTIÓN

El profundo proceso de naturalización de esta especie en Galicia hace que prácticamente no exista un km² de superficie gallega sin su presencia y da lugar a una considerable variedad de pinares atendiendo a la forma principal de masa, al grado de mezcla con otras especies o al origen del rodal. En cuanto al primer aspecto, pueden considerarse los rodales coetáneos, los regulares y los semirregulares en mayor o menor grado. Dentro de éstos últimos pueden existir rodales puros o en mezcla con eucalipto, frondosas u otros pinos, pudiendo además tratarse de mezclas pie a pie o por bosquetes de distinto tamaño. En cuanto a su origen los rodales pueden proceder de plantación o de regeneración tras incendio o corta. Atendiendo al agente gestor, puede hablarse de montes gestionados por Administración (la mayoría son Montes Vecinales en Mano Común, en adelante MVMC), montes vecinales con gestión activa por las comunidades y montes particulares, lo que redundará directamente en su estructura y composición. Las diferencias más importantes entre la gestión pública y la privada en montes particulares son las siguientes:

- *Pinares gestionados por la Administración.* Proceden de plantación o de regeneración tras incendio o corta. Se trata casi siempre de rodales coetáneos o regulares y puros, que forman mosaicos de distintas edades a escala monte. Estos pinares ocupan los terrenos de mayor pendiente y elevación, y de peor capacidad productiva. El porcentaje de superficie no mecanizable ronda el 40%, aunque los cuidados culturales del vuelo se realizan con mayor frecuencia que en la gestión privada. Las características de forma, ramosidad y porcentaje de corteza son generalmente inferiores, debido a que originalmente fueron plantaciones. Las únicas mezclas con cierta importancia en este caso son con robles o rebollo (particularmente en las provincias interiores), así como las mezclas de pinos,

derivadas de repoblaciones mixtas o de regenerado de pino gallego en plantaciones de pino radiata.

- *Pinares particulares de gestión privada*. Proceden originalmente de plantaciones o siembras, tras las que se suceden regeneraciones por efecto de fuegos o cortas. Ocupan los terrenos de mejor calidad y menor altitud, aunque la superficie media por explotación es de 1,5 a 2 ha repartidas en numerosas parcelas. Las cortas tradicionalmente aplicadas son de huroneo de los mejores pies, lo que da lugar a estructuras semirregulares y a mezclas de especies, derivadas también de regeneraciones aleatorias tras incendio y de los cambios de composición por especies en las parcelas de distintos propietarios. Se dan también casos de pinares en monte vecinal en mano común (MVMC), con gestión de la propia comunidad, asesorada en ocasiones por asociaciones de propietarios forestales.

Los pinares puros ocupan unas 383.000 ha en Galicia, de las que 107.000 corresponden a MVMC (Xunta de Galicia, 2001). Podrían añadirse a esa categoría las masas asturianas. En lo referente a los rodales mezclados, puede indicarse la posible distinción entre las mezclas pie a pie o por bosquetes pequeños, y las mezclas por bosquetes de mayor tamaño, en las que la silvicultura podría ser la correspondiente a rodales puros aunque aplicada a nivel de bosquete. Las mezclas más frecuentes son:

- *Mezclas de pinos* (normalmente con pino radiata). Dadas las necesidades de luz de ambas especies la mezcla solo puede mantenerse cuando el ritmo de crecimiento en altura sea similar y, en caso contrario, las intervenciones de clareo o clara afectarán a la de menor desarrollo. Ésta era una mezcla frecuente en localidades costeras, en las que la adaptación y frugalidad del pino gallego y la susceptibilidad del pino radiata a plagas y enfermedades han reducido su importancia.
- *Mezclas de pino gallego y eucalipto*. Dada la diferente pauta de crecimiento, las distintas formas de reproducción y el carácter heliófilo del pino, estas mezclas no son estables ni susceptibles de tratamiento racional, por lo que terminan convirtiéndose de forma natural o por intervenciones en eucaliptares puros (Rodríguez Soalleiro, 1995). Son rodales en los que no se aplica normalmente tratamiento, suelen proceder de incendio y a menudo tienen presencia de frondosas, que toleran mejor la dominancia del eucalipto. Se ha estimado la existencia de 160.000 ha en Galicia (Xunta de Galicia, 2001)
- *Mezclas con frondosas*. Son susceptibles de cuidados culturales racionales, siempre en el sentido de favorecer a las especies frondosas, de menor crecimiento, dejando que la guía terminal tenga espacio para desarrollarse. La presencia lateral de las copas de pino favorece la forma de las frondosas, resultando un método oportuno para restauración de robledales o creación de rodales mixtos. Se estima en 60.000 ha la superficie cubierta por este tipo de mezcla, que ocurre tanto pie a pie como en grupos de árboles o bosquetes pequeños.

II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

II.1. REGENERACIÓN NATURAL

El pino gallego florece en los meses de abril y mayo y la piña madura en otoño del segundo año, pero no se abre hasta la llegada de abril o mayo del tercer año. 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). El carácter serótino de las piñas ha quedado de manifiesto en los estudios de Tapias *et al.* (1997), que en pinares pontevedreses encontraron un porcentaje de conos cerrados próximo al 70% (incluso en piñas de cinco años) y una edad de producción de las primeras flores femeninas de 4 años. De esto se deriva la existencia de un banco aéreo de semillas y la presencia de semilla viable en el árbol en pie 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 (Vega Hidalgo, 1977). Existe asimismo un banco de semillas en el suelo, que normalmente tiene menos importancia de cara a la regeneración debido a la incidencia de incendios en estos pinares.

La producción de piña comienza en esta especie a los 6 ó 7 años, aunque en cantidades reducidas y con piñón de escasa viabilidad, dando ya cierta producción a los 10 o 15 años, lo que es indicativo de una gran adaptación a los fuegos. La producción de semillas no es abundante todos los años, aunque las buenas cosechas son frecuentes, de forma que las cortas no se condicionan en general por ese hecho (García Borregón, 1953).

El piñón es relativamente grueso y de ala pequeña, por lo que la mayoría de las semillas diseminan bajo la copa (Carvalho *et al.*, 2002). La importancia de la diseminación lateral parece ser reducida en comparación con el regenerado que se obtiene derivado de los restos de corta. Así, Gorgoso *et al.* (2000) no observaron diferencias significativas en la densidad de regenerado a distintas distancias de la masa adulta circundante en rodales mezclados de esta especie y pino insigne que fueron cortados a hecho.

La disponibilidad de piñón en el suelo viene determinada por su liberación tras la apertura de las piñas. Las altas temperaturas, derivadas de condiciones meteorológicas o de incendios, posibilitan la apertura de las escamas, habiéndose cifrado la tasa media de apertura en piñas sometidas a choques térmicos en un 52 % (Reyes y Casal, 1997). Los mismos autores encontraron que no se producían pérdidas en la viabilidad de las semillas debido al efecto de aislamiento que proporcionaban las piñas. La apertura de las piñas tras incendio es gradual, completándose a los 3 ó 4 días. El efecto de liberación rápida de semillas tras el incendio es, sin embargo, mucho más intenso en pino radiata, lo que determina que en pinares en mezcla de las dos especies la proporción de pino radiata en el regenerado tras incendio sea mayor (Vega Hidalgo, 1977). La trituración de los restos de corta favorece enormemente la liberación del piñón y da lugar a regenerados más densos y prácticamente coetáneos (Canga, 2000).

El pino gallego resiste poco a los fuegos y la mayor parte de los árboles mueren, o bien por el efecto directo del fuego, o por el ataque de escolítidos, como *Ips sexdentatus* o *Pissodes* sp, que sucede tras su debilitamiento. La regeneración tras incendio es, en general, excelente y da lugar a regenerados muy densos. Los incendios de verano son los que producen mejores regeneraciones, especialmente si son de media copa, ya que el matorral habrá sido muy afectado y la piña se habrá abierto con facilidad. La pendiente se cita en este caso como factor muy negativo para la regeneración, debido al posible arrastre por las lluvias. La regeneración se consigue a los pocos días (de 15 a 25 en general), lo que hace aconsejable ejecutar de forma rápida el aprovechamiento para no dañar al regenerado (Vega Hidalgo, 2003).

El consumo de las piñas por ardillas o los ataques de perforadores no resulta tan importantes como para afectar a la regeneración natural en estos pinares.

II.1.1. Germinación y primer desarrollo

La germinación del piñón requiere condiciones de humedad y temperatura que se consiguen sobre todo en los períodos primaveral y otoñal, lo que determina dos golpes anuales de regeneración (Gorgoso *et al.*, 2000), si bien los montes costeros pueden tener condiciones adecuadas durante prácticamente todo el año. Si la primavera y el verano son secos, la germinación se concentra en otoño. La exposición parece afectar poco la facilidad de regeneración, siendo esta especie capaz de regenerar en solanas y cumbres expuestas, como corresponde a su temperamento francamente heliófilo. Las heladas o la reducción estival de precipitaciones que se produce en el área de distribución del pino gallego, no afectan significativamente a la supervivencia de las plántulas.

Las características de la capa superficial del suelo tienen incidencia directa en la germinación, habiéndose encontrado que la mayor pedregosidad o la cobertura de una densa capa de musgo o de materia orgánica la dificultan especialmente (Canga, 2000). La remoción del suelo que se produce con los trabajos de aprovechamiento forestal o de manejo de restos de corta favorecen la instalación del regenerado, planteándose en algunos casos trabajos específicos de fresado cuando la regeneración es insuficiente (Ochoa y Cabrera, 1991). Vega Hidalgo (1977) indica que los suelos más afectados por las quemaduras ofrecen un mejor lecho de germinación, lo que justifica los mejores resultados de regeneración tras incendios intensos. El esparcido de los restos de corta por el área cortada produce un efecto de retardo en la regeneración de unos dos o tres años, al no comenzar la germinación hasta que se descomponen parcialmente los restos.

II.1.2. Establecimiento del regenerado

El establecimiento de un regenerado vigoroso requiere que la competencia intraespecífica se controle mediante tratamientos. Los brinzales no soportan una densa cubierta de árboles adultos y, si ésta se mantiene, las plantas se ahílan y pierden vigor, no respondiendo bien a posteriores cortas de liberación de la cubierta. Por otro lado, en regenerados muy densos tras incendios, a menudo con más de 100.000 pies·ha⁻¹, los brinzales entran en una competencia intensa en el estado de monte bravo, se produce un efecto parecido de reducción de copa viva y ahilamiento, y la masa puede llegar a estancarse si esas condiciones perduran.

La competencia interespecífica da lugar a retrasos en el establecimiento o incluso al ahogamiento de los brinzales de pino, a pesar de su rápido crecimiento inicial, especialmente en el caso de tojo y helecho. El primero acompaña muy frecuentemente a los regenerados tras incendio y comienza a producir competencia fuerte en la primavera siguiente al fuego, cuando emite brotes de cepa muy vigorosos y de gran crecimiento (Vega Hidalgo, 1977). El helecho es considerado uno de los mayores enemigos de la regeneración, especialmente cuando es de talla elevada y cubre completamente el suelo, debido a que produce sombra excesiva cuando está en pie y aplastamiento cuando se seca en otoño. Se ha apuntado la primavera como la época óptima de corta al aplastarse el helecho en los trabajos de aprovechamiento, lo que limita los daños durante el año en curso (Canga, 2000; Ochoa y Cabrera, 1993).

En épocas pasadas, el pastoreo con cargas elevadas, particularmente de caprino, motivó el acotamiento de los tramos en regeneración. En ocasiones éstos se

seleccionaban en los proyectos de ordenación como los más alejados a los núcleos de población precisamente porque deberían acotarse (Marcide, 1956; García Borregón, 1953). No se tiene constancia reciente de problemas en la consecución del regenerado debido al pastoreo. Debe considerarse sin embargo que el ganado caprino consume los brotes, así como el ovino en caso de escasez de plantas más palatables. Se citan también mordisqueos y frotamientos de corzos y mordisqueo de ratones de campo y conejos. Estos últimos pueden ser especialmente dañinos en las repoblaciones.

II.2. REGENERACIÓN ARTIFICIAL

En la gestión de montes de esta especie se recurre a menudo a la regeneración artificial, normalmente por plantación, a pesar de la buena aptitud que presenta para el regenerado natural por semilla. Las razones de este hecho son diversas, y pueden comentarse varias ventajas e inconvenientes de esa decisión.

Seguramente el factor determinante es la facilidad de gestión, por cuanto la regeneración queda asegurada con un monte coetáneo y de densidad homogénea, que no requerirá durante muchos años de clareos y permitirá mecanizar los desbroces. La posibilidad de emplear material de reproducción seleccionado tiene también importancia, y se relaciona con una intensificación de la silvicultura, con el recurso a la fertilización y con una preparación esmerada del suelo. La lignicultura francesa y la silvicultura intensiva gallega orientada a la producción de materia prima industrial, son claros ejemplos.

La calidad de la masa precedente también es un factor a tener en cuenta, especialmente en los montes del interior de Galicia y Asturias derivados de plantaciones con semilla poco adaptada, que presentan pies muy torcidos, de escaso desarrollo en altura y elevadísimos porcentajes de corteza. En esos casos resulta conveniente regenerar artificialmente con una fuente de semilla adecuada. Otro ejemplo lo constituyen las masas "paradas" debido a un exceso de competencia intraespecífica, que lleva en ocasiones a regenerar por plantación.

Los regenerados naturales tienen casi siempre mayor vigor y desarrollo que las plantas de repoblación, lo que unido a que en numerosas ocasiones se cuenta con regeneración adelantada, hace que se haya recomendado recurrir a la plantación sólo para poblar aquellos huecos que permanezcan en los rodales que tratan de regenerarse (López de Sa, 1963).

Las segundas repoblaciones suponen mayores costes que la regeneración natural, debido especialmente a que la plantación y la preparación del terreno no pueden mecanizarse en muchos casos por la presencia de tocones. La regeneración natural necesita también inversiones en forma de cuidados culturales como limpiezas y clareos, que en ocasiones pueden ejecutarse de forma semisistemática y con desbrozadora de cadenas, lo que reduce los costes necesarios para la adecuación de las densidades iniciales. Los resultados de simulación de rodales indican una ventaja económica general cuando se recurre a la regeneración natural (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2000).

