

CAPITULO

SELVICULTURA DE *PINUS CANARIENSIS*

Eduardo López, José M. Climent, Gregorio Montero

*Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
Carretera de La Coruña Km7.5. E-28040 MADRID. elopez@inia.es, climent@inia.es,
montero@inia.es*

0. INTRODUCCIÓN

I. TIPOLOGÍA DE LOS PINARES DE PINO CANARIO

I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES

I.2. TIPOLOGÍA DE LAS MASAS

II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

II.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACIÓN

II.1.1. Producción y dispersión de semilla

II.1.2. Germinación, instalación, supervivencia y desarrollo del regenerado

II.2. TRATAMIENTOS GENERALES

II.2.1. El dilema monte alto o monte bajo

II.2.2. Regenerado natural y plantaciones

II.2.3. Masas mixtas

III. TRATAMIENTOS CULTURALES PARCIALES

III.1. LIMPIAS

III.2. CLAREOS

III.3. CLARAS

III.4. PODAS

III.5. TRATAMIENTOS PREVENTIVOS FRENTE A INCENDIOS Y PLAGAS

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN

IV.2. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

IV.3. TURNO

V. ESQUEMA SELVÍCOLA

VI. BIBLIOGRAFÍA

0. INTRODUCCIÓN

El pino canario (*Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC.) es una especie endémica de las Islas Canarias y constituye además una de los táxones más originales del género *Pinus*. Varios autores lo consideran un fósil viviente, representante de un tipo ancestral de pino cuyos fósiles abundan alrededor del Mediterráneo (Frankis, 1999). Su área natural se limita actualmente a las islas occidentales y centrales del archipiélago canario. Esta especie llega a formar bosques extensos en las islas de Gran Canaria, Tenerife, El Hierro y La Palma, se presenta en masas más reducidas en La Gomera y no aparece de forma espontánea en Fuerteventura ni en Lanzarote. Su distribución por las islas es mayoritaria en las laderas norte, debido a las repoblaciones efectuadas y a la colonización por parte del pino canario de otras formaciones como el fayal-brezal. Actualmente, su área de presencia se ve aumentada debido al uso de esta especie como árbol ornamental, incluso como una especie forestal exótica en zonas de clima de tendencia Mediterránea (Marruecos, Israel, Suráfrica y Oeste de Australia fundamentalmente).

Tras la rápida regresión de los pinares desde la colonización europea del Archipiélago (s. XV-XVIII) se produjo una recuperación a partir del s. XIX, pero especialmente a partir de los años 40 del pasado siglo. La evolución reciente de la superficie ocupada en el archipiélago es la que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 0.1: Evolución de la superficie (ha) ocupada por el pino canario

Provincia	IFN 1	IFN 2	IFN 3
<i>Sta. Cruz de Tenerife</i>	52.971	58.717	65.548
<i>Las Palmas</i>	10.750	12.998	12.365
Total	63.721	71.715	77.913

Si comparamos la distribución de la especie agrupada en rangos de altitud, según los inventarios forestales 1º y 2º, se observa que el incremento en superficie experimentado entre el IFN2 y el IFN1 se da en las altitudes superiores a los 1200 m.

Tabla 0.2: Distribución de las masas de pino canario en el archipiélago por rangos altitudinales

Altitud (m)	IFN 1 (ha)	IFN 2 (ha)	IFN 3 (ha)
0 – 399	388	202	544
400 – 799	4.392	4.014	7.044
800 – 1199	22.397	21.573	25.974
1200 – 1599	20.949	23.929	25.207
1600 – 1999	13.445	17.114	16.772
≥ 2000	2.150	2.812	2.372
Total	63.721	69.644	77.913

Su distribución por las islas abarca un amplio rango de condiciones ambientales (Blanco *et al.*, 1989), tanto climáticas como edáficas, lo que indica una cierta plasticidad ecológica y la falta de competencia con otras especies. Su uso en la península Ibérica como especie forestal ha sido muy escaso, casi anecdótico, debido probablemente a la existencia de otras especies potencialmente interesantes, y su escasa tolerancia al frío. Sin embargo, algunas repoblaciones realizadas en Andalucía presentan una buena adaptación. La tolerancia del pino canario a los suelos calizos está aún poco estudiada, y se conocen casos tanto de resultados positivos (Ruiz de la Torre, 2006)

como negativos (Blanco *et al.*, 1989; Climent *et al.*, 1996). Es posible que la interacción con otros factores limitantes pueda explicar estas diferencias.

I. TIPOLOGÍA DE LOS PINARES DE PINO CANARIO

I.1 TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES

Está bien constatada la estrecha relación filogenética del pino canario con los pinos mediterráneos genuinos (*Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. heldreichii*) y el pino del Himalaya (*P. roxburghii*) (Gernandt *et al.*, 2005; Klaus, 1989; López *et al.*, 2002). La antigüedad de la especie, que autores como Klaus (Klaus, 1989) hacen remontar al Jurásico, justifica sus semejanzas morfológicas con especies del Centro y Norte de América, e incluso del Sureste Asiático (*P. merkusii*).

No se han descrito razas o variedades para el pino canario. Algunas distinciones antiguas como “pino tea”, “pino blanco”, etc. no tienen validez taxonómica. Por otra parte, la variabilidad genética y morfológica constatada en varios caracteres, no siempre sigue patrones geográficos definidos. Las piñas de esta especie presentan una morfología extraordinariamente variable, abarcando casi todas las formas de apófisis de los pinos mediterráneos actuales (incluyendo el pino del Himalaya) (Gil *et al.*, 2002; Morla *et al.*, 2002). En las zonas secas, los conos femeninos tienden a ser más grandes y con apófisis más prominentes.

Se ha constatado una diferenciación adaptativa de origen geográfico significativa en el pino canario, para la supervivencia a la sequía y el desarrollo juvenil. Así, los materiales de regiones ecológicas más secas soportan mejor la aridez y presentan un fase juvenil más prolongada (Climent *et al.*, 2006). En contraste, el crecimiento muestra diferencias muy escasas entre procedencias, a pesar de las marcadas diferencias ecológicas del área natural (López *et al.*, 2005; (Enviado)). La variación genética neutral, evaluada mediante marcadores moleculares (isoenzimas y ADN del cloroplasto), muestra niveles de diversidad comparables a los de otros pinos mediterráneos, con una diferenciación entre poblaciones dentro de las islas comparable o superior a la existente entre islas (Gómez *et al.*, 2003; Schiller *et al.*, 1999; Vaxevanidou *et al.*, 2006).

I.2. TIPOLOGÍA DE LAS MASAS

La diferenciación ecológica de los pinares canarios ha sido objeto de diversos estudios, desde los precursores análisis debidos a los primeros botánicos que estudiaron el Archipiélago. Sin embargo, aún hoy no existe una clasificación suficientemente extrapolable a toda el área natural. La diferenciación entre las laderas norte y sur de las islas mayores, debido a la presencia o ausencia del efecto de las nieblas aportadas por los vientos alisios, ha llamado tradicionalmente la atención de numerosos autores desde Humboldt a Ceballos y Ortuño (1951). Junto con el clima, la naturaleza ácida o básica del sustrato volcánico se ha argumentado como relevante por autores como Arco *et al.* (1990; 1992) y Pérez de Paz *et al.* (1994b; 1994a). Siguiendo una aproximación sintética, semejante a la del Mapa Forestal (Ruíz de la Torre, 1990-1999), podemos clasificar los pinares canarios en:

- Pinares alísicos (afectados por la condensación de las nieblas)
- Pinares extra-alísicos (secos, localizados a sotavento)
- Pinares supra-alísicos (localizados por encima de la zona de inversión térmica)
- Tipos zonales: pinares en sustratos volcánicos recientes y pinares rupícolas
- Repoblaciones

En los **pinares alísicos** el pinar presenta grandes portes y densidades elevadas, a menudo con un denso cortejo arbustivo de brezo (*Erica arbórea*) y faya (*Mirica faya*), incluso otras frondosas más exigentes (*Arbutus canariensis*, *Laurus canariensis*, *Ilex canariensis*, etc.) en zonas más húmedas, con suelos bien desarrollados o mejor conservados. Las precipitaciones normales, que se encuentran entre los 600 y los 1200 mm pueden en la práctica duplicarse o triplicarse por efecto de la condensación de las micro-gotas de niebla por la barrera física que forma el dosel arbóreo (Aboal *et al.*, 2000). En el Norte de la Isla de La Palma se localizan rodales notables, con alturas dominantes que superan los 35 m, y con ejemplares que sobrepasan los 40 m. En cambio, los pinares alísicos de Gran Canaria (Tamadaba), a pesar del efecto de las nieblas, muestran fisionomías más propias de pinares menos húmedos, debido a la menor precipitación general de las Islas Orientales y a los suelos compactos, fácilmente erosionables. En el Norte de Tenerife se encuentran algunas de las mejores masas del pinar canario, tanto mono-específicas como en mezcla con Monteverde, como los conocidos pinares de Icod y La Guancha.