II.3. TRATAMIENTOS GENERALES

II.3.1. Tratamiento en monte alto regular

Las cortas de regeneración que se han aplicado al pino gallego son variadas, aunque con un predominio general de distintas variantes de cortas a hecho, tratamiento que se relaciona directamente con una intensificación de la selvicultura. El argumento obvio para la aplicación de cortas a hecho es que la regeneración natural se consigue sin necesidad de mantener pies protectores (Plaza, 1967), o bien se prefiere regenerar la masa artificialmente. También se han indicado la facilidad de gestión, aumento del precio de enajenación o la mejor adaptación a montes pastoreados (Martínez Ruíz, 1967). La corta a hecho es también el principal tratamiento aplicado en las Landas de Gascuña, normalmente con regeneración posterior artificial por siembra o plantación (Maugé, 1987). En Portugal se practican cortas a hecho de más de 5 ha cuando se opta por regeneración artificial y selvicultura intensiva, o las variantes de cortas a hecho por fajas o bosquetes, que tienen la ventaja de favorecer la regeneración natural y la protección lateral del regenerado (Carvalho *et al.*, 2002).

En los montes gestionados por la Administración las cortas suelen localizarse en rodales de pequeña superficie, por lo que el monte está formado por rodales de diferente edad e incluso especie. Las superficies de corta suelen ser reducidas al pretenderse lotes de madera de tamaño moderado que incremente el número de ofertas en las subastas, por lo que se cortan de una vez de 3 a 5 ha de monte. Las cortas se van sucediendo hasta completar el rodal que se desea cortar, progresando en general en sentido contrario a los vientos dominantes y de forma que la madera no deba desemboscarse por superficies ya regeneradas. El procedimiento de enajenación por subasta a riesgo y ventura de madera en pie favorece este tipo de cortas, ya que no son necesarias las costosas operaciones de señalamiento. Son raras las cortas en un tiempo de rodales completos de superficie mayor de 10 ha.

En montes con fuertes pendientes se han considerado cortas a hecho en fajas, normalmente de anchura igual a una o dos veces la altura del arbolado. Este tipo de cortas también se aplicaron en áreas venteadas, recomendándose anchos de faja cortada iguales o inferiores a 30 m, así como no dejar entrefajas pobladas estrechas, para evitar los derribos (Camarero, 1966).

La variante de cortas a hecho en dos tiempos ha sido propuesta para Galicia y aplicada en algunos montes asturianos. Su principal ventaja no reside tanto en complementar la regeneración producida como en mantener una reserva de árboles portadores de semilla frente al riesgo de incendio del regenerado a edades tempranas (Molina, 1988). Los inconvenientes encontrados han sido los daños provocados por el aprovechamiento de los árboles madre (de 30 a 50 por ha) y el riesgo de derribo por viento de éstos, lo que ha llevado en muchos casos al abandono del método a favor de la corta a hecho en un tiempo. En la actualidad, la protección del paisaje puede ser un argumento para plantear este tipo de cortas.

La aplicación de aclareos sucesivos ha tenido cierta importancia en Galicia, particularmente en montes ordenados. Los períodos de regeneración aplicados en este caso oscilaron entre los 8 y los 11 años, para establecer un número de tramos no excesivamente alto, pero con una tendencia general a la simplificación de las cortas y la reducción de los períodos, al constatarse casi siempre buenas regeneraciones tras los primeros cinco años (Gómez Gil, 1967). Así, López de Sa (1963) recomienda períodos de regeneración de, a lo sumo, 6 años, y establece una preferencia por el aclareo para prevenir la invasión del matorral y proteger el suelo.

La forma de realización de las cortas ha tenido algunas variantes. García

Borregón (1953) recomendaba no aplicar cortas preparatorias en pinares poco densos, sino una diseminatoria fuerte extrayendo un tercio de los pies, dejando 90 pinos por ha, y dos cortas secundarias donde se extrajera la mitad de la masa residual en cada caso (se trataría en resumen de un esquema con tres cortas: diseminatoria, aclaratoria y aclaratoria/final). En las sucesivas revisiones de esa ordenación se simplificaron las cortas con el fin de reducir los daños al regenerado, con lo que el aclareo pasó a ejecutarse en dos fases, una diseminatoria fuerte que extraía del orden de la mitad de la masa, y una aclaratoria/final, considerándose poco importante atender a su dirección de realización (Gómez Gil, 1967, Peláez, 1973). Conviene señalar que la diferencia de este tratamiento respecto a una corta a hecho en dos tiempos se centraría en el peso de cada una de las cortas. Las zonas con regeneración adelantada no requieren ni siquiera la corta diseminatoria.

Los aclareos sucesivos se han considerado recientemente por motivos paisajísticos en montes con importante uso social (Vega, 1992), habiéndose comprobado que la aplicación de cortas diseminatorias débiles fomenta la regeneración del roble. Esto puede ser o no un objetivo de gestión, e incluso se ha mencionado como ventaja de las cortas progresivas cuando se pretende incrementar la proporción de frondosas en la masa (García Borregón, 1953). En Portugal los aclareos sucesivos se aplican en tres fases, no alargando el período de regeneración más de 8 años, y con una corta diseminatoria muy fuerte, que extrae del 50 al 75 % de las existencias (Loureiro, 1991).

Manejo de restos de corta

El manejo de los restos del aprovechamiento constituye un aspecto muy importante del tratamiento de los pinares, que puede resultar más relevante que las cortas de regeneración de cara a la consecución de la regeneración, protección del suelo frente a la erosión, balance de nutrientes y estado sanitario de la masa.

En el método de aprovechamiento tradicional de madera corta se extrae todo el fuste del árbol hasta un diámetro en punta delgada próximo a 7 cm. Existe sin embargo la posibilidad de extraer la fracción de ramas gruesas, cuyo destino sería la industria de tableros, la fabricación de briquetas o las plantas productoras de energía eléctrica a partir de combustión de biomasa. Las ramas gruesas se retiran en ocasiones por los vecinos para su uso como leña. En pinares de aprovechamiento vecinal tradicional se retiraba el matorral para usarlo como cama de ganado. Se han demostrado importantes variaciones en las exportaciones de nutrientes en función de las fracciones extraídas en el aprovechamiento. En la fracción de corteza se ha medido una riqueza relativa en P seis veces mayor que en el fuste (Montero *et al.*, 1999); según Dambrine *et al.* (2000) las fracciones de corteza, acículas y restos tienen una gran riqueza relativa en Ca, K y Mg, de forma que la generalizada práctica de extracción de la madera con corteza o el descortezado en cargadero suponen un incremento en la extracción de cada uno de esos tres nutrientes de un 20 %. El mismo trabajo señala que el balance hidroequímico en una cuenca poblada de pinar muestra pérdidas netas importantes para el Ca, de 8 a 18 kg/ha/año, según el método de explotación, tras haber considerado los aportes por la lluvia y la alteración química de la roca.

La intensificación de la silvicultura debe considerar la necesaria reposición de nutrientes extraídos, especialmente de aquellos que, como el P disponible, presentan cantidades totales difícilmente incrementables por alteración de la roca o deposiciones atmosféricas. El descortezado en monte, el reaporte de cenizas de corteza procedentes de las industrias forestales, o los abonados de mantenimiento son prácticas interesantes

en ese sentido. Recientemente se ha obtenido información cuantitativa de detalle de las exportaciones de nutrientes que pueden ayudar en la decisión de cómo manejar los restos de corta, qué fracciones deben extraerse o qué dosis de fertilizante deben aplicarse para conseguir una estabilidad nutricional (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2007).

En paralelo con lo encontrado en pino radiata, son desaconsejables los sistemas de retirada de restos por decapado, que facilitan los procesos de erosión y empobrecen el suelo en nutrientes (Merino y Edeso, 1999). La retirada manual y amontonamiento fuera de monte tiene también este último inconveniente, aunque las fracciones de acículas y ramillos permanecen.

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. La problemática de incendios ha hecho sin embargo que este método de eliminación esté prácticamente abandonado. Por otro lado, la quema en montones provoca el ataque del hongo *Leptographium gallaeciae*, patógeno que vive previamente en el suelo controlado por otros hongos y que comienza a afectar a los seis meses de realizar la hoguera, expandiéndose en corros (Fernández de Ana, 1981).

La trituración de los restos de corta es una práctica con numerosas ventajas, ya que 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. El esparcido de los restos es barato y resulta favorable para la protección del suelo y el reciclado de nutrientes, aunque posterga la regeneración natural algunos años.

II.3.2. Tratamiento de los montes altos semirregulares o irregulares

En los montes particulares las cortas que generalmente se han realizado son de huroneo antiselvícola de los mejores pies, sin atender a la regeneración y dejando para masa futura casi siempre el vuelo más delgado y que fue dominado por los pinos más vigorosos, por lo que carece de vigor y de respuesta a la puesta en luz. Las cortas se realizan en momentos concretos en que existe necesidad de un ingreso económico y sin ningún tipo de planificación (Molina, 1988). Los rodales resultantes tienen varias clases de edad y por tanto estructura semirregular, con un nivel de existencias y crecimientos reducidos y mezcla de especies. En casos extremos de falta de crecimiento se habla de masas estancadas (Ruíz-Dana, 1964).

Este sistema de cortas duplica el turno de producción, baja los rendimientos y la calidad de la madera, encarece las operaciones de explotación e impide el uso económico de maquinaria (Romero, 1992).

II.3.2.1. Transformaciones

Una posible solución para estos montes es la transformación a monte regular, habiéndose considerado que cada propietario debería perseguir un escalonamiento de edades en cada una de las parcelas de su explotación, en aras de conseguir rendimientos periódicos. Son destacables en este sentido los esfuerzos realizados por los forestales portugueses en el análisis de los estados de irregularidad de un rodal, estableciendo

soluciones que pasan por seleccionar las clases diamétricas más próximas a una situación de regularidad, representadas por arbolado bien repartido en superficie y en número y con vigor suficiente para constituir la masa futura. Las demás clases quedan como secundarias y candidatas a ser extraídas en el turno de transformación (Loureiro, 1991). En montes muy degradados por cortas antiselvícolas, o de crecimiento estancado, o en aquellos en los que resulta imposible identificar una clase diamétrica de porvenir, la transformación pasaría por una corta a hecho con regeneración natural o artificial según se considere o no aprovechable la descendencia del arbolado en pie (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 1997).

En Galicia las transformaciones se aplicaron en montes con exceso de masa extracortable (que llega a una edad en la que disminuye extraordinariamente el crecimiento corriente) en los que a menudo existía un subpiso de escaso vigor por haber estado dominado. Se plantearon en esos casos turnos de transformación de unos 15 años con cortas de aclareo sucesivo, dejando unos 100 pies portagranos desde los 10 a los 15 años para abordar cualquier eventualidad (Peláez, 1961).

II.3.2.2. Tratamiento en monte irregular.

Si se pretende la aplicación de cortas de entresaca por bosquetes es preciso mantener bajas las existencias, para asegurar a los regenerados la presencia de luz, y aplicar las cortas por grupos de árboles (Silveira, 1984). Este tratamiento puede ser interesante en montes privados de escasa superficie, al poder cortar en rotaciones cortas, siempre que la selección de los pies se realice con criterios selvícolas.

El mantenimiento de estructuras semirregulares o irregulares mediante tratamiento de entresaca por grupos de pies o en bosquetes pequeños en rodales mixtos con frondosas, es una posibilidad poco experimentada, si bien se han obtenido modelos a partir de parcelas reinventariadas, que permiten simular tratamientos en rodales mixtos y de estructura compleja con interés productivo relevante (Sánchez y Rodríguez, 2002). La aplicación de cortas árbol a árbol tiene una tradición larga en pinares de esta especie en Liguria y Toscana (Bernetti, 1995) y se ha aplicado en otras especies heliófilas, como *Pinus taeda* en EEUU.

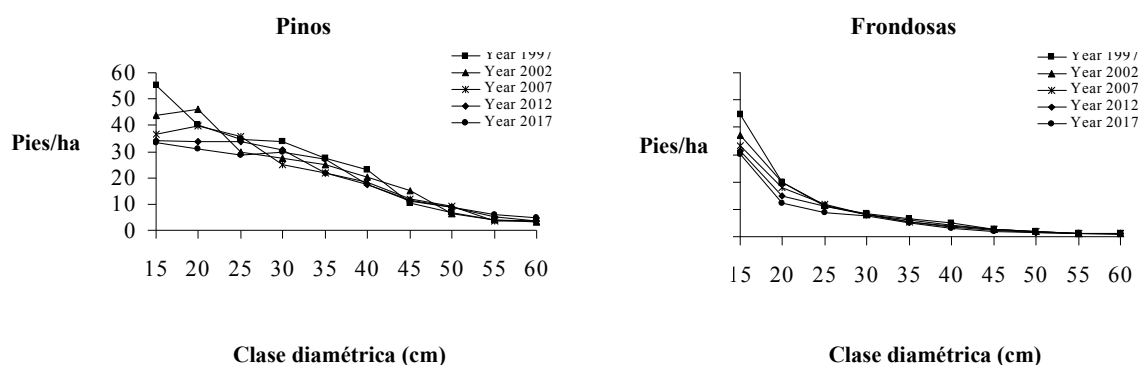


Figura II.1: Evolución de la estructura del rodal con cortas árbol a árbol

Se han estimado para Galicia valores de crecimiento de 5 a 7,5 m³/ha/año, realizando cortas en rotaciones de 5 años y estableciendo un diámetro de cortabilidad de

60 cm. El estado de equilibrio parece conseguirse cuando el área basimétrica antes de corta no supera los 20 m²/ha. El tratamiento favorece la regeneración de las caducifolias, que acaban dominando el monte si las cortas son débiles o inexistentes, por lo que en caso de desear una composición específica y diamétrica de equilibrio, debe intervenir fuertemente sobre el arbolado joven de frondosas. La figura 1 indica la evolución simulada en la estructura de un rodal sometido a cortas con rotación de 5 años (Sánchez y Rodríguez, 2002).

Las ventajas más evidentes de este tratamiento son la posibilidad de obtener ingresos frecuentes incluso en parcelas muy pequeñas, la concentración de la producción en individuos de gran diámetro y calidad de madera, y la mayor biodiversidad de esos rodales. Las desventajas son la intensidad de gestión necesaria y los posibles daños de saca. Falta, sin embargo, una mayor experimentación de este tipo de tratamientos para comprobar la validez de los modelos.

III. CUIDADOS CULTURALES

III.1. DESBROCES Y CONTROL DEL MATORRAL

El pino gallego presenta una cubierta de copas ligera que permite el paso de abundante luz y la presencia de matorral acompañante con composición similar a la que existiría sin presencia de arbolado (ericáceas, tojo, carqueixa y, en los sitios de suelo más fresco, helecho). La aplicación de desbroces no puede realizarse durante toda la rotación por ser antieconómico, por lo que se reduce a 2 o 3 intervenciones durante los primeros años, hasta conseguir el establecimiento de la masa o dominio del pinar. Tras ello, el control del matorral debe conseguirse mediante otras medidas culturales, que se tratarán en el siguiente apartado. Puede considerarse que una plantación tarda de 3 a 10 años en controlar el matorral de tojo, según la calidad de estación, lo que indica el periodo de mayor riesgo de incendio (Camarero, 1963).

Las operaciones de desbroce posteriores a la repoblación o a la consecución de la regeneración, se realizan con dos objetivos principales: limitar el riesgo de incendio disminuyendo la biomasa de matorral, y aumentar el crecimiento de los árboles por reducción de la competencia. Adicionalmente se consiguen mediante el desbroce unas mejores condiciones de accesibilidad al monte.

En Galicia el primero de los objetivos debe considerarse como prioritario, debiendo tenerse presente que el mayor riesgo de pérdida de la masa por incendio se produce precisamente en las primeras edades. El aprovechamiento tradicional del matorral por el campesino gallego ha decaído en los últimos años, dando lugar a grandes proliferaciones del mismo. La práctica de desbroces se ha generalizado en el último decenio debido a los trabajos de mantenimiento considerados en las ayudas para la reforestación de terrenos agrícolas abandonados y a los trabajos preventivos del Servicio de Defensa contra Incendios Forestales.

Los repoblados de pino gallego suelen presentar matorral heliófilo de gran desarrollo e inflamabilidad, aunque la proliferación depende de los tratamientos aplicados o de las perturbaciones acaecidas. En el caso de repoblaciones, los desbroces por arranque y la trituración reiterada del matorral heliófilo, son tratamientos favorables para transformar la vegetación hacia especies herbáceas, zarza o helecho. En regenerados tras incendio, la proliferación de matorral de ericáceas y tojo suele ser muy fuerte, aunque en los

lugares quemados más intensamente la reinvasión de matorral puede demorarse; otras veces la reducción en la competencia se debe a incendios de poca intensidad que provocan una fuerte caída de acículas que limita la germinación de otras especies (Vega Hidalgo, 2003).

En repoblaciones lo más frecuente es el desbroce mecanizado por trituración o el manual con motodesbrozadora. No es habitual la aplicación de herbicidas, aunque producen un control muy bueno si se aplica glifosato al matorral que rebrota después de una trituración, y se citan incrementos del crecimiento en volumen del 50% derivados del control de *Calluna vulgaris* en las Landas de Gascuña (Chaperon, 1986). Para esta última especie también se citan efectos alelopáticos sobre las raíces de los pinos.

En los montes gestionados por la Administración, se reserva el nombre de "ayuda a la regeneración" a operaciones de desbroce en regenerados naturales, que incluyen normalmente un primer clareo y una poda de los primeros verticilos. Ese clareo sirve para homogeneizar la densidad de regenerado y se practica de forma manual o mecanizada por fajas, como se tratará más adelante.

Una opción posible de cuidado cultural para el control del matorral y consecuente prevención de incendios, son las quemas prescritas, que consiguen importantes reducciones del combustible a un coste reducido, incluso en masas jóvenes (Vega Hidalgo *et al.*, 2000b). En Galicia sin embargo, las quemas bajo arbolado se aplican poco en comparación con las quemas de matorral.

Vega Hidalgo (2001) encontró reducciones de un 50 a un 60 % en el combustible fino (de menos de 6 mm) aplicando quemas por fajas a favor del viento, método que se mostró como el más flexible de los ensayados. El efecto preventivo es importante, ya que esa fracción de combustible disponible se relaciona directamente con el proceso de ignición y con un mayor avance en la velocidad del frente.

Los árboles de diámetro superior a 20 cm tienen unas buenas condiciones de aislamiento del *cambium* por la corteza, pero también se han obtenido buenos resultados en quemas con pies de menor diámetro, si la intensidad de éstas era limitada y no había 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 (Vega Hidalgo *et al.*, 2000a). 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. En quemas de poca intensidad no se observan alteraciones edáficas importantes (Vega Hidalgo *et al.*, 2000b). Los efectos de reducción de crecimiento del pinar o de la biodiversidad del sotobosque deben tenerse presentes, aunque se dispone por el momento de poca información publicada al respecto.

Deberán elegirse días adecuados para la quema, con velocidad del viento inferior a 15 km/hora de dirección no cambiante, humedad relativa elevada, época desde mediados de otoño a finales de invierno, evitando las horas centrales del día y habiendo transcurrido de 2 a 10 días desde la última lluvia. La técnica de ejecución elegida habrá de dar lugar a una velocidad de avance lenta, con intensidad baja y sin formación de pavesas. Los rendimientos aproximados son de tres jornales por hectárea (Vega Hidalgo, 1983). Parece recomendable la aplicación de quemas repetidas, ya que la

primera suele provocar una importante caída y acumulación de acículas en el suelo si el pinar no se ha podado.

En el norte de Portugal la aplicación de quemas prescritas en la gestión forestal es más común. Rego y Ferreira (2000) indican que las mayores restricciones para su uso son los ataques posteriores de escolítidos (*Ips sexdentatus* y *Tomicus piniperda*) y la elevada acumulación de combustible en algunos pinares, que impide la realización de quemas de baja intensidad. Existe constancia de la reducción de intensidad de incendios y de posibilidad de fuego de copas en áreas que se habían tratado 4 años antes, si bien se acepta que la efectividad de las quemas bajo arbolado no sería mucho mayor que ese periodo, dada la reinvasión de matorral, por lo que debe optimizarse la distribución espacial y superficie de las quemas, que no superan en general las 30 ha (Fernandes y Botelho, 2003).

En el Centro Forestal de Lourizán se ha trabajado en el control del matorral de los pinares mediante ganado. Se recomienda su uso en pinares adultos donde no se pretende la regeneración, rozando previamente el matorral para que el ganado aproveche los brotes tiernos e introduciendo en un primer paso caballos y/o cabras. El caballo gallego de monte es particularmente adecuado, dados los escasos cuidados que requiere y el buen control que hace del matorral, particularmente de las especies más apetecidas: tojo, retama o rebrote de frondosas (no así de los brezos o helechos). Se citan reducciones del 63 % de biomasa con respecto a parcelas testigo no pastoreadas (Rigueiro, 1983) y se recomiendan cargas de unas 2 yeguas por ha (Rigueiro *et al.*, 1998). Una ventaja adicional es su compatibilidad con regenerado joven, al que no mordisquea aunque puede pisar. Como inconvenientes de la introducción de ganado debe indicarse la necesidad de cercar el monte.

III.2. CLAREOS

En la selvicultura práctica se suele reservar la denominación de clareo para aquellas cortas de mejora que no dan lugar a productos comercializables, lo que para el pino gallego significa que el diámetro medio de los pies extraídos no llega a 12 cm. Entonces, por lo general, los clareos serán las operaciones de reducción de densidad que se efectúen antes de los 10 años de edad. Los objetivos de los clareos son la reducción de la competencia intraespecífica, la extracción de los peores pies (selección negativa) y la homogeneización de la densidad en regenerados naturales. La necesidad de realizar clareos y su intensidad dependen de la densidad inicial del rodal y del esquema selvícola que se pretenda aplicar.

En repoblaciones las densidades de introducción que se aplican actualmente oscilan entre 800 y 1.600 pies·ha⁻¹. Los valores inferiores, entre 800 y 1.100 pies·ha⁻¹, son los normalmente aplicados en las plantaciones de propiedad privada, mientras que los niveles más altos corresponden a montes gestionados por la Administración. La densidad inicial condiciona el número de desbroces a realizar y los cuidados culturales necesarios, particularmente el régimen de claras. En cualquier caso, los clareos no suelen ser necesarios ya que la primera corta de mejora se realiza entre los 12 y los 18 años y se trata por tanto de una primera clara.

En los regenerados naturales originados tras incendios las densidades iniciales superan normalmente los 10.000 pies·ha⁻¹, aunque a menudo se llega a más de 30.000

(Martínez y Rodríguez, 2000). En Asturias, Canga (2000) encontró una densidad media de 4.000 pies·ha⁻¹ en parcelas regeneradas tras corta y no quemadas, con valores mayores cuando se quemaron o trituraron los restos de corta; en este último caso la distribución del regenerado resultó uniforme en el 90 % de los casos, mientras que en ausencia de quema o trituración ese porcentaje bajó a un 76 %, lo que indica que en algunos casos el regenerado se estableció por corros o de forma irregular. Se comprende, por tanto, la necesidad de actuaciones de clareo que reduzcan esos niveles de densidad y la uniformicen.

La falta de realización de clareos en regenerados densos conlleva un estancamiento del rodal, ya que al haberse desarrollado los pies fuertemente en altura y escasamente en diámetro, la copa viva queda muy reducida y el vigor disminuye, bajando igualmente el crecimiento posterior, aunque la mortalidad natural no es elevada (Rodríguez Soalleiro, 1995). Si se mantiene esa situación hasta edades avanzadas se alcanzan valores del índice de Hart-Becking próximos al 10% y tasas de esbeltez superiores a 100, lo que indica importantes riesgos de desestabilización en el momento en que se intervenga. El rodal puede llegar entonces a estados en los que no sea factible ninguna actuación de recuperación y proceda la corta a hecho.

En los regenerados muy densos se recomiendan los clareos precoces mecanizados y semisistemáticos. Se desbrozan en este caso calles de 2 a 2,5 m de ancho con apero desbrozador triturador, dejando entrecalles que se trabajan de forma manual con motodesbrozadora, realizando desbroce y clareo simultáneamente. Es recomendable actuar antes de los 5 años, aunque si hay presencia de tocones puede esperarse a que éstos se descompongan (siempre que los pinos a triturar tengan diámetros basales inferiores a 10 cm); intervenciones más tardías tienen menor rendimiento y dan lugar a frecuentes roturas de cadenas (Martínez y Rodríguez, 2000). Esta operación permite una reducción fuerte de la densidad en una única intervención. Las densidades finales dependen del riesgo de curvatura de los pies remanentes; así, se prefiere dejar interfajas anchas (2 m) y densidades mayores (de 3.000 a 4.000 p ha⁻¹), en caso de que la densidad inicial de regenerado y matorral sea muy alta y el riesgo de curvatura de los pies elevado.

Desde un punto de vista selvícola lo más acertado es clarear en dos o más fases, reduciendo progresivamente la densidad hasta valores de 1.000 a 1.400 p ha⁻¹. Si los pinos han crecido a densidad muy elevada serán muy propensos al derribo o a la curvatura del tronco por efecto del viento o la nieve (inestabilidad mecánica), siendo recomendable en este caso intervenir de forma moderada y en varias ocasiones. En algunos casos puede bajarse a esa densidad en una única intervención, lo que significa un menor coste.

Los clareos selectivos tardíos, entre los 5 y los 10 años, se realizan con motosierra y pueden considerar la apertura de calles para facilitar la saca de los pies a borde de pista y preparar el monte para posteriores intervenciones.

En los clareos no se realiza un señalamiento previo de los pies a extraer, de forma que al mismo tiempo se seleccionan y apean los árboles. Se actúa con criterio de selección negativa, cortando los individuos mal conformados, ramosos, claramente dominados o que presentan plagas y enfermedades (*Pissodes notatus*, *Thaumetopoea pityocampa*, *Hylobius abietis*, *Lophodermium pinastri*, *Armillaria mellea*, entre otros).

Estas operaciones tienen un efecto notable en la mejora de la rectitud de los pies, ya que por un lado se extraen árboles con curvaturas basales (que pueden derivarse del viento o de la asimetría de la copa) y por otro se reduce la densidad, lo que posibilita precisamente que las copas puedan desarrollarse de forma equilibrada. Un exceso de densidad da lugar por lo tanto a curvaturas basales (Maugé, 1987).

El material obtenido es difícilmente comercializable, ya que no compensa los gastos de desrame, tronzado y saca a cargadero; la aceptación de diámetros cada vez más reducidos por las industrias de trituración o la venta de restos astillados podrían proporcionar ingresos que amortiguasen las necesidades de inversión de estas operaciones, particularmente en un escenario de fomento del uso energético de restos forestales. En cualquier caso, los clareos son inexcusables si la densidad es elevada, de lo contrario se compromete el valor futuro del rodal, y su correcta ejecución posibilita que la primera clara tenga un carácter comercial (Rodríguez Soalleiro, 1995).

III.3. CLARAS

Son cortas de mejora que dan lugar a productos comercializables. En pino gallego se han aplicado de forma diversa a lo largo del tiempo, en función del tipo de madera que se pretendía obtener, de los costes de la mano de obra, de la intensificación de la selvicultura y de distintos condicionantes de la gestión del monte. Se pueden considerar, por tanto, distintos regímenes de claras, caracterizados por diferente número de intervenciones de tipo, peso y rotación variables.

Pueden considerarse tres esquemas generales (Rodríguez Soalleiro, 1995):

- *Selvicultura de producción de madera de trituración.* Se aplican claras bajas frecuentes y de peso moderado, pretendiendo mantener una espesura próxima a la normal, que maximice la producción de madera industrial destinada a celulosa o tableros.
- *Selvicultura multiproducto.* Tiene como objetivo fundamental la producción de madera de calidad en las cortas finales, así como de madera de trituración o de sierra de pequeña dimensión en las cortas intermedias (que son más fuertes que en el caso anterior). Existen notables variaciones en función del origen natural o artificial de la masa, de la calidad de estación y de la propiedad y forma de gestión del monte.
- *Selvicultura de plantación a bajo espaciamiento.* Se reduce el número de claras a una única intervención, que podría ser precedida de un clareo.