Los **pinares extraalísicos** secos, con densidades bajas y copas iniciadas a media altura del fuste, son normalmente mono-específicos, con un ralo sotobosque de jaras (*Cistus symphytifolius*, *C. monspeliensis*) o tomillos (*Micromeria* sp.). Es aquí donde tradicionalmente se conocen los pinos-tea, ejemplares añosos cuyo leño se compone en un gran porcentaje por duramen enteado. En efecto, a igualdad de edad y crecimiento en diámetro, estos ejemplares presentan un mayor contenido en duramen (Climent *et al.*, 2002). Pese a su menor altura dominante, en determinadas zonas favorecidas edáfica o topográficamente se encuentran también ejemplares colosales, como los de Vilaflor (Tenerife), en una zona poco afectada por la humedad de los Alisios. En el Sur del Hierro y de Gran Canaria, el pinar alcanza sus expresiones más xerófitas en formaciones muy abiertas en mezcla con especies típicas del casi extinto sabinar e incluso de los matorrales del piso basal subsahariano, como las tabaibas y cardones (*Euphorbia* sp.). Las precipitaciones en estas zonas apenas alcanzan los 200 o 300 mm, o incluso inferiores (como en el barranco de Arguineguín, Gran Canaria).

Existen varios casos de tipos intermedios entre alísicos y extraalísicos, normalmente debidas al desbordamiento del aire húmedo a sotavento de dorsales o cumbres a media altitud, como sucede en El Hierro o en la dorsal de Tenerife (pinares de La Esperanza y Candelaria). Los pinares del Sur de La Palma entrarían también en esta categoría, debido a la mayor influencia oceánica en toda la isla.

Los **pinares supraalísicos** se localizan en Tenerife y La Palma por encima de los 1500 m, mientras que en Gran Canaria este tipo desapareció como formación natural por influencia humana. Se trata normalmente de formaciones relativamente abiertas con sotobosque de codesos (*Adenocarpus viscosus*) en transición al escobonal de cumbre (*Chamaecytisus angustifolius*) con el que se mezcla o intercala en mosaicos de

formaciones puras. Es notable que el pino canario llega a su límite altitudinal con porte arbóreo, sin que existan formas achaparradas tipo krumholtz (Gieger y Leuschner, 2004).

Además de estos tres tipos definidos con base climática, son muy característicos los tipos **zonales** en lapillis volcánicos recientes (tanto de origen ácido como básico) y los existentes en afloramientos rocosos ("roques") y cortados como especie fisurícola. En los primeros, el pino canario vegeta prácticamente sin otra vegetación acompañante, normalmente con densidades bajas y muy irregulares, combinándose los ejemplares aislados, con copas casi a ras de suelo con pequeños golpes y bosquetes, tal como puede observarse en el Sur de La Palma, El Hierro y Oeste de Tenerife.

Los incendios recurrentes y la recogida de pinocha para uso agrícola modifica temporalmente la constitución del sotobosque, especialmente con la aparición de un estrato herbáceo (normalmente insignificante) o la abundancia de corazoncillos (*Lotus* sp.).

Las **repoblaciones** de pino canario presentan una tipología propia caracterizada por su regularidad estructural y poblacional. Hasta hace poco, las repoblaciones conseguidas durante las décadas de 1940 a 1970 (sobre todo en Tenerife y Gran Canaria) presentaban problemas tanto de regeneración del propio pinar como de progresión hacia etapas más maduras en las zonas con presencia de monteverde (sotobosque), de ahí que recientemente se hayan impulsado programas de claras en Tenerife y Gran Canaria.

II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

II.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACIÓN

II.1.1. Producción y dispersión de semilla

Las semillas del pino canario son las segundas más grandes entre los pinos mediterráneos, sólo superadas por las de *Pinus pinea*. Además, presentan como característica particular dentro del subgénero *Pinus* (*Diploxylon*) que el ala es adnata, es decir, no se desprende del piñón, lo que puede contribuir a la dispersión por viento (anemocórica) a larga distancia.

La regeneración por semilla en el pino canario es satisfactoria y abundante, siempre que el espesor de la capa de pinocha y materia orgánica semidescompuesta no sea muy gruesa y permita que las raicillas alcancen el sustrato mineral, además de que exista abundante iluminación para permitir el desarrollo de las plántulas.

El piñón de esta especie germina bien, sin necesidad de romper dormición alguna. Se sabe que el pino canario es muy delicado para los trasplantes a raíz desnuda, por eso se usó históricamente el original procedimiento de la planta "encanutada". Este procedimiento consistía en el empleo de trozos de caña de unos 10-12 cm de longitud como contenedor (Ceballos y Ortuño, 1951). Durante la década de los 80 hasta aproximadamente el año 2000, se vino utilizando planta en bolsa, pero los resultados fueron muy irregulares. Actualmente, tras el abandono de la práctica tradicional, se ha confirmado que la producción de planta en contenedor, bien fertilizada y con el máximo

desarrollo posible al alcanzar una savia conducen a óptimos resultados, incluso en estaciones de gran aridez (Luis *et al.*, 2004). Los rendimientos son de unas 2000 plantas/m² con el empleo de unos 5 kg de piñón por área de vivero (Catalán, 1991). El número medio de piñones por cada kg es de unos 8.600, con una pureza del 95-98%.

El inicio de la producción de semilla en el pino canario es claramente tardía entre nuestros pinos, comenzando entre los 15 y 25 años (Catalán, 1991). La floración se produce en un amplio período que va desde febrero a mayo, dependiendo de la climatología. Si bien la maduración y apertura de los conos sigue el patrón típico en pinos mediterráneos, esto es, maduración bienal y diseminación durante el tercer verano (Ruiz de la Torre, 2006), son frecuentes las piñas serótinas que permanecen cerradas durante más años. Este tipo de conos facilitan la regeneración tras el incendio al abrirse abruptamente tras el paso del fuego. La serotinidad es más marcada en las zonas húmedas, precisamente donde los incendios son más intensos y recurrentes por la mayor acumulación de biomasa (Climent *et al.*, 2004). En cualquier caso, el pino canario no es un productor abundante de semilla, salvo en ejemplares aislados con copas muy desarrolladas.

II.1.2. Germinación, instalación, supervivencia y desarrollo del regenerado

La germinación y supervivencia del regenerado en ausencia de fuego suele ser muy baja debido al espesor de la capa de acículas, a la elevada demanda de luz de las plántulas (Climent *et al.*, 2004) y al estrés hídrico. Las plántulas recién germinadas acusan una mayor mortalidad en los primeros meses de vida, tanto las nacidas en primavera como las nacidas en otoño, siendo la principal causa de muerte de las primeras la sequía edáfica, y para las segundas las bajas temperaturas. Las plántulas nacidas en primavera que llegan vivas al invierno, por tanto han sobrevivido a la sequía estival, generalmente también lo hacen al frío invernal, ya que llegan suficientemente desarrolladas y no sólo tienen los cotiledones para mantenerse, ya presentan primordios foliares (Luis *et al.*, 2001).

Esta especie presenta piñas serótinas, que pueden llegar a permanecer cerradas hasta diez o doce años, llegando a caer al suelo sin abrirse a menos que se produzca un incendio. Las altas temperaturas de un incendio provocan la apertura de las piñas de los árboles, cayendo al suelo un gran número de piñones que encuentran unas condiciones para su germinación más favorables que las anteriores al incendio, pues, entre otras cosas, el incendio ha eliminado la gruesa capa de pinocha (hasta 30 – 50 cm de espesor (Palomares, 1995)) que puede llegar a cubrir el suelo en masas en las que ésta no es aprovechada, o en las que los incendios no ocurren desde hace tiempo, además de acabar con los pies menos vigorosos o en peor estado y con el sotobosque, permitiendo así que llegue más luz al suelo, al menos durante los primeros años (Climent *et al.*, 1996).

Las plantas que crecen en ambientes que combinan bajas radiaciones y escasa disponibilidad de agua se ven sometidas a una paradoja en el desarrollo que surge al inducir ambos extremos ecológicos pautas de inversión de biomasa opuestas (Climent *et al.*, 2006). Ahora bien, en experiencias con plántulas bajo umbráculo y con riego se ha comprobado que las plántulas pueden sobrevivir y crecer, dejando de ser la luz el factor determinante de la muerte en los primeros meses. Por lo que las plántulas nacidas bajo masas naturales de pino canario sin estrés hídrico, pueden sobrevivir ya que suelen ser

formaciones bastante abiertas, con una mucho menor atenuación de la luz que la aplicada en las experiencias con umbráculos (Peters *et al.*, 2001), sin embargo, al recibir menos luz se desarrollan peor, aumentando el índice de esbeltez y resistiendo las plantas peor los episodios de sequía edáfica o de frío (Luis *et al.*, 2001).

En la supervivencia del pino canario en las primeras etapas incide significativamente el cambio de fase de la etapa juvenil (crecimiento libre con acículas glaucas de inserción aislada) a la etapa vegetativa adulta (crecimiento fijo y acículas verde-oscuro, agrupadas en braquiblastos). Así, la mortalidad se produce sobre todo en la etapa juvenil, mientras que si alcanzan el hábito de crecimiento adulto, los repoblados pueden considerarse satisfactoriamente establecidos (Climent *et al.*, 2006). Al parecer, la limitación a la expansión de la especie a mayores altitudes se puede deber a la sequía combinada con las bajas temperaturas, ya que no hay puesta en sombra de las plántulas (Gieger y Leuschner, 2004).

Todo esto apunta a la conocida intolerancia de la especie por la luz, estando condicionada la germinación a una ausencia de pinocha o barrujo que permita a la plántula germinada alcanzar el sustrato mineral, y el posterior desarrollo condicionado a una puesta en luz que permita su crecimiento con vigor, independientemente de la existencia de un estrés hídrico dentro de los valores entre los que se mueve la especie.

II.2. TRATAMIENTOS GENERALES

II.2.1. El dilema monte alto o monte bajo

A pesar de la notable capacidad de rebrote del pino canario, la mayor parte de las masas son monte alto. De hecho, el rebrote a partir de tocones sólo conduce a pies arbóreos si se realiza una selección de brotes. Es probable, sin embargo, que un cierto número de pies de los montes incendiados procedan de rebrotes de árboles jóvenes (con diámetros menores a 5 cm).

La ausencia casi general de proyectos de ordenación de montes en Canarias dificulta el realizar un análisis detallado de las diferentes selviculturas que hayan podido usarse. Desde hace más de una década las únicas prácticas selvícolas que se observan en las masas de pino canario son las de la selvicultura preventiva contra incendios que se realiza en las áreas cortafuegos (Espacios Naturales, 1995).

Esta especie es netamente heliófila, de tal forma que al cerrarse la masa a medida que alcanza la madurez, se dificulta a sí misma la regeneración. Estos pinares sólo se regeneran bien cuando surgen perturbaciones lo suficientemente intensas y por ello la selvicultura que requieren se basa en provocar controladamente la apertura de huecos de suficiente extensión mediante cortas a hecho, cortas con reserva de árboles padre o aclareo sucesivo. Es por este modo de regenerarse, por lo que las especies heliófilas tienden a organizarse como masas regulares (incluso coetáneas) en las que en sus fases juveniles aparece una fuerte competencia entre individuos.

Atendiendo únicamente a estos factores, propios de la especie, que afectan a la regeneración natural, los métodos de regeneración que mejor se adaptan a la especie, son las cortas a hecho en uno o dos tiempos y los aclareos sucesivos para las masas regulares y las cortas por bosquetes para las masas irregulares. Pero si se tienen en

cuenta otros factores como el riesgo de erosión de los suelos, los daños por agentes bióticos o abióticos, la alteración del paisaje, etc, la elección del método de regeneración a aplicar habrá de ser más cuidadosa dependiendo de los objetivos a cumplir y de las condiciones ecológicas.

Las cortas a hecho, bien por fajas, por bosquetes o en toda la unidad selvícola de corta, se podrían aplicar en zonas llanas siempre que no haya limitaciones paisajísticas. En laderas y proximidades de cumbres, donde los riesgos de erosión pueden ser altos, se harán cortas de regeneración más cuidadosas, por aclareos sucesivos, por bosquetes o alguna otra modalidad que asegure la protección del suelo. En el caso de existir una clara vocación productora, cosa muy extraña actualmente, se recomienda emplear las cortas a hecho ya que el temperamento heliófilo de la especie lo permite y se concentran los aprovechamientos en el espacio y en el tiempo.

Lo más aplicado son las cortas por aclareo sucesivo, en las que se agrupan las fases de cortas preparatorias y diseminatorias, extrayendo un porcentaje elevado del número de pies (hasta el 75%), tratándose por tanto de aclareos muy fuertes.

Según Ortuño (1963), los aclareos sucesivos parecen no ser el método más indicado para esta especie, al menos aplicándolos en su sentido más conservador. El pino canario, como ya se ha comentado, es una especie muy heliófila y necesita de una puesta en luz de su regenerado para que se desarrollen correctamente. Esto implicaría que las cortas preparatorias deban ser lo suficientemente intensas para que se consigan estas condiciones. Si las cortas se van realizando mediante la aplicación de criterios conservadores y moderados, lo que se va logrando es un empobrecimiento gradual de la masa, sin favorecer la regeneración natural. Ortuño (1963) afirma que “es casi mejor correr el riesgo de tener que recurrir en ciertos lugares a la repoblación artificial que no diluir esta responsabilidad en largos plazos, con lo que solamente se habrá conseguido disminuir las posibilidades de producción del monte”. Este autor afirma que estos conceptos se aplicarán a los montes productores, puesto que en los denominados protectores, la rentabilidad deberá someterse a la conservación, imponiéndose así criterios de alta moderación.

Según otros autores (Herrero, 1991), las masas naturales de pino canario tendrían asegurada la regeneración bien sean tratadas mediante cortas a hecho o mediante cortas por aclareo sucesivo, siendo la regeneración más abundante en las masas sometidas a cortas por aclareo, pero el desarrollo, crecimiento y expectativas de vida del regenerado son mayores en las masas tratadas por cortas a hecho. En las masas artificiales, la regeneración es sensiblemente inferior en número a la de las masas naturales. Esta diferencia puede deberse a un excesivo grado de cubierta, a una menor producción de semilla y un menor porcentaje de semilla fértil por la juventud de la masa. No obstante, el número de pies de regeneración en masas artificiales (cerca de 1950 pies/ha) garantizaría la persistencia del vuelo, siempre y cuando se realice una puesta en luz.

En lo referente a las cortas por bosquetes, se recomienda aplicar los bosquetes medios (0,5 ha a 1 ha), con cortas a hecho dentro del bosquete, o los bosquetes grandes (1 ha a 5 ha), con cortas por aclareo sucesivo con 2 fases. En las cortas por bosquetes grandes se procurará no realizarlas en proximidades de cumbres y zonas de fuerte pendiente, prefiriéndose en su lugar las cortas por bosquetes medios.

En cuanto a las masas irregulares tratadas mediante corta por bosquetes grandes, en pocas ocasiones se ha logrado la regeneración sin acudir a la regeneración artificial. Solamente en pinares de pino canario de La Guancha, Icod y otras localidades del norte de la Isla de Tenerife, en zonas llanas, se han conseguido bosquetes coetáneos de 1 a 2 hectáreas, mediante cortas a hecho y cortas con reserva de árboles padre, sin acudir a la regeneración artificial (Madrigal, 1994). La regeneración artificial no debe descartarse como complemento o como solución ante un posible fracaso de la natural. En general el tratamiento adecuado será el aclareo sucesivo más o menos simplificado (dos únicas cortas, con una intensidad suficiente para permitir el desarrollo del regenerado).

II.2.2. Regenerado natural y plantaciones

Como se ha reiterado a lo largo de este trabajo, esta especie posee una elevada capacidad de regeneración natural por semilla, siempre y cuando las condiciones del sustrato sobre el que caiga el piñón sean las adecuadas, es decir, la capa de barrujo sea lo suficientemente delgada como para que la raicilla llegue al suelo mineral, y que la cantidad de luz que llega al suelo sea suficiente para permitir el correcto desarrollo de las plántulas. Así, se sabe que esta especie usa las perturbaciones naturales, como el fuego, para regenerar amplias zonas del monte, debido a que bajo esas circunstancias se aúnan las dos condiciones antes enumeradas.

Siempre que la preparación del terreno sea viable y el suelo lo permita, se usarán los medios mecánicos necesarios para la formación de banquetas y microcuencas. La capacidad de mecanización del suelo vendrá condicionada por la pendiente, el estado de la vegetación y el grado de erosión. Entre los métodos y técnicas tradicionales de repoblación se prescindirá de la siembra, continuándose con la plantación de plantas con cepellón al tresbolillo, por ahoyado manual y en época de lluvias preferentemente (Varios, 1999).

Las densidades de plantación dependerán de las condiciones edáficas y climáticas de la estación, no obstante se recomienda que las se hagan con las siguientes densidades en función de su orientación y calidad de estación: en las vertientes que dan al norte, en las umbrías, unas densidades de plantación en torno a los 1000 pies por ha; mientras que en las solanas o vertientes sur, se harán con dos criterios, si la calidad de la estación es baja, se recomiendan densidades entre 600 – 700 pies por ha, si no es así, se recomiendan densidades de plantación en torno a los 1500 pies/ha. Para la ejecución de una repoblación, el Plan Forestal de Canarias propone como densidad conseguida, una vez arraigada la planta, entre 800 y 1500 pies/ha para el pino canario (Varios, 1999).