Las tablas de producción de Echeverría (1948) han influido en la selvicultura gallega de la especie durante largo tiempo. A ese esquema responde el mantenimiento de densidades altas en las repoblaciones de hace algunas décadas. La rotación de claras establecida en estas tablas es de 3 años, en las intervenciones se extrae como mucho un 10% del área basimétrica (en adelante AB) y los índices de Hart son bajos, con una tendencia a mantenerse entre el 16 y el 19%. La intensidad total del régimen de claras varía entre el 20 y el 30 % del volumen total producido.

Un índice de espesura de cálculo sencillo, la relación de espaciamiento, cociente entre la distancia media entre pies y el diámetro medio, se empleó casi de forma generalizada para determinar los rodales más necesitados de clara (Marcide, 1956),

siempre por comparación con los valores de referencia de Echeverría. El índice toma valores que se van reduciendo con la edad, para una misma calidad de estación. Otro índice de uso extendido en la provincia de Coruña fue el de Czarnowsky, que indica el número de pies existente en un cuadrado de lado igual a la altura media del rodal. Ruíz-Dana (1964) estableció ábacos para determinar conjuntamente la calidad de estación y el índice correspondiente, representativo de la espesura normal. Para las cinco calidades de Echeverría los valores eran 30,5; 27,5; 24,5; 21,5 y 18,5. Una ventaja notoria de su empleo es que facilita las operaciones de señalamiento de clara, al establecer directamente los pies que deben permanecer en una cierta superficie.

La aplicación de estos regímenes de claras condicionaba la dimensión final de la madera, que en buena parte de los casos tenía por destino la producción de pasta de papel, considerando turnos de máxima renta en especie. Pero no siempre era así y, en la Galicia costera, cuando se pretendía obtener tabla de cierta anchura se seleccionaron turnos tecnológicos que rondaban los 40 años (García Borregón, 1953).

El progresivo encarecimiento de los jornales, el estancamiento del precio de la madera, o la desatención de las frecuentes intervenciones preconizadas, dio lugar a la aparición de nuevos esquemas de selvicultura, en los que se aplicaban menos claras, pero mucho más fuertes, de tipo por lo bajo o mixtas. Son representativas de esta evolución las tablas de producción de Orense (De la Fuente, 1970), que consideraron cuatro intensidades de clara para cada calidad (densidad normal de Assmann, débiles, moderadas y fuertes) y que fueron empleadas por los técnicos del Servicio Forestal Provincial.

El Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias instaló entre 1965 y 1966 un total de diez sitios de ensayo de claras en Galicia, en los que se consideró un abanico muy amplio de tratamientos de clara, con rotación muy corta (de 3 años):

- A. Tratamiento testigo sin claras, se extraen sólo árboles muertos o moribundos.
- C. Claras bajas moderadas, con AB residual del 85 al 90 %
- D. Claras bajas fuertes, con AB residual del 70 al 80 %
- E. Claras bajas o mixtas fuertes, con AB residual del 50 al 70 %
- R. Claras mixtas muy fuertes, con AB residual menor del 50 %.

Las intensidades de clara representadas por los tratamientos C y D se consideraron en aquel momento las más adecuadas, ya que los más intensos reducían la producción sin mejora sensible de las dimensiones, por lo que solo serían interesantes si las rotaciones de clara se alargaban hasta los 5 o 6 años (Pita y Moreno, 1973).

En muchas masas procedentes de repoblación no se interviene durante muchos años, debiendo ejecutarse una primera clara muy fuerte y sistemática por filas. Los grandes inconvenientes de estas claras es que no permiten una selección de pies atendiendo a un criterio de forma del fuste, carácter normalmente malo en el pino gallego, y que agudizan los problemas de derribo al dejar corredores en los que el viento se encajona.

Para paliar esos inconvenientes, las primeras claras en rodales densos se realizan actualmente de forma semisistemática, abriendo calles cada 5 ó 7 filas y actuando selectivamente en las restantes, lo que abarata el aprovechamiento y consigue organizar

el monte para sucesivas intervenciones. El peso de estas primeras claras suele ser muy fuerte (es frecuente extraer de un 40 a un 60 % de los pies), aunque para la adecuación de masas muy densas a niveles de densidad inferiores, debe actuarse con cautela dados los mayores riesgos de derribo en rodales con esbeltez media superior a 75 (Chaperon, 1986), de reinvasión del matorral heliófilo o de reducción del crecimiento corriente.

En primeras claras semisistemáticas, González Romero (2001) ha propuesto recientemente cortar una fila de cada 8, en previsión de ejecutar la segunda clara también de forma semisistemática, obteniendo una distribución simétrica de los árboles. Los recientes programas de primeras claras elaborados por este autor consideran un muestreo relascópico sencillo, tendente a obtener información de la densidad y AB (con estimación de la altura dominante), para ejecutar claras fuertes que extraigan hasta un 50% de pies y del orden del 25% del AB. En Galicia se ha aplicado un sistema de subasta a resultas que evita el señalamiento previo si se establecen unas prescripciones claras de los pies que deben extraerse. Datos recientes de las provincias de Lugo y Zamora indican que una primera clara en rodales densos puede suponer la extracción de 50 a 80 m³· ha⁻¹, según la edad y calidad.

Los regímenes de claras empleados en la actualidad corresponden a una selvicultura multiproducto, asegurando la implantación de una potente industria regional de tableros la comercialización de madera de poca dimensión. Se busca en este caso evitar en lo posible los clareos, concentrando las claras en pocas intervenciones y buscando en último término producir madera de calidad (Molina, 1983).

Las densidades de partida son actualmente reducidas, con marcos de plantación entre 2x3 m y 3x3 m, y en los regenerados naturales se preconizan clareos fuertes y precoces. Todo ello permite postergar la primera clara a los 15 ó 20 años, según la calidad de estación, siempre cuidando de mantener la esbeltez media máxima señalada, un porcentaje de copa viva mayor del 40% e índices de Hart superiores al 16%. Se realizan una o dos claras más, de tipo mixto y moderadamente fuertes, con rotación de 5 años. Entre la última clara y las cortas finales se deja pasar unos 10 años. A la hora de fijar el peso de clara podría ser de aplicación la Tabla III.1:

Tabla III.1. Cuantificación del peso de clara (Rodríguez Soalleiro, 1995)

Peso de la clara	Porcentaje de pies extraídos	Porcentaje de AB extraída	Variación porcentual del Índice de Hart
Débiles	0-15%	0-10%	0-9%
Moderadas	15-30%	10-20%	9-20%
Fuertes	30-45%	20-35%	20-35%
Muy fuertes	45-60%	35-50%	>35%

Para la cuantificación del tipo de clara parece muy conveniente en esta especie emplear el índice que relaciona el volumen del árbol medio extraído con el volumen del árbol medio antes de clara. El empleo de este índice tiene la ventaja adicional de que conocido el peso de clara que pretende aplicarse, en porcentaje de pies extraídos, puede estimarse con cierta precisión el volumen a extraer, si se define bien el tipo de clara. Según este índice podrían clasificarse las claras de la siguiente forma:

- Claras por lo bajo: 0,4-0,6
- Claras mixtas: 0,6-0,9

- Claras semisistemáticas: 0,7-0,9

Las claras por lo alto no se han practicado debido al carácter intolerante de la especie y a la falta de reacción a la puesta en luz de los árboles de los estratos inferiores, si bien se están ensayando intervenciones con selección de pies de porvenir, aplicando la clara en su beneficio. Ello tiene como ventaja evidente la reducción de la competencia sobre los pies de porvenir y la extracción de pies de mayor dimensión (Crecente *et al.*, 2005), citándose como inconvenientes la mala estabilidad de los pies dominados que se respetan, su sensibilidad a problemas sanitarios, o la mayor continuidad vertical de combustible y consecuente riesgo de fuego de copas (Fernandes y Rigolot, 2007). Actuaciones recientes han considerado este tipo de claras con apertura inicial de calles de desembosque y posterior apeo de uno o dos árboles que ejercen competencia sobre 200 que se señalan de porvenir y sufren poda alta (Sevilla, 2005).

La posible pérdida de producción en volumen por el mantenimiento de menores densidades es reducida, tal y como se ha comprobado en otras especies: Rodríguez Soalleiro *et al.* (2000) encontraron pérdidas de producción del 10 al 17 % en calidades altas y del 6 al 9 % en calidades bajas con respecto a un régimen selvícola de máxima producción en especie. Además, comparando el crecimiento medio a la edad del turno de máxima renta en especie, se han constatado reducciones medias del 7 al 9 % al aplicar selviculturas progresivas tanto en zona costera como interior (Rodríguez Soalleiro, 1995).

La Figura III.2 indica la evolución del total de madera producido para distintos regímenes de clara en la calidad 16 de la Galicia costera. El régimen de Echeverría es el que viene dado por las tablas de producción del mismo autor. El régimen a_1 corresponde a un esquema de producción de madera de trituración, el a_2 es intermedio y el a_3 se enmarca en esquemas de selvicultura multiproducto, con claras más fuertes y menor espesura.

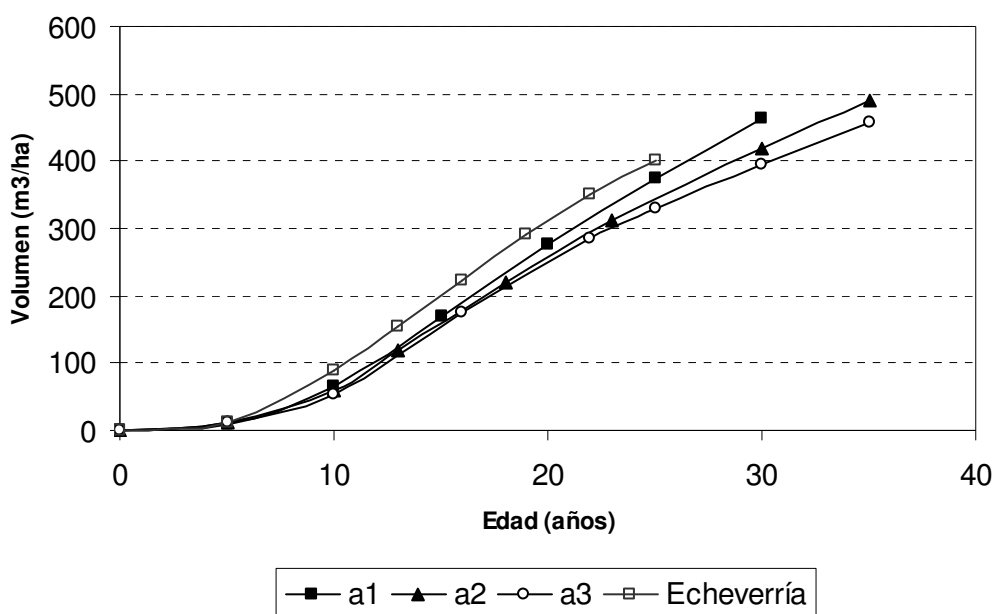


Figura III.2: Producción total en volumen para varios regímenes de clara en zona costera, calidad 16 m.

Los regímenes de clara característicos de la selvicultura de plantación a bajo espaciamiento son poco empleados en Galicia actualmente. Se parte en este caso de densidades iniciales iguales o inferiores a $800 \text{ pies}\cdot\text{ha}^{-1}$, por lo que la base para la selección de árboles es muy reducida y cualquier pérdida de pies derivada de desastres naturales, plagas o enfermedades, puede resultar crítica. Parece evidente la relación entre este tipo de selvicultura y el uso de planta seleccionada procedente de programas de mejora genética, por lo que ha de resaltarse la existencia de dos huertos semilleros correspondientes a la zona costera de Galicia.

El conocido efecto de concentración de los crecimientos en un menor número de árboles se ha comprobado también en la especie. Así, en los regímenes más intensos de claras, el volumen del árbol medio siempre es superior en comparación a los de claras débiles y por lo bajo. Rodríguez Soalleiro *et al.* (2000) encontraron variaciones del 67 al 82 % en el volumen del árbol medio en corta final entre distintos regímenes de claras, con un efecto más importante en las peores calidades de estación. La comparación de las distribuciones diamétricas en corta final también resulta representativa, y se comprueba la imposibilidad de producir pies de diámetro normal superior a 45 cm en calidades altas de la Galicia costera cuando se aplican claras bajas débiles (ver Figura III.3). La falta de aplicación de claras en montes gestionados por la Administración, determina unos volúmenes medios por árbol muy reducidos en las subastas públicas, que oscilan entre $0,44$ y $0,48 \text{ m}^3/\text{árbol}$, según provincias (Cadahía, 2001).

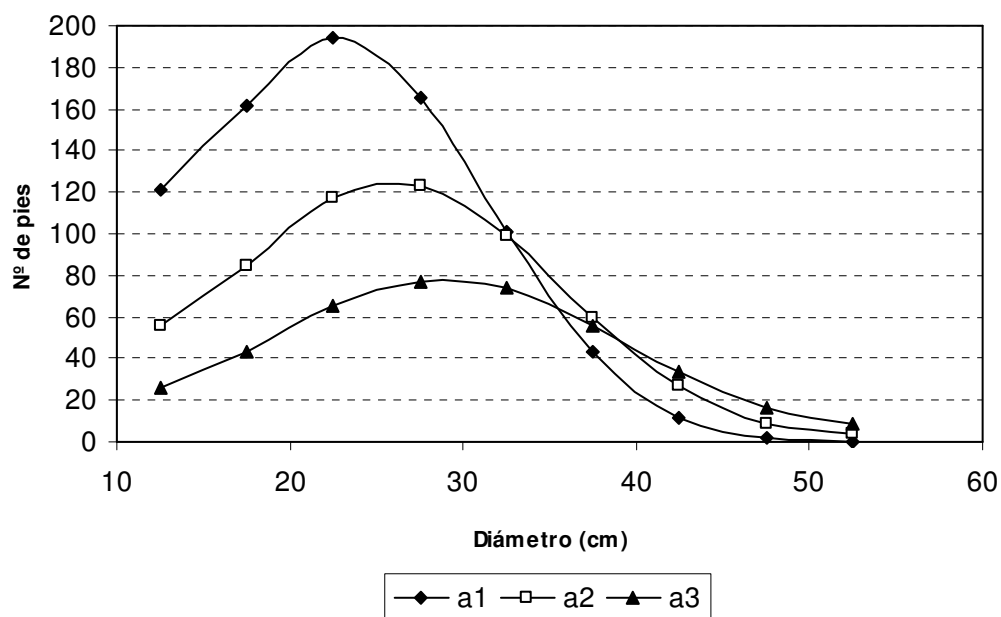


Figura III.3. Distribuciones diamétricas a la edad del turno de un rodal de calidad 16, bajo distintos regímenes de claras.

La calidad de los productos obtenidos viene condicionada por el régimen de claras aplicado, no sólo por el incremento diametral que tiene lugar, sino también por el efecto de selección de los mejores pies, aspecto que en el pino gallego es de la mayor importancia por su tendencia a la curvatura y otros defectos en el fuste. La madera de chapa de pino gallego debe estar libre de nudos y tener un diámetro mínimo en punta delgada de 35 cm y ausencia de defectos en la rolla. Con un adecuado régimen de

claras, entre un 8 y un 16 % de la madera producida sería apta para chapa según calidades de estación. La rolla de sierra puede ser de calidad muy variable en función de la nudosidad y la dimensión, aceptándose incluso trozas con 14 cm en punta delgada para fabricar tablilla.

La Tabla III.2 indica cómo se reparte la producción total de madera entre los distintos destinos industriales para tres regímenes de clara de intensidad creciente en dos calidades de estación costeras (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2000).

Tabla III.2. Distribución de la producción total de madera en distintos destinos industriales según el régimen de clara.

Índice de sitio (m)	Régimen de clara	Madera de trituración (%)	Madera de sierra (%)	Madera de chapa (%)
16	1	55	43	2
16	2	41	51	8
16	3	31	53	16
13	1	77	23	0
13	2	52	46	2
13	3	39	53	8

La aplicación de claras también mejora el aspecto estético de la masa y la diversidad de especies, al fomentar las frondosas acompañantes. Favorece asimismo la compatibilidad con el pastoreo, ya que con densidades muy altas del arbolado el suelo queda completamente cubierto de acículas. Además, muchos montes de pino gallego ocupan áreas costeras próximas a núcleos de población importantes, viéndose favorecido el interés recreativo por las menores densidades y por la presencia de vegetación herbácea. La producción y recolección de setas se ven asimismo favorecidas por la realización de claras.

III.4. DENSIDAD Y RESISTENCIA AL VIENTO

Los diagramas de manejo de densidad, aunque basados en modelos estáticos de crecimiento, constituyen herramientas muy útiles al posibilitar una representación gráfica de las principales variables dasométricas de masa, permitiendo conocer el efecto general que una reducción de la densidad causará en la misma. Para el pino gallego desarrollos recientes han permitido incorporar variables adicionales de gran trascendencia actual, tales como la acumulación de carbono, biomasa aérea total (Barrio *et al.*, 2006) o coeficientes de esbeltez, que informan de la resistencia al viento.

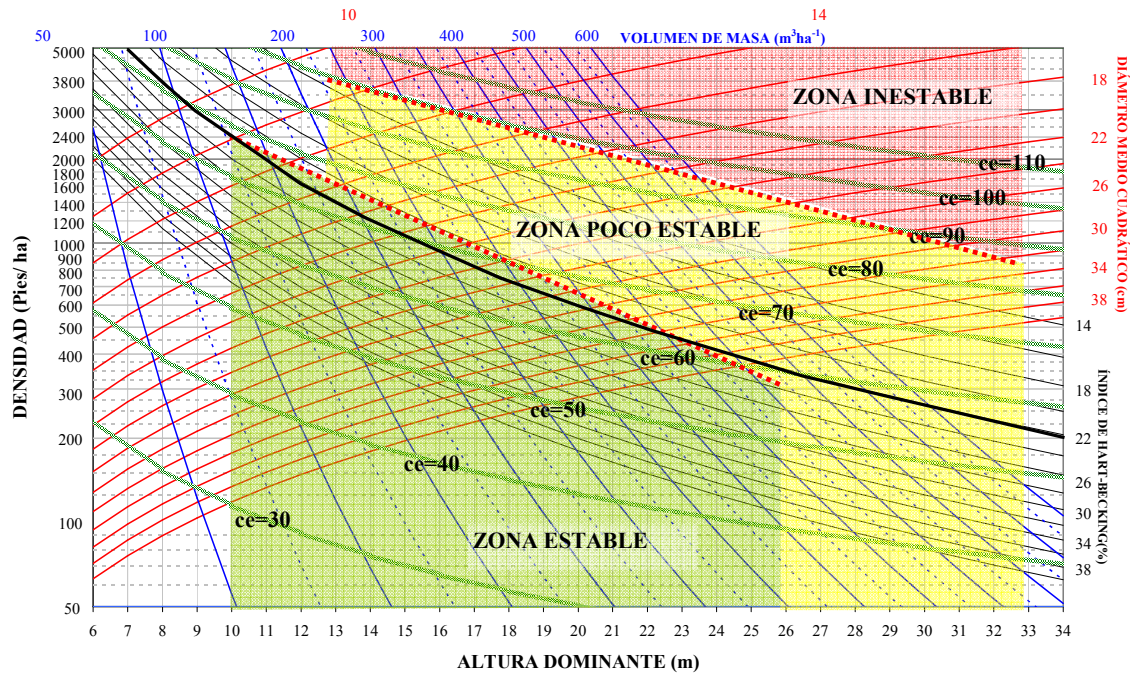


Figura III.4. Diagrama de manejo de la densidad con establecimiento de zonas de estabilidad al viento para pino gallego costero

Resultados recientes de adaptación del programa ForestGALES a la especie en las Landas indican una mayor sensibilidad al descuaje a medida que aumenta la altura dominante, lo que explica que los rodales de mayor edad o mejor calidad sean más sensibles (Cucchi *et al.*, 2005). El riesgo queda sin embargo nivelado hacia los 40-45 años, debido a la reducción del crecimiento en altura y mantenimiento del diametral. La frecuencia de descuajes resultó en general superior a la de roturas, aunque ambas fueron similares en suelos sin horizontes compactos y con edades menores de 35 años. La sensibilidad al viento resultó muy relacionada con el coeficiente de esbeltez y la conicidad de los árboles, con ventajas evidentes de las masas menos densas, si bien para edades superiores a los 45 años pueden esperarse menos daños en masas densas por el efecto de reducción de la penetración del viento.

III.5. PODAS

En la raza gallega las ramas inferiores mueren rápidamente al distanciarse de la guía, incluso en bajas espesuras, si bien se mantienen durante largo tiempo los muñones adheridos al tronco. Esto origina la formación de nudos muertos o saltadizos, que ocupan una zona troncocónica externa respecto a la de nudo vivo e interna respecto a la zona libre de nudos (Molina, 1983). Si no se aplican podas (o escamondas en sentido estricto cuando afectan solo a ramas muertas), la madera resulta nudosa, presentando tanto nudos muertos como vivos, ambos de gran diámetro.

Por otro lado, el manejo de densidades elevadas no mejora la poda natural, ya que las ramas muertas se mantienen más tiempo adheridas, al ser el crecimiento diamétrico reducido (Maugé, 1987).

El empleo de la madera en la industria de trituración o para producir tablilla o tabla empleada en cajerío, palets, madera de obra, o incluso, carpintería interior rústica, no requiere la aplicación de podas. Las piezas que se destinan a carpintería en general o fabricación de mueble, y aquellas que se usan para chapa plana y de desenrollo, deben estar podadas. La clasificación tradicional de la madera aserrada de esta especie se refiere fundamentalmente a la presencia de nudos (madera limpia, semilimpia, corriente y de encofrado), así como a la presencia de azulado (Remacha, 1983). La clasificación de la rolla para sierra en cargadero suele hacerse contemplando dos clases de calidad y tres clases de dimensión, aventajando en un 20-40 % la calidad normal a la calidad baja, a igualdad de dimensión. Las escasas trozas aptas para chapa (limpias de nudos, diámetro en punta delgada mayor de 35 cm, sin excentricidad de médula ni azulado) triplican el precio medio de la madera de aserrado.

La aplicación de podas es práctica poco habitual en pinares densos y de escasa calidad en los que no es esperable producir madera gruesa, pero la tendencia a la ampliación de los marcos en las repoblaciones hace indispensable la poda, debido a la mayor ramosidad de los pies en esas condiciones y al interés por producir madera de aserrado. Las podas se aplican, por tanto, en rodales tratados de forma intensiva y con un régimen adecuado de claras. Existen dos alternativas: subir la altura total podada de forma que se obtenga una única troza limpia, o fijar como objetivo la consecución de dos trozas limpias.

El reducido número de ramas por verticilo (de 5 a 7) y la importante longitud entre los mismos, particularmente en rodales con pauta de crecimiento monocíclica, así como el abierto ángulo de inserción de las ramas, facilitan y abaratan las operaciones de poda, en comparación con otras especies. La ramosidad es un carácter con clara variación entre razas (con ventaja en este sentido de la gallega y portuguesa) y entre individuos (como se ha indicado en los test de progenie gallegos) y, por tanto, susceptible de mejora empleando variedades adecuadas. La densidad de plantación condiciona directamente la ramosidad, habiéndose estimado necesaria una densidad mínima de 1.250 pies por hectárea, ya que con valores inferiores deberían aplicarse podas más frecuentes y numerosas (Alazard, 1994). Se recomienda comenzar la poda baja cuando el diámetro de los pies es de 10 a 15 cm, para reducir el tamaño del cilindro nudoso interior, aunque el diámetro de las ramas también es condicionante.

Debido a que la copa viva se concentra en la parte superior del fuste, particularmente las acículas de uno y dos años, se ha planteado que las alturas podadas podrían llegar hasta el 50% de la altura del árbol, reservando de 3 a 4 verticilos de ramas al menos, sin riesgo de reducir la biomasa foliar y por tanto afectar al crecimiento. Debe tenerse presente, sin embargo, que los niveles de daño por *Dioryctria sylvestrella* crecen fuertemente con la intensidad de la poda, habiéndose establecido una correlación positiva clara con el número de verticilos podados; puesto que son las exudaciones de resina las que atraen a las mariposas, la poda de ramas muertas no da lugar a ataques (Jactel *et al.*, 1996). Recientes resultados indican que las podas sobre el 33 % de la copa verde, que podrían corresponder a un 40 % de la altura total y al mantenimiento de todos los verticilos con edad igual o inferior a 4 años, no conllevan reducciones de crecimiento en diámetro ni ataques fuertes de *Dioryctria* o cambios en la posición social de los pies podados (Courdier *et al.*, 2002).

Las podas bajas se aplicaban hasta una altura de fuste de 2 m, si bien el empleo reciente de herramientas de poda de mango largo permite podar desde el suelo hasta 2,6-2,8 m, lo que asegura la limpieza de nudos de una troza basal de 2,5 m en una única operación. Esta poda se denomina también de penetración y facilita el movimiento del personal en el rodal, además de favorecer la forma cilíndrica del fuste, frenar la producción de madera juvenil, mejorar la resistencia al viento (AFOCEL, 1994) y adecuar el monte a un uso recreativo o silvopastoral. Debe tenerse en cuenta que llegar a esa altura podada puede requerir varias intervenciones, especialmente si el espaciamiento es amplio.

En la práctica las podas bajas afectan a todos los pies del rodal, o a los que permanecen tras un clareo en caso de que ambas operaciones puedan simultanearse. Si la poda baja es selectiva, conviene podar más de 600 p ha⁻¹ para disponer de una buena reserva de pies podados.

La aplicación de podas bajas a la totalidad de los pies determina que del 20 al 34% de la madera total producida durante el turno pueda clasificarse en trozas limpias de nudos, según calidades de estación. Los cálculos económicos indican que las operaciones de poda resultan rentables en esta especie, debido a la plusvalía que se obtiene en el producto final producido, particularmente en estaciones fértiles y con aplicación de una selvicultura dinámica (AFOCEL, 1994; Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2000).

Las podas altas son muy poco frecuentes en Galicia, aunque permitirían subir la altura total podada a 3 m si la poda baja lo ha sido hasta 2 m, consiguiendo así una primera troza limpia de nudos, o incluso subir la altura total podada a 5,5 ó 6 m, obteniendo una segunda troza limpia. La troza basal en pino gallego suele presentar curvaturas basales o excentricidad de medula, con mayor frecuencia que la segunda troza, por lo que esta última es más apta para chapa a igualdad de diámetro, lo que redunda a favor de aplicar poda alta en rodales en buena estación y aptos para producir madera gruesa. La poda alta es selectiva siempre y se podan unos 400 pies·ha⁻¹ cuando el diámetro a 2,5 m está en el intervalo de 10 a 15 cm, por lo que el diámetro normal suele rondar los 17,5 cm. El porcentaje del total de madera producida que podría clasificarse como trozas limpias, asciende al 40 o 46% cuando se practican podas altas sobre 400 pies precedidas de poda a 3 m de unos 1.500 pies·ha⁻¹ (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2000).

La época de realización de podas carece de importancia si se trata de escamondas. Si se podan ramas vivas conviene que no sean de mucho diámetro y debe actuarse preferentemente entre los meses de agosto y febrero, para evitar problemas fitosanitarios. Los restos de poda se eliminan preferentemente por amontonamiento en cordones en el monte y posterior trituración con apero desbrozador-triturador, si ello es posible.

Para realizar cálculos de la cantidad de madera limpia que puede obtenerse por realización de podas puede usarse la Tabla III.3, que indica los coeficientes mórficos a distintas alturas del fuste para árboles de distintas alturas, establecidos a partir de los estudios de Ruíz-Dana (1963). Cálculos más exactos pueden realizarse si se conocen la altura y el diámetro de cada árbol empleando las funciones de perfil obtenidas por Rojo *et al.* (2005) para la especie. La figura III.5 muestra la relación entre las alturas y

los diámetros relativos en los pies que se usaron para dicho ajuste.