II.2.3. Masas mixtas

En el Plan Forestal de Canarias (Varios, 1999) se propone la modificación progresiva de los pinares procedentes de repoblación que se encuentren fuera de su área potencial, hacia el monteverde o el bosque termófilo. La sustitución será total en ausencia de razones ecológicas o sociales, pero si no así, se tenderá a la obtención de masas mixtas. En el caso de pretender conseguir masas mixtas, esto se alcanzará de varias formas, bien por enriquecimiento de la masa mediante plantación de otras especies en claros, bien porque las especies más tolerantes se introduzcan en el pinar, favoreciéndose en este caso a las especies recientemente introducidas.

Si se va a realizar una plantación con la idea de crear una masa mixta, las plantaciones se harán por bosquetes alternos de una misma especie (Varios, 1999), originando así una masa mixta e irregular en su composición específica.

III. TRATAMIENTOS CULTURALES

Desde el Plan Forestal de Canarias (Varios, 1999), dentro del Programa de ordenación, silvicultura y aprovechamientos forestales, se dan las directrices necesarias para el adecuado tratamiento de las masas forestales, introduciendo como herramienta de ordenación el “Plan Técnico de Gestión”, que se corresponde con los Planes Dasocráticos o los Proyectos de Ordenación abreviados. Dentro de este programa se ofrecen por una parte las directrices dirigidas a mejorar, sustituir o transformar las distintas masas de repoblación, y por otro lado las encaminadas a proteger y fomentar la resistencia natural de los montes cara a los incendios forestales. También, dentro del Programa de repoblación forestal, se contempla el aumento de la superficie forestal arbolada, el fomento de las masas mixtas y la repoblación en terrenos particulares (Varios, 2004). En las Directrices de ordenación de los Recursos Forestales (AGRESTA, 2005), se insiste en que tras las repoblaciones realizadas en las islas en los años cincuenta, no se han llevado a cabo clareos ni claras de manera importante hasta mediados de la década de los 90. Por tanto, muchas masas de repoblación presentan actualmente una densidad excesiva con pies de dimensiones deficientes en relación a sus edades, debido a los fenómenos de competencia. En cuanto a los aprovechamientos forestales, lo primero que hay que recordar es que no hay proyectos de ordenación de montes en aplicación en el archipiélago. Los aprovechamientos de los montes públicos se están organizando a través de planes anuales con los correspondientes pliegos de condiciones técnicas, mientras que en los montes particulares se regulan a través de la supervisión técnica de los aprovechamientos autorizados (AGRESTA, 2005).

Como dato, durante el período comprendido entre 1995-97 se aplicaron tratamientos selvícolas (claras, podas y resalveos) en 225 ha, una superficie muy reducida (Varios, 1999). En todo caso, el Plan Forestal de Canarias da las siguientes directrices para la mejora selvícola de los pinares de pino canario, en función del origen de la masa (Tabla III.1).

III.1. LIMPIAS

Según Serrada (2005), se entiende por limpias la extracción total o parcial de la vegetación que acompaña al vuelo de la masa principal, o vegetación accesorio. Las limpias comprenden las siegas (sobre herbáceas), y los desbroces y rozas (sobre matorral). Sus objetivos son favorecer el desarrollo del regenerado, eliminando la competencia que el matorral y los arbustos provocan sobre las plántulas en sus primeras edades en lo referente a la luz, el agua y los nutrientes; disminuir el riesgo de incendio; favorecer la producción directa; favorecer la transitabilidad e incluso aprovechar el matorral como cama de ganado o combustible. Estas intervenciones no suelen ser frecuentes en pino canario, quedando reducidas a situaciones muy concretas.

Tabla III.1: Directrices específicas de mejora selvícola enunciadas en el Plan Forestal de Canarias (Varios, 1999)

Masa	Objetivo	Actuaciones	
Pinares de origen natural	Mantenimiento de los mismos como áreas representativas y de estudio. Se buscará y garantizará el equilibrio del ciclo natural.	Si se aprovecharon de forma ordenada y si se hallan en el estado de latizal o monte bravo, se aplicará el modelo de referencia del pinar repoblado	
		Si están en la fase de fustal, se aplicarán cortas de regeneración por bosquetes de tamaño variable	
		Como medida de ayuda al avance de la regeneración natural, se aplicarán desbroces selectivos, clareos y otros cuidados culturales que favorezcan el desarrollo	
Pinares de repoblación dentro de su área potencial	Consolidar la masa y asegurar su persistencia, mediante la dosificación de la competencia interespecífica y el estímulo del crecimiento de la masa	Edad	Actuación
		15-20 años	Clareo fuerte reduciendo la densidad en función de las condiciones de la masa
		30-40 años	Selección de 90-200 pies de porvenir por ha. Dejar árboles muertos según el grado de presencia para aumentar la biodiversidad
		40-100 años	Claras para regular la competencia entre los árboles de porvenir. Dejar al menos 2/5 – 1/3 de copa viva.
		100 años	Extraer los pies que no sean árboles de porvenir con especial atención al grado de regeneración.
		Notas: - Como regla general, los tratamientos selvícolas que se apliquen no excederán, en una misma intervención, de un tercio sobre el área basimétrica de la masa - En caso de tratarse de masas donde se han realizado repoblaciones de enriquecimiento bajo cubierta, se buscará favorecer a estos nuevos pies	
Pinares de repoblación fuera de su área potencial	Continuar o iniciar su modificación progresiva hacia el Monteverde o el bosque termófilo, según corresponda. En función de la situación, se buscará la eliminación total del estrato de pino o la formación de masas mixtas.		

III.2. CLAREOS

Se entiende por clareos la extracción de los pies sobrantes de la masa principal en las edades naturales de repoblado y monte bravo. Se actúa sobre los pies mal formados, o los claramente dominados, pues es difícil identificar cuales son los futuros dominantes. En el caso del monte bravo, todos los árboles ocupan sensiblemente el mismo estrato, y hay poda natural. La elección de árboles a cortar se hará con criterios sistemáticos. En general no se han llevado a cabo, aunque, como se desprende de todo lo dicho anteriormente, deberían realizarse con profusión para rebajar el peligro de incendios, la competencia entre individuos y proporcionar grandes cantidades de biomasa posiblemente aplicables en la obtención de bioenergía.

III.3 CLARAS

Las claras son uno de los más importantes y delicados tratamientos parciales sobre el vuelo. Se definen como la corta de parte de los pies de la masa principal regular en los estados de latizal y fustal. Los objetivos de las claras son la reducción de la competencia dentro de la masa, la regulación de la composición específica de la misma, anticipar una renta en especie y mejorar el crecimiento de la masa principal que queda en pie haciendo que la producción acumulada al final del turno sea la máxima (Serrada, 2005). Pero además, en las masas de pino canario hay que añadir un objetivo muy importante y es el aumento de la intercepción del agua transportada por los vientos alisios ((Santana, 1987) citado en (Herrero, 1991)), ya que las masas aclaradas ofrecen valores más altos de precipitación que los bosques cerrados (Aboal *et al.*, 2000), estado en el que se encuentran las masas procedentes de repoblación.

Se considera que su aplicación es urgente, pero se tropieza con la escasa experiencia previa en este tipo de tratamientos. En las áreas cortafuegos se rebajaron densidades iniciales de 2500 pies/ha o más, hasta densidades de 1800 pies/ha, llegando en pocos casos hasta los 1000 pies/ha (Espacios Naturales, 1995).

Ortuño (1963) afirma que hacia los veinte años de edad, las masas procedentes de repoblación precisarán de unas primeras cortas que proporcionen piezas de 20 a 25 cm de diámetro.

En el "Estudio de la selvicultura de las masas artificiales de *Pinus canariensis*" (Madrigal *et al.*, 1989), se ensayaron cortas de regeneración en una serie de parcelas. La conclusión principal es que no se consiguió la regeneración natural aunque se pudo comprobar que los pinares con más de cuarenta años resisten bien las claras fuertes con valores del 50 % de los pies y el 30% del área basimétrica, mejorando en gran medida la vitalidad y porte de los pies que quedan. En lo referente a la regeneración natural, se hubiese necesitado un control posterior de las parcelas de ensayo para poder valorar con rigor los efectos de las mencionadas cortas.

III.4 PODAS

Las podas consisten en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial, para conseguir un objetivo concreto como el incremento de la producción forestal de productos no maderables o mejorar la calidad de los maderables, atender a una mejora sanitaria, obtener algún aprovechamiento de las ramas como leña, ramón o recogida de semillas, reducir el riesgo de incendios en determinadas masas, reducir la resistencia al viento, equilibrar el sistema aéreo con el radical, conseguir un porte distinto al natural, evitar daños al regenerado en el apeo de grandes pies.

En general estas masas no se conducen bajo objetivos de producción, al contrario, se gestionan desde el punto de vista de la protección, por lo que las podas se limitarán a mejoras sanitarias y la reducción del riesgo de incendios.

Las podas podrían ser especialmente necesarias tras el rebrote epicórmico después de incendios, que conduce a portes muy irregulares y ramosos. Sin embargo carece de sentido dada la ausencia de aprovechamiento maderero. No obstante, conviene tener en cuenta que la poda natural es más activa y precoz en las especies de luz.