Tabla III.3. Coeficientes mórficos a distintas alturas (modificado de Ruíz-Dana, 1963)

Altura	K_0	$K_{2,5}$	K_5	$K_{7,5}$	K_{10}	$K_{12,5}$	K_{15}
12 m	1,373	0,886	0,741	0,577	0,295	-	-
14 m	1,335	0,899	0,778	0,663	0,497	-	-
16 m	1,289	0,900	0,792	0,679	0,579	0,391	-
18 m	1,259	0,910	0,804	0,726	0,635	0,518	0,334
20 m	1,224	0,913	0,812	0,736	0,667	0,577	0,459

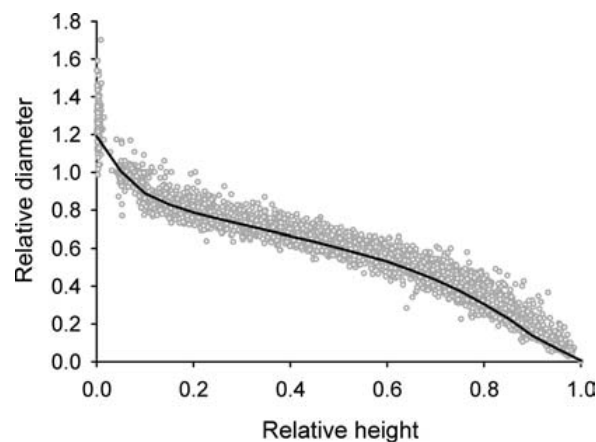


Figura III.5. Relación entre altura relativa y diámetros relativos en una muestra de 203 árboles tipo de pino gallego

III.6. PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y DAÑOS

La incidencia de incendios forestales en las masas de pino gallego ha sido muy importante en las últimas décadas, por lo que cualquier decisión selvícola debe tener en cuenta el elevado riesgo de incendio. Ya se han expuesto en el capítulo de control de matorral muchos aspectos de interés que permiten reducir la acumulación de combustible en estos pinares.

El rodal ideal para prevenir los incendios tendría las siguientes características (Carvalho *et al.*, 2002):

- Cubierta de copas cerrada y poda hasta una altura de al menos 2 m, lo que también es favorable de cara a la proliferación de hongos foliares.
- Estrato arbustivo bajo, formado por especies poco inflamables y con poca biomasa.
- No presencia de pies dominados o muertos en pie.

Los pinares sin una gestión adecuada del combustible tienen un riesgo demostrado de incendios intensos de copa, incluso en condiciones climáticas suaves. La reducción de combustible a nivel del suelo, la elevación y separación del suelo del estrato de copas o la reducción de la densidad foliar son objetivos que la selvicultura de la especie debe atender (Fernandes y Rigolot, 2007). La tendencia a la realización de claras muy fuertes

debe sin embargo ir acompañada de medidas específicas de prevención, pues aumentan las invasiones de matorral y se acumulan importantes cantidades de restos de corta.

Una selvicultura adecuada puede en gran medida prevenir los problemas fitosanitarios. De hecho, éstos son más frecuentes en árboles debilitados por cualquier circunstancia. Además de algunas recomendaciones ya comentadas en los apartados previos, podrían considerarse las siguientes recomendaciones, que deben entenderse como específicas para la selvicultura de esta especie y adicionales a los tratamientos de tipo curativo de problemas sanitarios existentes:

a. Asegurar una buena adaptación a la estación, particularmente con la elección de la procedencia adecuada en las plantaciones.

b. Evitar densidades muy bajas en las plantaciones, por los mayores riesgos de ataque de *Dioryctria sylvestrella* o *Thaumatococcus ptyocampa*.

c. No eliminar totalmente el matorral, ya que se reducen los hospedantes alternativos

d. No debilitar al árbol con intervenciones de poda muy fuertes, que además atraen a algunos insectos y constituyen vías de entrada de agentes patógenos

e. Considerar el papel sanitario primordial de las intervenciones de clareo y clara, extrayendo pies enfermos, debilitados, partidos o muertos y sacando y quemando los restos en caso necesario.

f. Eliminación de restos gruesos de corta y focos de infección de escolítidos o *Pissodes notatus*. Emplear árboles cebo en caso necesario. No mantener mucho tiempo la madera en cargadero. Estos aspectos se han considerado como fundamentales para mantener la higiene del monte (García de Viedma, 1963)

g. No prolongar excesivamente el turno, ya que existe mayor incidencia de *Phellinus pini* y en general resulta difícil encontrar árboles de más de 60 ó 65 años con la madera sana (López de Sa, 1963).

h. En caso de segundas repoblaciones, sería conveniente dejar el terreno en descanso durante 2 ó 3 años para reducir ataques de hongos de las raíces o de *Hylobius abietis*.

i. Emplear trampas de feromonas, particularmente para procesionaria, *Rhyacionia buoliana* o la recientemente sintetizada, aún no disponible comercialmente, para *Dioryctria sylvestrella*.

j. Destruir piñas afectadas por *Dioryctria mendacella* o *Pissodes validirostris*, antes de que las larvas se entierren para pupar.

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN.

IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN

Se han realizado distintas curvas de calidad de estación con sucesivas mejoras metodológicas, para rodales de pino gallego (Echeverría, 1948; Bará y Toval, 1983; Rodríguez Soalleiro, 1995; Álvarez *et al.*, 2005). En la Galicia costera las calidades de estación oscilan, en general, entre los 9 y los 19 metros de altura dominante a los 20 años, estimándose que un 32 % de los montes tiene calidades superiores a 16 m, y que en un 35 % la calidad oscila entre 13 y 16 m, situándose la calidad media en 14,2 m. No faltan montes con calidades que llegan a los 21 m, normalmente situados en áreas previamente cultivadas. En el interior las calidades oscilan entre 7 y 17 m, tan solo un

12% de los montes superarían la calidad de 14 m, y la calidad media sería de 11,5

m.

La altitud parece influir muy directamente en la productividad. Bará y Toval (1983) encontraron diferencias significativas entre las calidades a altitudes inferiores a 400 m y aquellas que se alcanzaban en el rango de 400 a 950 m, lo que achacaron a las condiciones menos térmicas en zonas elevadas y a la mayor incidencia del viento, que repercute directamente en el crecimiento en altura. La profundidad del suelo tiene también un efecto evidente: en los suelos muy someros, con profundidad de 0 a 30 cm, se concentran las peores calidades, entre 30 y 60 cm la calidad aumenta, y por encima de este límite la profundidad no parece limitar el crecimiento, lo que demuestra la frugalidad de la especie. A esto hay que unir los efectos negativos que tienen sobre la calidad la sequía estival, la presencia de roca madre más pobre en bases, una mayor compacidad del suelo o pedregosidad, encontrados por Nicolás y Gandullo (1967), así como la presencia de hidromorfía superficial.

Resultados también clásicos referidos a Portugal corroboran el efecto térmico en la calidad de estación, así como la influencia de la disponibilidad de K o de la porosidad del suelo. La estimación de la calidad a partir de la vegetación acompañante muestra a *Chamaespartium tridentatum* como indicador de bajas calidades, al contrario que *Pteridium aquilinum*. Las mejores estimaciones de la calidad de estación en rodales de menos de 15 años se obtuvieron precisamente a partir de variables estacionales, dando las dasométricas superiores resultados a partir de esta edad (Pacheco, 1991)

En la Figura IV.1 se representan las curvas más recientes construidas para las zonas costera e interior, respectivamente, a partir de modelos anamórficos basados en la ecuación de Richards. El índice de sitio puede obtenerse de forma gráfica o resolviendo por aproximaciones sucesivas las ecuaciones de las curvas que aparecen en Álvarez *et al.* (2005).

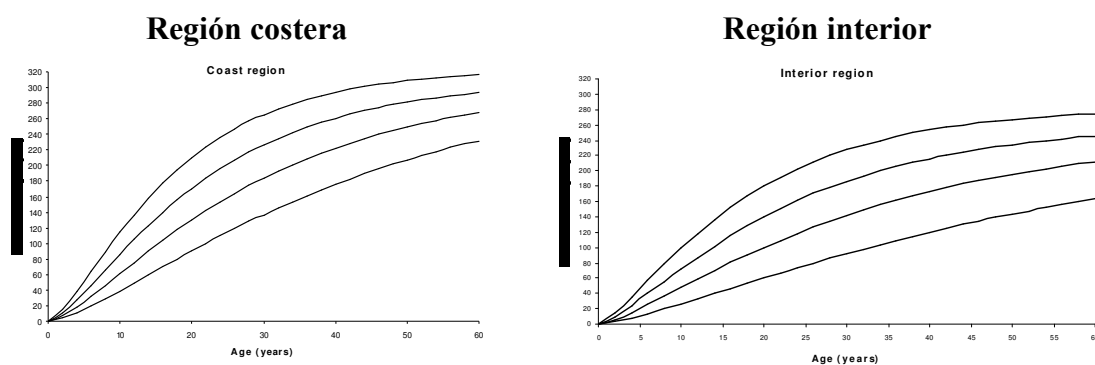


Figura IV.1. Curvas de calidad en zonas interior y costera (Álvarez *et al.*, 2005)

El gráfico de la izquierda corresponde a la zona costera y muestra 4 curvas de evolución de la altura dominante para las calidades 14, 12, 10 y 8 m a los 20 años. El gráfico de la derecha corresponde a la zona interior y muestra las curvas para las calidades 17, 15, 13 y 11 m a los 20 años.

Es de generalizada aceptación que el crecimiento en altura puede favorecerse mediante las prácticas de preparación del suelo y el uso de planta seleccionada. En Galicia, los primeros resultados de ensayos de progenie de los huertos semilleros instalados indicaron una considerable mejora del crecimiento en altura de las familias

del huerto en comparación con un testigo comercial, calculándose una heredabilidad próxima al 15 % para este carácter (Vega Alonso *et al.*, 1997).

IV.2. CRECIMIENTO

La pauta de crecimiento en altura del pino gallego puede ser monocíclica o policíclica, lo que en gran medida es un carácter individual. El máximo crecimiento anual en altura se produce de forma temprana, entre los 5 y los 7 años, lo que es coincidente con otras coníferas. Los valores del crecimiento máximo anual de la altura dominante y del crecimiento medio de la altura dominante a los 5 años se muestran en la Tabla IV.1, que se ha elaborado a partir de los modelos de crecimiento generados para la especie. La evaluación del crecimiento inicial de repoblados jóvenes puede abordarse con sencillez empleando esos valores. A partir de los 40 años el crecimiento en altura queda ralentizado, aunque sigue existiendo una pequeña metida anual.

El crecimiento en diámetro de pies individuales ha sido objeto de estudios detallados (Schröder *et al.*, 2002), que muestran una considerable variación del crecimiento entre árboles dominantes, intermedios o sumergidos, como se muestra en la Figura IV.2. Para los primeros el crecimiento diametral máximo ronda los 2 cm/año en las mejores calidades de estación y para diámetros iniciales bajos (de 0 a 10 cm), con 0,5 cm/año para pies de 50 a 60 cm. Dichos valores descienden a 1 cm/año y 0,2 cm/año para pies intermedios, respectivamente.

Tabla IV.1. Crecimiento inicial en altura

Zona costera			Zona interior		
Calidad (m)	Máximo crecimiento en altura (m/año)	Crecimiento medio en altura a los 5 años (m/año)	Calidad (m)	Máximo crecimiento en altura (m/año)	Crecimiento medio en altura a los 5 años
17	1,0	0,81	14	0,78	0,62
15	0,88	0,71	12	0,67	0,53
13	0,77	0,62	10	0,55	0,44
11	0,65	0,52	8	0,44	0,35

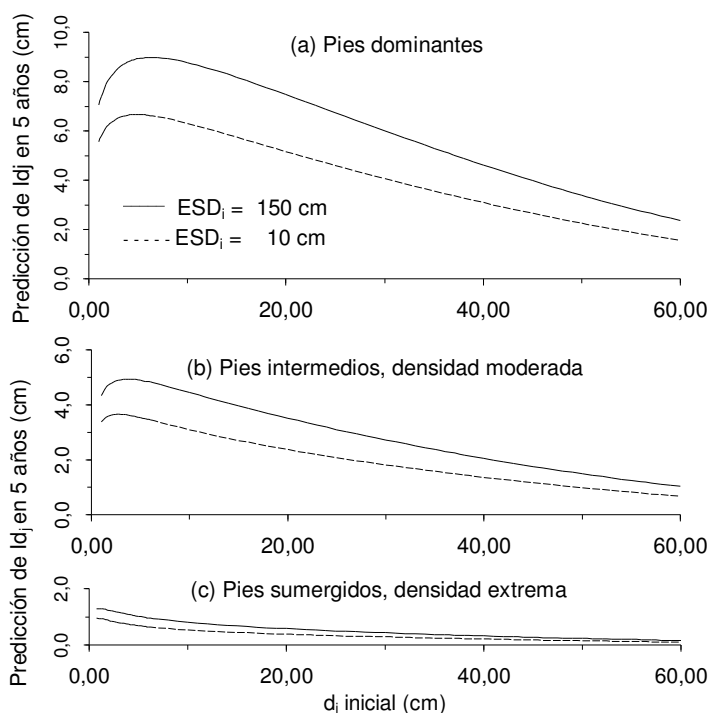


Fig. IV.2. Abaco de crecimiento individual en diámetro

* En abcisas se lee la predicción de incremento diametral de pies individuales en periodos de 5 años, en función del diámetro inicial del árbol (d_j). Cada grupo de curvas se aplica a un estrato sociológico o condición de densidad, ESD indica la profundidad media del suelo, habiéndose introducido valores extremos.

Del análisis de los diámetros medios cuadráticos de rodales tratados mediante distintos esquemas selvícolas se ha deducido la Tabla IV.2, que indica el crecimiento medio anual del diámetro medio cuadrático (DMC) para distintas calidades de estación en zona costera. Se ha considerado una selvicultura de alta densidad, un esquema multiproducto que corresponde al tratamiento estándar aplicado actualmente y un esquema de plantación a espaciamiento semidefinitivo, que correspondería prácticamente al crecimiento libre de los árboles.

Tabla IV.2. Crecimiento medio anual del dmc

Calidades (m)	Crecimiento medio anual del DMC (cm/año)		
	Selvicultura de alta densidad	Selvicultura multiproducto	Selvicultura a espaciamiento semidefinitivo
17	0,90	1,10	1,28
15	0,78	0,98	1,17
13	0,65	0,89	1,04
11	0,59	0,82	0,94

El crecimiento anual del área basimétrica alcanza valores máximos en una edad temprana (de 6 a 10 años en zona costera), tras lo cual decrece. Los valores máximos de incremento se producen para áreas basimétricas iniciales mayores. En la zona costera el incremento puede variar de 2 a 5 $m^2/ha/año$ para una edad de 10 años, y de 2 a 6 $m^2/ha/año$ para la zona interior. La figura IV.3 muestra tanto la evolución observada en una red de parcelas de ensayo como distintos modelos aplicados, que indican una escasa curvatura a edades avanzadas (Barrio et al, 2006).

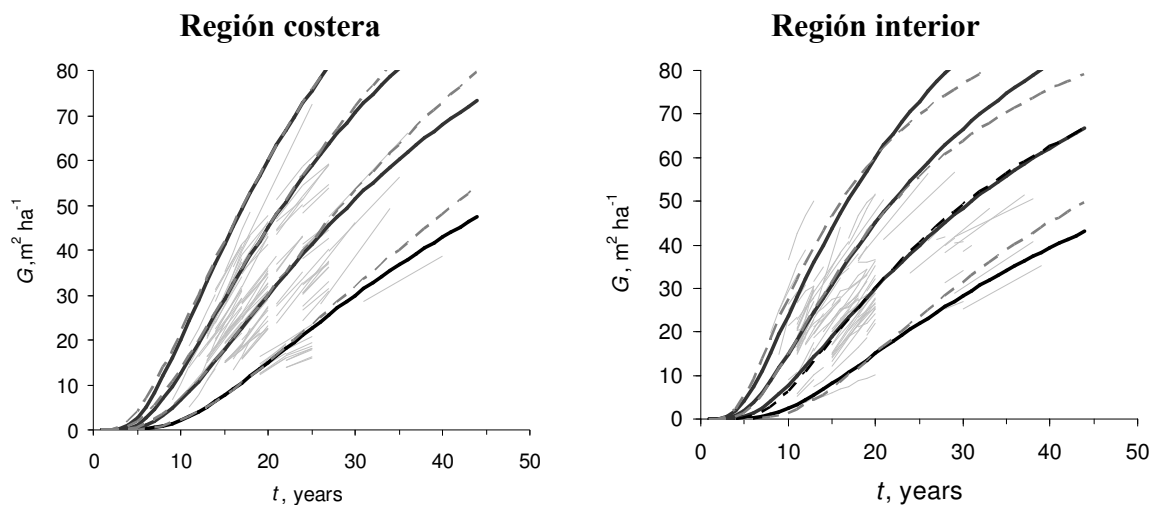


Fig. IV.3. Evolución observada y modelos de crecimiento en área basimétrica

El máximo crecimiento medio en volumen se produce entre los 30 y 35 años en zona costera y entre 44 y 52 en zona interior, con valores de 8 a 17 m³/ha/año para ambos casos, si bien en zona interior debe tenerse presente que el porcentaje de corteza en volumen es muy superior, entre un 30 y un 45 %, e incluso más en parcelas más jóvenes, mientras que en costa toma valores del 25 al 35 %. Los crecimientos corrientes máximos se producen antes y varían entre 14,0 y 24,0 m³/ha/año para ambas zonas, según el modelo establecido por Rodríguez Soalleiro (1995). El rango de variación del crecimiento medio establecido por Echeverría (1948) es de 5,4 a 20,8 m³/ha/año.

Los valores de crecimiento dados por las tablas de producción son superiores a los correspondientes a las posibilidades de corta encontradas en la gestión rutinaria; por otro lado, en las revisiones de ordenación que se realizaron en los años 60 se constataron de forma generalizada aumentos progresivos de las mismas. Así, las posibilidades reales obtenidas en montes productivos del área costera son de 7 a 10 m³/ha/año (7,43 m³/ha/año obtiene Peláez en 1973), mientras que en peores estaciones y montes interiores el rango de 4-6 m³/ha/año es frecuente.

Los crecimientos medios máximos son elevados en comparación con los obtenidos en Portugal y Francia, lo que es especialmente relevante si se tienen presentes los avances en tratamientos selvícolas y mejora genética ocurridos, en particular, en Aquitania.

IV.3. TURNO

El turno aplicado ha dependido directamente del esquema selvícola seguido, y por lo tanto de los productos principales que se han deseado obtener en cada momento. La determinación del turno óptimo desde el punto de vista económico ha sido objeto de diversos trabajos de los que derivan distintos resultados según los precios de la madera manejados o la tasa de actualización considerada (Chaperon, 1986), si bien la situación actual parece favorecer aquellos regímenes de silvicultura que optan por la producción de madera de mayor dimensión y calidad (Rodríguez Soalleiro *et al.*, 2000).

Turnos próximos a los de máxima renta en especie e inferiores se han considerado para la producción preferente de madera de trituración (de 25 a 30 años), lo que se asocia a un tipo de silvicultura bien definido por las tablas de producción de Echeverría (1948). Los turnos tecnológicos para producción de madera de sierra apta para tabla o tablón pueden ser de 35 a 40 años en zona costera, llegando hasta los 45 ó 50 años en montes interiores.

La selección de turnos de 40 años fue frecuente en los montes pontevedreses ordenados, con la finalidad de alcanzar diámetros objetivo de unos 40 cm o para facilitar la organización del monte en cuatro tramos (García Borregón, 1953; Marcide, 1956). Cuando el mercado de madera gruesa se veía desfavorecido (Gómez, 1967), en montes sometidos a transformación (Ruíz-Dana, 1964) o en planes técnicos de montes privados que abogaban por cortas a hecho en montes de plantación (Martínez Ruíz, 1964; Quintana, 1968) los turnos se reducían a 25 ó 35 años.

La prolongación excesiva de los turnos llevaría a pequeños crecimientos del diámetro y a masas “paradas” y más susceptibles de patologías, por lo que es aconsejable la regeneración de los pinares de más de 50 años. Un manejo adecuado

de la densidad puede permitir producir madera de buena dimensión sin una prolongación excesiva de los turnos, si bien debe considerarse que aproximadamente durante los 12 ó 15 primeros años la especie produce madera juvenil.

IV.4. EXISTENCIAS Y PRODUCCIÓN

A partir de los datos del IFN3 se ha obtenido la Tabla IV.3, en la que se presentan las existencias de la especie por clases diamétricas en Galicia.

Tabla IV.3. Existencias de pino pinaster en Galicia por clases diamétricas (IFN3)

Clase diamétrica	Nº de pies x 1000	AB (m ²)	Vcc (m ³)	Vsc (m ³)	IAV (m ³ /año)	IR (%)
5	167.657					
10	64.495	492.759	1.938.697	1.151.451	179.277	9,2
15	38.113	665.571	3.616.315	2.153.440	392.503	10,8
20	27.870	869.104	5.104.527	3.345.600	495.809	9,7
25	20.272	988.440	6.331.521	4.392.151	511.432	8,1
30	15.779	1.104.628	7.630.890	5.457.989	513.727	6,7
35	10.886	1.036.357	7.716.252	5.632.344	433.897	5,6
40	6.510	808.098	6.359.979	4.711.895	306.798	4,8
45	3.262	512.493	4.239.269	3.177.709	177.580	4,2
50	1.641	318.238	2.753.068	2.087.867	101.472	3,7
55	795	186.561	1.672.733	1.283.120	54.925	3,3
60	349	97.943	907.954	703.757	26.805	2,9
65	123	40.187	373.782	293.051	10.286	2,7
70 y sup.	112	48.294	479.620	386.801	10.954	2,3
TOTAL	357.864	7.168.630	49.124.608	34.777.174	3.215.466	6,5

* IAV es el incremento anual del volumen con corteza e IR es ese incremento en términos relativos al volumen.

Se concluye de la misma que el pino gallego es la principal especie comercial gallega en cuanto a existencias, contribuyendo con 3,2 millones de m³ al crecimiento global anual de 11 millones de m³. De la comparación con el IFN2 se deduce una reducción de las existencias de las menores clases diamétricas y un incremento en las superiores. Las cortas de madera de este pino en Galicia suponen 2,4 millones de m³ en 2003 (77% de la producción nacional de la especie), lo que corresponde al 71 % del crecimiento total en Galicia, mientras que en Asturias se cortan unos 80.000 m³ anualmente.

La producción de madera quemada ha tenido una tendencia general a la baja en los últimos 15 años. Debe indicarse que ese tipo de madera se deprecia considerablemente respecto de la verde, particularmente en el caso de las trozas de mayor diámetro, con un valor medio del precio del 65% del correspondiente a madera verde en subastas de la Administración forestal. Por otro lado, el porcentaje de lotes desiertos es muy superior en la madera quemada (47,7% del volumen subastado), respecto a la verde (16,4%).

IV.4. PRODUCCIÓN MICOLÓGICA

Los pinares de pino gallego son excelentes micotopos, habiéndose comprobado en numerosos casos que el valor anual de la producción micológica supera al de la maderera, restando sin embargo un necesario desarrollo de la regulación del aprovechamiento para que los beneficios recaigan sobre los propietarios de los montes,

única forma de que el aprovechamiento condiciones la gestión de la forma que se indica en los siguientes párrafos (Fernández de Ana y Rodríguez, 2000).

La micorrización artificial de las plantas forestales con hongos productores de setas de calidad y con importancia comercial es una técnica que persigue mejorar el establecimiento y crecimiento del arbolado e incrementar la producción micológica. En diversos centros de investigación españoles y foráneos se investiga al respecto, probando desde técnicas sencillas -la siembra de esporas en los viveros, por ejemplo- hasta otras más sofisticadas, como la mezcla de inóculo vegetativo con los substratos o la micorrización "in vitro". No es difícil conseguir la síntesis micorrícica en el laboratorio, pero cuando se llevan al monte las plantas micorrizadas con frecuencia los hongos inoculados son desplazados por otros silvestres pioneros que tienen capacidad infectiva mayor, efecto que parece darse con mayor intensidad en localidades húmedas, en las que es más alta la diversidad fúngica natural. Se comercializa también inóculo para mezclar con el substrato de los viveros, de niscalos y boletos por ejemplo, pero los resultados también son controvertidos.

El grado de madurez de la masa arbolada es importante, ya que las comunidades fúngicas evolucionan con la edad del arbolado. En las etapas iniciales en los pinares dominan las llamadas especies pioneras, como algunas de los géneros *Laccaria*, *Suillus* o *Amanita*, estableciéndose más tarde, en una etapa intermedia, 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 que se acercan a la madurez, en torno a los 30-40 años en el pino negral, decreciendo la producción en masas extramaduras.

Aunque hay cierta controversia sobre esta cuestión, parece ser que las densidades bajas del arbolado favorecen la producción fúngica, siendo por tanto conveniente realizar claras en pinares densos con la finalidad de incrementar la producción de setas al mismo tiempo que aumentamos la producción de madera y su calidad. Algunos estudios concluyen que las claras mejoran la productividad total de setas comestibles y también la de las especies de mayor importancia comercial. Las podas, que también permiten llegar una mayor proporción de radiación solar al suelo parecen ser igualmente beneficiosas, siempre que no sean muy intensas y no mermen de forma considerable la actividad fotosintética. Debemos tener en cuenta, no obstante, que los hongos son en general sensibles a la compactación del substrato, por lo que las labores relacionadas con las podas, claras y saca de madera pueden afectar negativamente durante algunos años a la producción.

Resultados de varias experiencias constatan que las mejores producciones de especies 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. 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, aunque en algunos estudios no se encuentra efecto alguno sobre ese grupo de hongos ni sobre los saprófitos. 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 niscalos, rovellones y boletos, en pinares de pino rodano, pero debemos tener en cuenta que el ganado

también come carpóforos y que el caprino solo es compatible con los pinos adultos.

La siembra de esporas, que puede materializarse desmenuzando en torno a los pinos carpóforos extramaduros, incluso pasados, de las especies de mayor importancia comercial, puede ser beneficiosa, generalmente a medio o largo plazo, siempre que la tasa de esporas viables sea alta y la acción depredadora sobre ellas baja, por lo que es muy difícil predecir el efecto.

Los incendios forestales suelen ser fatales para la mayoría de los hongos superiores, pues se alcanzan elevadas temperaturas en el suelo que generalmente son letales para los micelios (Fernández de Ana y Rodríguez, 1992). Por otra parte, los hongos ectomicorrícicos pierden sus hospedantes.

Las cortas finales, si son 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 y alargar el turno de corta. La circulación de personas y máquinas y el arrastre sobre el suelo de árboles apeados o troncos también son negativos para la persistencia del aprovechamiento micológico.

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 y, en consecuencia, de la conveniencia de tenerlo en cuenta en la planificación forestal.

V. BIBLIOGRAFÍA

- AFOCEL, 1994. Manuel de sylviculutre du pin maritime. Association Foret-cellulose, Paris, 145 pp.
- ALAZARD P., 1994. Densité et espacement chez le pin maritime: consequence sur la croissance et la qualité des peuplements. Informations Forêt, Afocel-Armef, 481.
- ÁLVAREZ J.G., RODRÍGUEZ R., VEGA G., 2000. Elaboración de un modelo de crecimiento dinámico para rodales regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Invest. Agr.: Sist.Recur. For. 8(2), 319-334.
- ÁLVAREZ, J.G., RUÍZ, A.D., RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R., BARRIO, M., 2005. Ecoregional site index models for *Pinus pinaster* in Galicia (Northwestern Spain). Annals of Forest Science, 62, 1-13.
- BARÁ S., TOVAL G., 1983. Calidad de estación del *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Comunicaciones INIA, Serie Recursos Naturales nº 24.
- BARRIO, M., CASTEDO, F., DIÉGUEZ-ARANDA, U., PARRESOL, B., RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R., 2006. Development of a basal area growth system in northwestern Spain using the generalized algebraic difference approach. Canadian Journal of Forest Research, 36, 1461-1474
- BARRIO, M., BALBOA, M., CASTEDO, F., DIÉGUEZ, U., ÁLVAREZ, J.G., 2006. An ecoregional model for estimating volume, biomass and carbon pools in maritime pine stands in Galicia, Forest Ecology and Management, 223, 24-34
- BERNETTI G., 1995. Selvicoltura speciale. UTET, Torino, 415 pp.