III.5 TRATAMIENTOS PREVENTIVOS FRENTE A INCENDIOS Y PLAGAS

El pino canario es, entre todas las especies forestales españolas, la que mejor tolera el incendio. Varias de las características fenotípicas del pino canario están relacionadas más o menos directamente con su capacidad de sobrevivir al fuego: la gruesa corteza (de 3 a 5 cm hasta 18 cm en los ejemplares más grandes y viejos), el rebrote, las elevadas tallas que alejan la copa del fuego, las acículas largas y las piñas serótinas (Climent *et al.*, 2004) son algunas de las más importantes. No obstante, la aplicación de tratamientos preventivos está plenamente justificada, no sólo por la defensa de los intereses humanos sino para evitar una frecuencia excesiva de los fuegos, que en algunas zonas puede superar incluso la capacidad de adaptación de la especie (Arévalo *et al.*, 2001). La recogida de pinocha que se realiza para uso agrícola tiene también la doble misión de disminuir el riesgo de incendio, sobre todo en zonas especialmente vulnerables: márgenes de carreteras y pistas, áreas recreativas, etc. En zonas donde no se realiza este aprovechamiento, las quemadas controladas son un recurso adecuado, sobre todo porque la resistencia natural de la especie la hace muy poco vulnerable a estos fuegos de baja intensidad. Sin embargo, en zonas extra-alísicas el pinar canario presenta a menudo una estructura abierta, de bosque-parque, en la que los incendios son normalmente escasos y poco destructivos.

El Plan Forestal de Canarias (Varios, 1999) propone los tratamientos para la creación de áreas cortafuegos expuestos en la tabla siguiente (Tabla III.2).

Tabla III.2. Directrices de referencia para la realización de fajas auxiliares y áreas cortafuego en pinar (Varios, 1999)

0-10 metros = Faja Auxiliar o 1ª Fase del Area Cortafuegos
- Rotura de la continuidad vertical y horizontal en el arbolado y en el matorral pirófito. Pies unitarios y aislados sin contacto vertical ni horizontal. Poda hasta cuatro metros. - Desbroce selectivo favoreciendo a la vegetación higrófila por invasión o repoblación. - Recogida de pinocha sólo en vía principal, dirigiendo la recogida del resto de la pinocha como aprovechamiento tradicional.
10-50 metros = 2ª Fase del Area Cortafuegos
- Tratamiento de rotura de la continuidad vertical y horizontal en el arbolado y el matorral. Rodales por pies agrupados en número variable de 2-6 individuos sin contacto vertical u horizontal entre grupos. Poda hasta tres metros. - Respeto de la vegetación higrófila, fomentando su invasión o proponiendo su repoblación. - Adhesado de la vegetación pirófito, aumentando la separación entre grupos según el grado de inflamabilidad. - Fomento del aprovechamiento pinochero.
50-75 metros = 3ª Fase del Area Cortafuegos
- Tratamiento de rotura de la continuidad vertical y horizontal del arbolado. - Poda hasta 2'5 metros. - Reducción puntual de combustible.

En cuanto a las plagas, esta especie rara vez se ve afectada en su hábitat natural pero, incluso en estos casos, cuenta con eficaces mecanismos de defensa y con una gran

capacidad regenerativa. Existen especies endémicas, como la "lagarta" (*Dasychira fortunata*), nombre por el que se conoce a las orugas de un lepidóptero defoliador que sufre explosiones poblacionales esporádicamente (Varios, 1999). También su madera apeada en monte y sin descortezar sufría ataques de *Hylotrupes* que se controlan fácilmente permitiendo el aprovechamiento fuera de la época de verano y evitando la acumulación de trozas con corteza en monte (Ortuño, 1963).

Según datos del Plan Forestal (Varios, 1999), en La Palma (Garafía y San Andrés y Sauces), y desde febrero de 1998 se han detectado decoloraciones amarillentas sobre pino canario (aprox. 2.000 unidades en 155 ha). Aunque no haya causado mortandad directa se han tomado muestras para enviar a varios centros especializados en la península. Además, existe un desconocimiento generalizado acerca de las micosis en especies autóctonas debidas a hongos considerados patógenos o enfermedades oportunistas en otras regiones, como son *Fusarium sp.*, *Verticilium sp.*, *Armillaria melea* o *Fomes annosus*.

Después de los incendios forestales, se deben realizar intervenciones selvícolas posteriores para reducir los riesgos fitosanitarios, mejorar el rebrote y/o volver a plantar.

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Estas masas han de cumplir con los conocidos objetivos de la ordenación, es decir la sostenibilidad, la persistencia y la multifuncionalidad. Todo esto será posible mediante la aplicación de las herramientas selvícolas adecuadas. Así mismo, los principales usos que derivan de estas masas son:

Madera: la madera de esta especie se puede comercializar como pino blanco y como pino tea, siendo esta última la más apreciada de todas por su coloración pardo-rojiza y por su gran durabilidad al ser prácticamente imputrescible. El principal uso de esta madera era la construcción (siempre y cuando no estuviese sometida a vibraciones al ser frágil). Otros usos de la madera fueron la fabricación de cajas para la exportación de azúcar y plátanos, para lo que se prefería la madera del pino blanco, y la construcción naval. En todo caso este aprovechamiento ha quedado relegado a un nivel testimonial, llegándose casi a la prohibición de todo objetivo maderero debido a una tendencia hacia la conservación estricta basada en el generalizado conocimiento de sus beneficios indirectos y en los desafortunados ensayos de explotación de sus orígenes (Climent *et al.*, 1996; Ortuño, 1963).

Resina: este aprovechamiento ha sido bastante reducido, desde primeros del siglo veinte, afectando por tanto de manera escasa a las masas de pinar; no obstante hay citas de aplicaciones del método Hughes de forma un tanto "bárbara", en campañas de resinación anteriores a 1915 (Oramas, 1955). El abandono de estas prácticas se debió principalmente a cuestiones económicas, al no poder competir con la producción de otras zonas resineras peninsulares.

Pez: durante los siglos XV a XVIII se llevó a cabo este aprovechamiento tremendamente dañino, favorecido por el elevado contenido de resina en la madera de esta especie. Este producto se obtenía mediante la quema de los troncos enteros o troceados en hornos excavados en el suelo. El principal uso de este producto fue el calafateado de barcos.

Fomento de los recursos hídricos: a pesar de la idea muy extendida de que el agua que se usa en Canarias procede sobre todo de las zonas de laurisilva y monteverde, las masas de pino canario expuestas a los vientos alisios son capaces de captar importantes cantidades del agua que transportan, incrementando así el aporte total al ciclo hidrológico. Esto se debe a la estructura y disposición de las acículas del pino canario, que favorecen las turbulencias que ayudan a la condensación de las micro-gotas de la niebla en gotas mayores capaces de alcanzar el suelo y recargar su contenido hídrico. Una silvicultura que maneje de forma adecuada la densidad de las masas, y su estructura, favorecerá el incremento de agua interceptada (Aboal *et al.*, 2000).

Sumideros de carbono: a la gran importancia que tienen estas masas en los ecosistemas de la región macaronésica hemos de unirle el potencial para la fijación de CO₂ en forma de biomasa viva. Según el manejo que se haga, estas masas arbóreas podrán comportarse como sumideros de carbono, mediante una gestión forestal sostenible, repoblaciones, o mejora de las masas, es decir, alcanzar los objetivos de la ordenación mediante las herramientas de la silvicultura. En concreto se estima que las masas de pino canario almacenan más de 21 millones de toneladas de carbono, frente al total de un conjunto de especies que se estima en casi 39 millones de toneladas, es decir, que las masas de pino canario almacenan más del 56 % del carbono estimado para las Islas Canarias (Ruiz-Peinado y Montero, 2006).

Uso ganadero: fundamentalmente el aprovechamiento con ganado caprino, en las zonas adhesadas y en las cumbres, donde el ganado vive semisalvaje.

Recogida de la pinocha: Una particularidad de estas masas es que los aprovechamientos secundarios como la pinocha, tienen una importancia poco frecuente (Ortuño, 1963). El pino canario produce gran cantidad de acículas largas, flexibles y muy cutinizadas, muy resistentes a la descomposición, que se acumulan año tras año a no ser que se permita su recogida o se produzca un incendio. La recogida de la pinocha o barrujo se hacía con dos fines, el embalaje de plátanos para su exportación y su uso como cama de ganado y elaboración de estiércoles. La rotación de los tranzones sometidos a este aprovechamiento se fijaba de dos a seis años (Oramas, 1955; Ortuño, 1963). El que parte de un sector de la población rural y urbana crea en la prohibición de la recolección de pinocha, denota cierto alejamiento entre la administración pública y los ciudadanos. La recogida de pinocha constituye uno de los aprovechamientos más importantes de cara a la silvicultura preventiva contra incendios forestales, y aunque su volumen de aprovechamiento se haya visto muy reducido con respecto a otras épocas, es un uso a mantener y dirigir con especial cuidado evitando que estos aprovechamientos se realicen de forma total y exhaustiva, ya que pueden tener unas consecuencias ecológicas graves, al interrumpir el ciclo de nutrientes, ocasionando un empobrecimiento del ya de por sí pobre suelo del pinar, además de favorecer un aumento de la escorrentía superficial y la erosión. Sin perder de vista que la reducción del espesor de la capa orgánica facilita el establecimiento del regenerado (AGRESTA, 2005; Ortuño, 1963; Palomares, 1995).

Defensa frente a la erosión: la complicada orografía de las islas, y la particularidad de sus suelos, le otorga un papel muy importante a esta especie por su frugalidad para vivir en zonas muy pobres, su capacidad para sujetar el terreno y de crear suelo mediante el aporte abundante de acículas.

Paisaje: el paisaje que crean las masas de pino canario, en escarpados barrancos, pronunciadas laderas, y demás, es de una gran calidad, sobre todo teniendo en cuenta que en numerosos casos será la especie climática de esa zona. Independientemente de que el origen de algunas sea antrópico (sobre todo de las repoblaciones), estas masas se hallan incorporadas en el paisaje global de las islas, por lo que ha de asegurarse la multifuncionalidad mediante una silvicultura sostenible adecuada, la regulación del turismo y del uso recreativo, y la mejora de las infraestructuras.

IV.1 CALIDAD DE ESTACIÓN

La única ecuación publicada que relacione las alturas totales medias con la edad del árbol es la desarrollada por Blanco et al. (1989). Estos autores proponen como curva de calidad la fórmula de Hossfeld [1], utilizada en la metodología de los trabajos de Pita (1966; 1967).

$$[1] \quad h(m) = \left(\frac{t}{(a + b \cdot t)} \right)^2$$

Donde h es la altura total media en metros, t es la edad en años y a y b son los parámetros para cada una de las calidades, según la tabla IV.1.

Tabla IV.1: Parámetros de la ecuación [1] de calidad de estación para cada una de las calidades definidas

<i>Calidad</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
I	2,171189	0,174328
II	2,847522	0,186952
III	3,795346	0,206597
IV	5,597416	0,236207

En el proceso de elaboración de estas ecuaciones se basaron en los datos de 630 pares de edad/altura total. Como edad de referencia aproximada usaron la mitad del turno en masas tratadas, así definen las clases de calidad siguientes para una edad de referencia de 50 años (Tabla IV.2).

Tabla IV.2: Clases de calidad y alturas de cada calidad a la edad de referencia de 50 años

Clase de Calidad	Altura (m)
I	21,09
II	16,81
III	12,53
IV	8,25

A continuación se presenta el gráfico de las curvas de calidad, con la edad de referencia y los límites entre clases de calidad. Este gráfico permite determinar la calidad de una parcela midiendo la altura total y la edad de los árboles no dominados existentes.

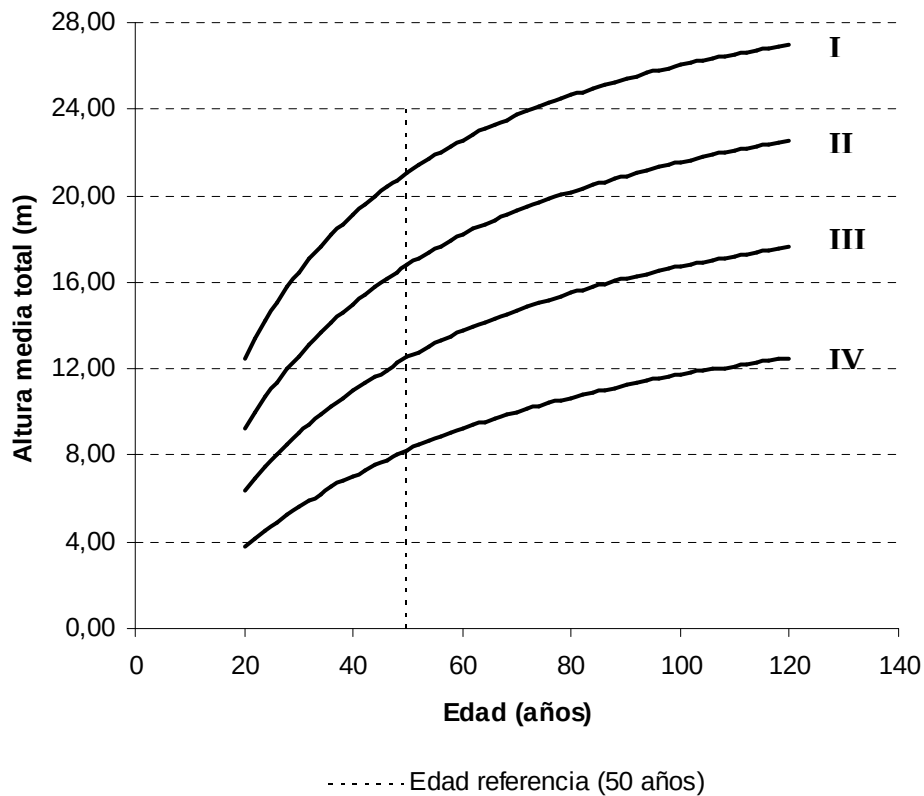


Figura IV.1. Representación gráfica de las curvas de calidad de estación para las masas de pino canario (Blanco *et al.*, 1989)

El rango de aplicación de estas curvas es el comprendido entre 20 y 120 años, recomendándose no usarlas fuera de estos límites.

Climent *et al.* (2004) proponen que el espesor de albura, y particularmente el área de albura por ha, sean indicadores indirectos de la calidad de estación a escala regional. Además, observan que las masas con mayor exposición a los vientos alisios poseen los valores de este índice más altos. Sabiendo que la albura se relaciona directamente con la biomasa y el índice de área foliar, y que mayores espesores de albura indican mayor vigor del árbol y mayor capacidad de almacenamiento de carbohidratos de reserva, lo que repercute en una mejor capacidad de sobrevivir a los incendios.

IV.2. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

En el primer Inventario Forestal Nacional (IFN1), se propuso la siguiente ecuación que relacionaba el diámetro normal (d) y la altura total (h) con el volumen maderable con corteza (v):

$$[2] \quad v (dm^3) = 5141 + 0,03044 \cdot d^2 \cdot h$$

Las ecuaciones que proporciona el segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) son las siguientes, cuyos parámetros adquieren los valores expuestos en la tabla IV.3 para cada provincia y según la forma de cubicación (ver Explicaciones y Métodos del 2º Inventario Forestal Nacional para consultar las distintas formas contempladas).

$$[3] \quad VCC(dm^3) = p \cdot (Dn)^q \cdot (Ht)^r$$

$$[4] \quad VSC(dm^3) = a + b \cdot VCC + c \cdot VCC^2$$

$$[5] \quad IAVC(dm^3) = a + b \cdot VCC + c \cdot VCC^2$$

Tabla IV.3. Valores por provincias y formas de cubicación de los parámetros de las ecuaciones de volumen con y sin corteza y de incremento anual de volumen con corteza

Ecuación		VCC (dm ³)		VSC (dm ³)		IAVC (dm ³)	
Parámetro	Forma de cubicación	SCT	LP	SCT	LP	SCT	LP
<i>p,a</i>	(1 - 2)	0,0005946	0,0006267	-49,51	-34,94	5,74	5,41
	(3)	0,0006596	0,0006596	-1,00	-1,80	1,54	1,22
	(5)	0,0006596	0,0006596	-33,54	-2,27	2,21	0,99
<i>q,b</i>	(1 - 2)	1,9583700	1,9250700	0,7972554	0,8350697	0,0095560	0,0064402
	(3)	1,9151800	1,9151800	0,5648147	0,6037307	0,0202152	0,0083181
	(5)	1,9151800	1,9151800	0,8371879	0,6660490	0,0088267	0,0189678
<i>r,c</i>	(1 - 2)	0,8775800	0,9400800	0,0000068	0,0000044	-0,0000003	-0,0000001
	(3)	0,9397700	0,9397700	-0,0008026	-0,0003037	-0,0000302	0,0005007
	(5)	0,9397700	0,9397700	0,0000021	0,0001717	-0,0000003	-0,0000121

(Fuente: 2º Inventario Forestal Nacional)

Dónde VCC es el volumen con corteza en dm³, VSC es el volumen sin corteza en dm³, IAVC es el incremento anual de volumen con corteza en dm³, Dn es el diámetro normal en milímetros, Ht la altura total en metros, SCT corresponde a Santa Cruz de Tenerife, LP es la provincia de Las Palmas, a, b, c, p, q y r son los parámetros correspondientes a cada ecuación, y las formas de cubicación las definidas en el IFN2.