- CADAHÍA M., 2001. Estudio y evaluación de los aprovechamientos maderables de los montes gestionados por la Administración autonómica gallega. Proyecto Fin de Carrera. EPS de Lugo, USC, Lugo.
- CAMARERO G., 1963. Incendios en Galicia. Índice de peligro. II Asamblea Técnica Forestal, Madrid. pp 1010-1016.
- CAMARERO G., 1964. La plantación de pinos en la provincia de La Coruña. Montes 117, 211-220.
- CAMARERO G., 1966. Plan dasocrático de montes de la provincia de La Coruña. Distrito Forestal de La Coruña, La Coruña.
- CANGA E., 2000. Estudio de la regeneración natural de *Pinus pinaster* ssp *atlántica* en el Noroeste de España. Trabajo de investigación. E.P.S. de Lugo. U.S.C.
- CARVALHO A., SANTOS J., VAZ A., 2002. A silvicultura do pinheiro bravo. Centro *Pinus*. 111 pp.
- CATALÁN G., 1988. La producción de semilla en los programas de mejora genética. En: Mejora genética de especies arbóreas forestales. PARDOS J.A., Fundación Conde del Valle de Salazar, pp.149-160.
- CEBALLOS G., RUÍZ DE LA TORRE J., 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 512 pp.
- CHAPERÓN H., 1986. La culture du pin maritime en Aquitanie. AFOCEL, Paris, 231 pp.
- COURDIER F., SINDOU C., BERT D., 2002. Effet de l'élalage artificiel sur la croissance et le statut social du pin maritime dans les Landes de Gascogne. *Revue Forestière Française* 3, 239-252.
- CRECENTE, F., FERREIRO, H., BARRIO, M., ROJO, A., 2005. Ensayo de aplicación de claras de selección em *Pinus pinaster* Ait. em galicia. 4º Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 de septiembre de 2005.
- CUCCHI, V., MEREDIEU, C., STOKES, A., DE COLIGNY, F., SUAREZ, J., GARDINER, B.A., 2005. Modelling the windthrow risk for simulated forest stands of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management*, 213, 184-196.
- DAMBRINE E., VEGA J.A., TABOADA T., RODRÍGUEZ L., FERNÁNDEZ C., MACÍAS F., GRAS J.M., 2000. Bilans d'éléments minéraux dans de petits bassins versants forestiers de Galicie (NW Espagne). *Ann. For. Sci.* 57, 23-38.
- DE LA FUENTE A., 1970. Tablas de producción de *Pinus pinaster* Ait. en la provincia de Orense. Documento interno. Servicio de Montes de Orense.
- 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. Banco de datos de la naturaleza. Dirección general de conservación de la Naturaleza, Madrid
- ECHEVERRÍA I., 1948. El *Pinus pinaster* en Pontevedra: su productividad normal y aplicación a la celulosa industrial. *Bol. IFIE*, nº 38.
- FERNANDES, P., BOTELHO, H.S., 2003. A review of the effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of wildland fire*, 12, 117-128.
- FERNANDES, P., RIGOLOTT, 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., 1981. Las hogueras en el monte provocan el ataque del hongo *Leptographium galleciae* al pino pinaster. Departamento Forestal de zonas húmedas,

CRIDA 01, Lourizán, Pontevedra.

- FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN. 2000. Un século de evolución de paisaxe forestal na provincia de Pontevedra: Axentes patóxenos máis importantes que interviron nesta dinámica entre 1886 e 1986. Tesis doctoral. USCompostela.
- 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 DE ANA MAGÁN, F. J.. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, A. 2000. Os cogumelos nos ecosistemas forestais galegos. Ed. Xerais. Vigo.
- GARCÍA BORREGÓN R., 1953. Proyecto de ordenación del monte “Agüeiros”, Caldas de Reyes, Pontevedra. Servicio provincial de montes de Pontevedra.
- GARCÍA DE VIEDMA M., 1963. Las plagas en las repoblaciones de pinos. II Asamblea Técnica Forestal, Madrid. Pp. 918-925
- GIL L., 1991. Consideraciones históricas sobre *Pinus pinaster* Ait. en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. Estudios geográficos 202, 5-27.
- GÓMEZ GIL J., 1967. Tercera revisión del proyecto de ordenación del monte “Agüeiros”, Caldas de Reyes, Pontevedra. Servicio provincial de montes de Pontevedra.
- GONZÁLEZ ROMERO A., 2001. La planificación de claras en los pinares de la provincia de Zamora. Resultados tras los primeros cuatro años de aplicación. *Montes* 65, 12-18.
- GORGOSO J., ROJO A., LÓPEZ C., CASTEDO F., SÁNCHEZ F., 2000. Regeneración natural de pino pinaster y pino radiata en el parque natural de Corrubedo. Reunión de silvicultura de la S.E.C.F.. Cuadernos de la S.E.C.F., en prensa.
- JACTEL H., MENASSIEU P., RAISE G., BURBAN C., 1996. Sensitivity of pruned maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) to *Dioryctria sylvestrella* Ratz in relation to tree vigour and date of pruning. *Journal of Applied entomology*, 120(3), 153-157.
- LÓPEZ DE SA A., 1963. Ordenación y silvicultura intensiva en los montes de pino pinaster en Galicia. Su financiación. II Asamblea Técnica Forestal, Madrid. Pp. 258-262
- LOUREIRO A.M., 1991. Apuntamentos de silvicultura. Universidade de Tras-os-montes e Alto Douro, Vila-real, Portugal.
- MARCIDE I., 1956. Proyecto de ordenación de los montes “Lousado”, “Niño do Corvo” y otros. Distrito Forestal de Pontevedra.
- MARTÍNEZ RUÍZ E., 1967. Plan dasocrático de los montes de Caldas de Reyes, Distrito Forestal de Pontevedra.
- MARTÍNEZ E. Y RODRÍGUEZ R., 2000. Clareos con desbrozadora de eje vertical sobre regeneración natural de *Pinus pinaster* en la provincia de Ourense. Reunión de la SECF sobre regeneración natural, Lugo.
- MAUGÉ J., 1987. Le pin maritime. Premier résineux de France. IDF, Paris, 191 pp.
- MERINO A., EDESO J.M., 1999. Soil fertility rehabilitation in young *Pinus radiata* D. Don plantations in northern Spain after intensive site preparation, *For. Ecol. Manag.* 116, 83-91.
- MOLINA F., 1965. Comportamiento racial de *Pinus pinaster* en el noroeste de España. *Anales del IFIE* 10, 221-223.
- MOLINA F., 1983. Las especies de turno corto. Conferencia presentada a las Jornadas: *Galicia Forestal*. Publicaciones del Centro Forestal de Lourizán, Pontevedra.
- MOLINA F., 1988. Los montes de Galicia. *Actualidad Forestal de Galicia* 107, 1-5.

- 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 nº 1, 175-206.
- NICOLÁS A., Y GANDULLO J.M., 1967. Ecología de los pinares españoles I: *Pinus pinaster* Ait. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Ministerio de Agricultura, Madrid, 311 pp.
- OCHOA F. Y CABRERA M., 1991. Proyecto de ordenación del monte de Valsera, Cudillero, Asturias. Consejería de Medio Ambiente, Principado de Asturias.
- OCHOA F. Y CABRERA M., 1993. Primera revisión de la ordenación del monte “Pedredos, Lagos, Mullidos, Tresvalles y Las Matas”, Valdés, Asturias. Consejería de Medio Ambiente, Principado de Asturias.
- PACHECO, C., 1991. Evaluating site quality of even-aged maritime pine stands in northern Portugal using direct and indirect methods. Forest Ecology and Management, 41, 193-204.
- PELÁEZ J.L., 1961. Primera revisión de la ordenación del monte “Lousado, Niño do corvo y otros” (Rosal, Pontevedra). Distrito Forestal de Pontevedra.
- PERALES X., 2002. Funciones de perfil para *Pinus pinaster* Ait en Galicia. Estudio de investigación. Escuela Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago.
- PITA P., MORENO M., 1973. Introducción al estudio de las claras en su incidencia sobre la producción. Montes 171, 31-58.
- PLAZA F., 1967. Primera revisión del proyecto de ordenación del monte Coto de Novelle. Distrito Forestal de Orense.
- QUINTANA J.M., 1968. Primera revisión del plan dasocrático del monte Fieitoso de Araño. Distrito Forestal de La Coruña.
- REGO F., FERREIRA S., 2000. Preparación de un plan de gestión de quema controlada para un perímetro forestal del norte de Portugal. Cuadernos de la S.E.C.F. nº 9, 29-34.
- REMACHA A., 1983. Características del pino gallego y sus aplicaciones. AITIM, Madrid, 32 pp.
- REYES O., CASAL M., 1997. Efecto del fuego sobre la apertura de conos de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*. Segundo Congreso Forestal Español, Irati. Mesa1-2, 527-532.
- RIGUEIRO A., 1983. La utilización del ganado en el monte arbolado gallego: un paso hacia el uso integral del monte. Publicaciones del Centro Forestal de Lourizán, Pontevedra.
- RIGUEIRO A., SILVA F.J., RODRÍGUEZ R., CASTILLÓN P., ÁLVAREZ P., MOSQUERA R., ROMERO R., GONZÁLEZ M.P., 1998. Manual de sistemas silvopastorales. Proyecto Columella, EPS de Lugo, USC.
- RODRÍGUEZ SOALLEIRO R., 1995. Crecimiento y producción de masas forestales regulares de *Pinus pinaster* Ait en Galicia: alternativas selvícolas posibles. Tesis doctoral, ETSI Montes, UPM, Madrid.
- RODRÍGUEZ SOALLEIRO R., ÁLVAREZ J.G., CELA M., MANSILLA P., VEGA P., GONZÁLEZ M., RUÍZ P., VEGA G., 1997. Manual de silvicultura del pino pinaster. Proyecto Columella, EPS de Lugo, USC.
- RODRÍGUEZ SOALLEIRO R., ÁLVAREZ J.G., SCHRÖDER J., 2000. Simulation and comparison of silvicultural alternatives for even-aged *Pinus pinaster* Ait stands in Galicia (Northwestern Spain). Ann. For. Sci. 57, 747-754.
- RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R., BALBOA, M., ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G., MERINO, A., 2007. Evaluation through a simulation model of nutrient exports in fast-growing southern European pine stands in relation to thinning intensity and harvesting operations. Ann. For.

Sci., 64, in press.

- ROJO, A., PERALES, X., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, F., ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G., VON GADOW, K., 2005. Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (Northwestern Spain). *European Journal of Forest Research*, 124, 177-186.
- ROMERO A., 1992. El sector forestal en Galicia. En: *Economía Política Forestal*. Xunta de Galicia, 113-132.
- RUÍZ-DANA J.M., 1963. Estudio de los coeficientes mórficos del *Pinus pinaster* en Galicia. *Montes* 114, 487-496.
- RUÍZ-DANA J.M., 1964. Plan dasocrático del monte "Coto de Vilariño". Distrito Forestal de la Coruña.
- RUÍZ ZORRILLA P., 1981. Notas para una historia del pino en Galicia. Publicaciones del Centro Forestal de Lourizán, Pontevedra, 23 pp.
- SÁNCHEZ, S. Y RODRÍGUEZ R., 2002. Modelling the growth and management of mixed uneven-aged maritime pine-broadleaves species forests in Galicia, North-western Spain. *Scand. J. For. Res.* 17, 538-547.
- SCHRÖDER J., RODRÍGUEZ R., VEGA G., 2002. An age-independent basal area increment model for maritime pine trees in northwestern Spain. *For. Ec. Man.* 157, 55-64
- SEVILLA, F., 2005. Claras altas selectivas: conceptos y experiencias. 4º Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 de septiembre de 2005.
- SILVEIRA M., 1984. Pinheiro bravo e pinheiro manso. Colecção agros. Livraria popular Francisco franco, Lisboa, 155 pp.
- TAPIAS R., BERTOMEU M., GIL L., PARDOS J.A., 1997. El papel evolutivo del fuego como factor de selección natural en masas de pinos mediterráneos. Estudio de los conos serótinicos y de la floración precoz. II Congreso Forestal Español, Irati, Mesa V, 455-460 pp.
- VEGA ALONSO G., 1992. Proyecto de ordenación del monte Aloia, Tui, Pontevedra. Consellería de Agricultura, Xunta de Galicia.
- VEGA ALONSO P., GONZÁLEZ M., MOO C., VEGA G., 1997. Primeros resultados de los ensayos de progenie del huerto semillero de *Pinus pinaster* Ait. en Sergude (Galicia). II Congreso Forestal Español, Irati, Mesa 3, 661-666 pp.
- VEGA HIDALGO J.A., 1977. Influencia del fuego en los hábitos regenerativos de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* en Galicia (NO de España). Monografía 20, ICONA, Madrid
- VEGA HIDALGO J.A., 1983. Aplicación de la técnica de fuego controlado para eliminación de combustible ligero. Jornadas técnicas sobre prevención de incendios forestales. Publicaciones del centro Forestal de Lourizán, Pontevedra.
- VEGA HIDALGO J.A., PÉREZ GOROSTIAGA P., CUIÑAS P., ALONO M., FONTÚRBEL M.T., FERNÁNDEZ C., ROZADOS M.J., 2000a. Patrones espaciales de temperaturas en el tronco y copa de *P. pinaster* durante fuegos prescritos. Cuadernos de la S.E.C.F. 9, 91-99.
- VEGA HIDALGO J.A., LANDSBERG J., BARÁ S., PAYSSEN T., FONTÚRBEL F.T., ALONSO M., 2000B. Efecto del fuego prescrito bajo arbolado de *P. Pinaster* en suelos forestales de Galicia y Andalucía. Cuadernos de la S.E.C.F., nº 9, 123-136.
- VEGA HIDALGO J.A., 2001. Efectos del fuego prescrito sobre el suelo en pinares de *P. pinaster* Ait. en Galicia. Tesis Doctoral, E.T.S.I. Montes, U.P.M., Madrid.
- VEGA HIDALGO J.A., 2003. Regeneración del género *Pinus* tras incendios. Cuadernos de la S.E.C.F., 15, 59-68.
- XUNTA DE GALICIA, 1992. Plan Forestal de Galicia. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.

XUNTA DE GALICIA, 2001. O bosque galego en cifras. Santiago de Compostela. 226 pp.