Se ha encontrado además una tarifa tipo Hummel ajustada para masas regulares y coetáneas (Moreno, 2000) con diámetros superiores a 7,5 cm. La ecuación que se muestra a continuación presenta como principal ventaja su sencillez de aplicación.

$$[6] \quad VCC(dm^3) = 0,5238 \cdot (Dn)^2 - 31,542 \quad (R^2 = 0,965)$$

También hay constancia del ajuste y uso de más tarifas de tipo Hummel en experiencias de claras sobre pino canario (Madrigal *et al.*, 1989), en las que se ajustaba una tarifa para cada parcela del ensayo.

En la tabla IV.4 se presentan datos de crecimiento en volumen con corteza por hectárea y año (m³ c.c./ha·año), según distintos autores.

Tabla IV.4: Crecimiento en volumen con corteza por hectárea y año

Autor	Edad	Crecimiento medio (m ³ cc/ha·año)
Ceballos y Ruiz de la Torre (1979)	70	6 m ³ c.c./ha·año
	35 (Sur)	Máximo: 8,9 m ³ c.c./ha·año
		Medio: 6,8 m ³ c.c./ha·año
Madrigal <i>et al.</i> (1989)	39 (Norte)	Mínimo: 5,4 m ³ c.c./ha·año
		Máximo: 10,2 m ³ c.c./ha·año
		Medio: 7,7 m ³ c.c./ha·año
Martínez (2000)		Mínimo: 6,4 m ³ c.c./ha·año
		4,3 m ³ c.c./ha·año

En lo referente al incremento de las principales variables dendrométricas, algunos autores (Climent *et al.*, 2004) han registrado crecimientos en diámetro de hasta 2 cm al año, y crecimientos en altura de hasta un metro por año. Estos crecimientos se ralentizan a partir de los 25-30 años, aproximadamente cuando la especie comienza a invertir los recursos usados en el crecimiento en la formación de duramen.

IV.3. TURNO

Aunque la mayor parte de los autores coinciden en fijar el turno en 100 años (Ortuño, 1963), hay otros que proponen variaciones sobre esa cifra en función de la calidad de estación (Espacios Naturales, 1995),

Así, para las mejores estaciones, las que tienen los mejores crecimientos y mejor regeneración natural, generalmente con orientación norte, se proponen turnos de 100 a 120 años. Se recomienda la reserva de árboles extramaduros pero sanos, con un papel múltiple, entre otros el mantenimiento de la oferta de árboles monumentales, con elevado valor paisajístico y cultural, constituir una futura fuente de ingresos por medio de la madera de tea, además de cumplir funciones de mantenimiento de la biodiversidad. Estos árboles extramaduros pueden llegar a duplicar el turno con el que se trata la masa, recomendándose de 160 a 200 años, o más teniendo en cuenta la longevidad de la especie (Génova y Santana, 2006). No obstante, no todos los autores se muestran partidarios de turnos tan largos (Oramas, 1955), recomendando no alcanzar estos turnos físicos argumentando razones económicas para reducirlos.

Para las peores estaciones, con menores crecimientos y regeneración natural más difícil, generalmente en orientación sur, se proponen turnos o edades de madurez más prolongados, de 120 a 200 años, recomendándose no dejar árboles extramaduros salvo si se hace con finalidad de conservación de hábitats o en casos puntuales (árboles monumentales).

V. ESQUEMA SELVÍCOLA

Para masas procedentes de repoblación

Hasta que se alcanza el equilibrio en el sistema creado por el hombre, es necesario aplicar una serie de cuidados culturales a las masas. Los tratamientos descritos a continuación se plantean para los cinco primeros años de la repoblación (Espacios Naturales, 1995).

- Protección individual de la planta: ya que los daños por conejo sobre las plántulas de esta especie pueden acabar con una repoblación
- Reposición de marras: se hará en el año siguiente a la plantación, como mucho a los dos años de la misma. Lo ideal es que no supere el 10% de la plantación inicial; si supera el 50% será síntoma de un año extremadamente seco o de una repoblación incorrecta. Lamentablemente se dan elevados porcentajes de marras, de tal forma que su reposición se plantea como nueva repoblación, no como reposición de marras

- Riego: condición necesaria en las repoblaciones en solana, al menos durante las largas sequías estivales en las primeras edades. Es un tratamiento caro pero si se puede costear con subvenciones, a la larga es rentable
- Desbroce: eliminando el matorral con rozas o arranque. También encarece pero compensa
- Podas de guiado: no son tratamientos selvícolas a diferencia de los que se encaminan a mejorar la calidad de la madera o a reducir el riesgo de incendio, se pueden hacer con tijeras y se tratará de eliminar las ramas laterales o tallos múltiples. Se aplicarán con densidades bajas, pues es también muy caro

Y para el resto del turno, para estas masas procedentes de repoblación, algunos autores (Espacios Naturales, 1995) proponen los siguientes esquemas selvícolas en función de los objetivos que más primen en la toma de decisiones.

Si priman las razones selvícolas sobre las económicas:

- un primer clareo, antes de los 20 años, llevando la masa a unos 1200 pies/ha
- un segundo clareo, antes de los 30 años, llevando la masa a unos 700 pies/ha
- cuatro claras a ejecutar a los 40, 50, 60 y 70 años, dejando al concluir una densidad próxima a los 200 – 250 pies/ha, eligiéndose los árboles de porvenir en la primera o segunda clara. Se harán las podas sobre los árboles de porvenir, excepto en áreas cortafuegos que se harán sobre todos los pies

Si priman las razones económicas sobre la selvícolas:

- un clareo antes de los 25 años, dejando una densidad de unos 700-800 pies/ha
- dos claras, fuertes, a los 35 y 50 años, con selección de árboles de porvenir (200–250 pies/ha) en la segunda clara con poda alta sobre los mismos
- podas bajas generalizadas si existe riesgo de incendios

Resumiendo lo expuesto anteriormente en dos tablas, la selvicultura para masas de pino canario procedentes de repoblación bajo dos objetivos distintos, ecológico-selvícolas y económico-productores, sería la reflejada en las tablas V.1 y V.2.

Tabla V.1. Selvicultura para masas de pino canario procedentes de repoblación bajo objetivos productores

Año	N (pies/ha)	Intervención y Criterio de Aplicación	Objetivo
0	1.500	Plantación con protectores individuales	Protección contra ataques de conejo
		Desbroce del matorral	Eliminación de la competencia por los recursos
		Riego planteable en plantaciones en solana en época estival si se cuenta con subvenciones	Asegurar la supervivencia en la época estival
1	1.500	Si % supervivencia > 50% : Reposición de marras	Mantenimiento de la densidad inicial adecuada
		Si % supervivencia < 50% : Nueva repoblación	
		Desbroces y riegos si convienen	
5	1.400-1.500	Podas de guiado	No con objeto de mejorar la calidad e la madera, si no buscando la mejor calidad de la masa
		Desbroces y riegos si convienen	
25	700-800	Clareo	Extracción de los pies sobrantes
35	450-500	1ª Clara con selección de árboles de porvenir	Regulación de la densidad, selección de árboles y mejora de las condiciones de captación de agua
50	200-250	2ª Clara	
		Poda alta sobre la masa remanente	

Tabla V.2. Selvicultura para masas de pino canario procedentes de repoblación bajo objetivos ecológico-selvícolas

Año	N (pies/ha)	Intervención y Criterio de Aplicación	Objetivo
0	1.500	Plantación con protectores individuales	Protección contra ataques de conejo
		Desbroce del matorral	Eliminación de la competencia por los recursos
		Riego planteable en plantaciones en solana en época estival si se cuenta con subvenciones	Asegurar la supervivencia en la época estival
1	1.500	Si % supervivencia > 50% : Reposición de marras	Mantenimiento de la densidad inicial adecuada
		Si % supervivencia < 50% : Nueva repoblación	
		Desbroces y riegos si convienen	
5	1.400-1.500	Podas de guiado	No con objeto de mejorar la calidad e la madera, si no buscando la mejor calidad de la masa
		Desbroces y riegos si convienen	
20	1.200	Primer clareo	Extracción de los pies sobrantes
30	700-750	Segundo clareo	
40	600-650	1ª Clara con elección de árboles de porvenir	Regulación de la densidad, selección de árboles y mejora de las condiciones de captación de agua
50	450-500	2ª Clara con elección de árboles de porvenir	
Se harán podas sobre los árboles de porvenir, excepto en áreas cortafuegos, que se hará en todos los pies			
60	350-400	3ª Clara	Regulación de la densidad y mejora de las condiciones de captación de agua
70	200-250	4ª Clara	

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ABOAL J.R., JIMÉNEZ M.S., MORALES D., GIL P., 2000. Effects of thinning on throughfall in Canary Islands pine forest - the role of fog. *Journal of Hydrology*. 238 (2000), 218-230.
- AGRESTA, 2005. Directrices de Ordenación de los Recursos Forestales de Canarias. Documento de avance. Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.
- ARCO M.J., PEREZ P.L., WILDPRET W., SAUQUILLO V.L., SALAS M., 1990. Atlas cartográfico de los pinares canarios: La Gomera y el Hierro. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial. Tenerife, 227 pp.
- ARCO M.J., PEREZ P.L., RODRIGUEZ O., SALAS M., WILDPRET W., 1992. Atlas cartográfico de los pinares de Canarias.II. Tenerife. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial. Tenerife, 90 pp.
- ARÉVALO J.R., FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M., JIMÉNEZ M.J., GIL P., 2001. The effect of fire intensity on the understory species composition of two *Pinus canariensis* reforested stands in Tenerife (Canary Islands). *Forest Ecology and Management*. 148, 21-29.
- BLANCO A., CASTROVIEJO M., FRAILE J.L., GANDULLO J.M., MUÑOZ L.A., SÁNCHEZ PALOMARES O., 1989. Estudio ecológico del pino canario. ICONA-MAPA. Madrid.
- CATALÁN G., 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. ICONA. Madrid, 392 pp.
- CEBALLOS L., ORTUÑO F., 1951. Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales. I.F.I.E. Madrid, 465 pp.
- CEBALLOS L., RUIZ DE LA TORRE J., 1979. Árboles y arbustos. E.T.S.Ingenieros de Montes. Madrid.
- CLIMENT J., GIL L., TUERO M., 1996. Regiones de procedencia: *Pinus canariensis* Chr.Sm. ex DC. ICONA. Madrid, 49 pp.
- CLIMENT J., TAPIAS R., PARDOS J.A., GIL L., 2004. Fire adaptations in the Canary Islands pine (*Pinus canariensis*). *Plant Ecology*. 171, 185-196.
- CLIMENT J., CHAMBEL M.R., PÉREZ E., GIL L., PARDOS J.A., 2002. Relationship between heartwood radius and early radial growth, tree age, and climate in *Pinus canariensis*. *Can. J. For. Res.* 32, 103-111.
- CLIMENT J., ARANDA I., ALONSO J., PARDOS J.A., GIL L., 2006. Developmental constraints limit the response of Canary Island pine seedlings to combined shade and drought. *For. Ecol. Manage.* 231, 164-168.
- ESPACIOS NATURALES S.A., 1995. Plan Forestal de Canarias (Documento Técnico). Documento V: Planificación forestal. Consejería de Política Territorial. Viceconsejería de Medio Ambiente, 290 pp.
- FRANKIS M., 1999. *Pinus brutia* (Pinaceae). *Curtis's Botanical Magazine*. 16, 173-184.
- GÉNOVA M., SANTANA C., 2006. Crecimiento y longevidad en el pino canario (*Pinus canariensis* Smith.). *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 15 (3), 296-307.
- GERNANDT D.S., LÓPEZ G.G., GARCÍA S.O., LISTON A., 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon*. 54, 29-42.
- GIEGER T., LEUSCHNER C., 2004. Altitudinal change in needle water relations of *Pinus canariensis* and possible evidence of a drought-induced alpine timberline on Mt. Teide. *Flora*. 199, 100-109.

- GIL L., CLIMENT J., NANOS N., MUTKE S., ORTIZ I., SCHILLER G., 2002. Cone morphology variation in *Pinus canariensis* Sm. *Plant Systematics and Evolution*. 235, 35-51.
- GÓMEZ A., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ S., COLLADA C., CLIMENT J., GIL L., 2003. Complex population genetic structure in the endemic Canary Island pine revealed using chloroplast microsatellite markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 107, 1123-1131.
- HERRERO J., 1991. Estudio comparativo de la regeneración en las masas de *Pinus canariensis* sometidas a cortas a hecho y cortas por aclareo. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Montes.
- KLAUS W., 1989. Mediterranean pines and their history. *Plant Systematics and Evolution*. 162.
- LÓPEZ G.G., KAMIYA K., HARADA K., 2002. Phylogenetic relationships of *Diploxylon* pines (subgenus *Pinus*) based on plastic sequence data. *International Journal of Plant Sciences*. 163, 737-747.
- LÓPEZ R., CLIMENT J., CHAMBEL M.R., GIL L., 2005. Ecotypic variation and plasticity of growth, survival and ontogeny in provenances of Canary Islands pine. *Medpine 3: International Conference on Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean Pines and their Ecosystems*, Bari (Italia), pp.
- LÓPEZ R., ZEHAVID A., CLIMENT J., GIL L., (Enviado). Growth and survival have undergone divergent processes of ecotypic differentiation in *Pinus canariensis* (Pinaceae). *Australian Journal of Botany*.
- LUIS V.C., JIMÉNEZ M.S., GIL P., MORALES D., 2001. Influencia de los factores ambientales en la mortalidad de plántulas de *Pinus canariensis* en condiciones naturales. *Actas del III Congreso Forestal Español*, Granada, 25-28 septiembre 2001. Tomo Tomo I, pp. 357-362.
- LUIS V.C., CLIMENT J., PETERS J., PÉREZ E., PUÉRTOLAS J., MORALES S., JIMÉNEZ M.S., GIL L., 2004. Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus canariensis* cultivadas con diferentes métodos en la supervivencia y crecimiento en campo. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17, 63-67.
- MADRIGAL A., 1994. Ordenación de Montes Arbolados. MAPA-ICONA: Colección Técnica. Madrid, España, 375 pp.
- MADRIGAL A., DOMÍNGUEZ M.L., PERAZA M., 1989. Estudio de la selvicultura de las masas artificiales de *Pinus canariensis*. In. *Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias - ETSI Montes (UPM)*, p. 113.
- MARTÍNEZ Y., 2000. Proyecto de ordenación del Cortijo Tamadaba, Agaete, Gran Canaria. Tesis Doctoral. ETSI Montes (UPM).
- MORENO M., 2000. Estudio de claras en masas de pino canario en Gran Canaria. Tesis Doctoral. ETSI Montes (UPM).
- MORLA C., ALCALDE C., BARRÓN E., POSTIGO J.M., 2002. Paleobiogeografía de *Pinus canariensis*: estróbilos y semillas fósiles del Plioceno ibérico (cuenca del Bajo Segura, Alicante, España). *II Congreso Español de Biogeografía*, La Gomera, pp.
- ORAMAS L., 1955. Normas para la explotación regular y ordenada de los pinares de Canarias. *Montes*. 62, 125-126.
- ORTUÑO F., 1963. Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de *P. canariensis*. Su financiación. *II Asamblea Técnica Forestal*. Tomo 1ª Ponencia, pp. 152-155.
- PALOMARES A., 1995. El riesgo de incendios forestales en la isla de La Palma (Canarias). *Montes*. 40, 6-12.
- PÉREZ DE PAZ P., SALAS M., RODRÍGUEZ O., ACEBES J.R., ARCO M., WILDPRET W., 1994a. Atlas cartográfico de los pinares canarios. IV. Gran Canaria y plantaciones de

- Fuerteventura y Lanzarote. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial. Tenerife, 199 pp.
- PÉREZ DE PAZ P., ARCO M.J., RODRÍGUEZ O., ACEBES J., MARRERO M., WILDPRET W., 1994b. Atlas cartográfico de los pinares de Canarias III: La Palma. Dir. Gral. De Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza. Gobierno de Canarias. Tenerife, 160 pp.
- PETERS J., LUIS V.C., JIMÉNEZ M.S., GIL P., MORALES D., 2001. Influencia de la luz en el crecimiento y mortalidad de plántulas de *Pinus canariensis*. Actas del III Congreso Forestal Español, Granada, 25-28 septiembre 2001. Tomo Tomo I, pp. 363-368.
- PITA P.A., 1966. Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de pino piñonero. Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.
- PITA P.A., 1967. Clasificación provisional de las calidades de estación en las masas de *P. pinaster* Sol. (Continental) y *P. uncinata* Ram. de la Península Ibérica. Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 125-138.
- RUIZ-PEINADO R., MONTERO G., 2006. Fijación de CO₂ por las principales especies forestales de las Islas Canarias. IV Jornadas Forestales de la Macaronesia, La Palma, pp.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales - Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 1756 pp.
- RUÍZ DE LA TORRE J., 1990-1999. Mapa Forestal de España. In. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- SANTANA L.M., 1987. Las precipitaciones de niebla en Tenerife. I.C.O.N.A.
- SCHILLER G., KOROL L., UNGAR E.D., ZEHAVID A., GIL L., CLIMENT J., 1999. Canary Islands pine (*Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC.). 1. Differentiation among native populations in their isoenzymes. Forest Genetics. 6, 257-276.
- SERRADA R., 2005. Apuntes de Selvicultura. E.U.I.T. Forestales. Madrid, 490 pp.
- VARIOS, 1999. Plan Forestal de Canarias. Gobierno de Canarias. Viceconsejería de Medio Ambiente, 180 pp.
- VARIOS, 2004. Planificación Forestal en España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 216 pp.
- VAXEVANIDOU Z., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ S., CLIMENT J., GIL L., 2006. Tree populations bordering on extinction: a study case in the endemic Canary Islands pine. Biological Conservation. (en prensa).