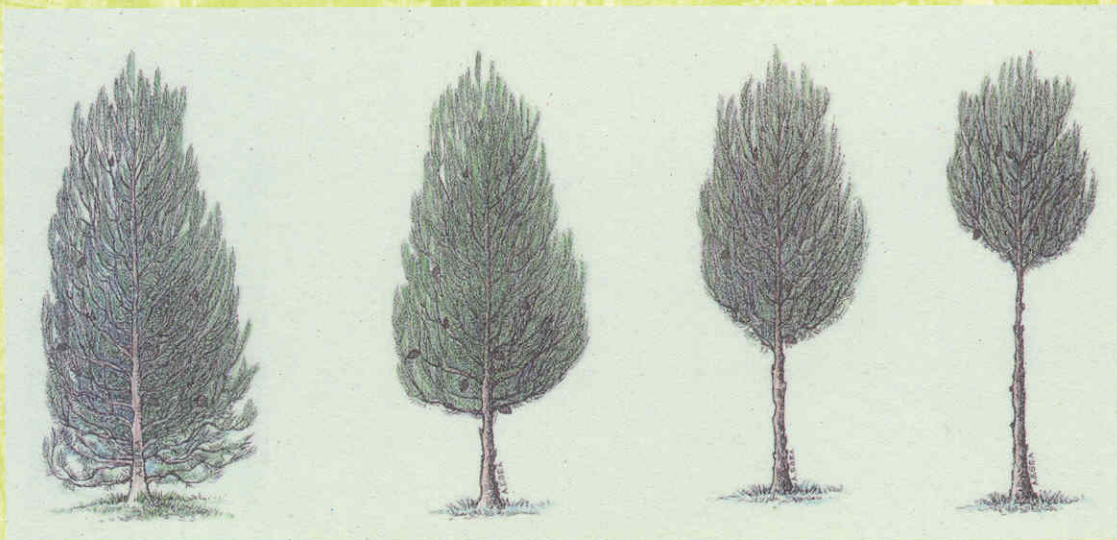


Serie
Forestal N^o 2

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE
LA INTENSIDAD DE PODA EN
PINUS HALEPENSIS MILL SOBRE
DIVERSOS PARÁMETROS
MORFOLÓGICOS, FISIOLÓGICOS Y
BIOLÓGICOS.





" ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA EN *PINUS HALEPENSIS* MILL SOBRE DIVERSOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS, FISIOLÓGICOS Y BIOLÓGICOS"

Autores:

EQUIPO INVESTIGADOR: Universidad de Castilla-La Mancha

- Eduardo Orozco Bayo.
- Esteban Jordán González.

COLABORADORES:

- Enrique del Pozo Garnica (Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural)
- Javier Carmona García (Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural)
- José Antonio López Donate. (Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural)
- Juan José Martínez Sánchez (Universidad Politécnica de Cartagena)



CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO RURAL

Febrero 2007

Esta publicación, segunda de su serie, es el fruto del Convenio marco para la investigación en materia de medio ambiente que la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Universidad de Castilla-La Mancha, tienen suscrito y al amparo del cuál se vienen financiando proyectos de investigación en materias que se consideran de importancia para el medio ambiente y en el que colaboran tanto el personal investigador de esta Universidad, en este caso a través del Instituto de Desarrollo Regional del Campus de Albacete, como funcionarios de esta Consejería cuyo trabajo diario es la gestión forestal.

El presente trabajo, que se ha desarrollado en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2006, titulado “Estudio de la influencia de la intensidad de poda en *Pinus halepensis* Mill, sobre diversos parámetros morfológicos, fisiológicos y biológicos” es uno de estos proyectos de investigación y resultado del mismo es esta sencilla publicación.

Esta Consejería espera que esta monografía, en la que se muestran los resultados y conclusiones de seis años de trabajo, tenga una importante aplicación práctica en la conservación en las masas forestales de esta señera especie mediterránea.

José Luís Martínez Guijarro
EL CONSEJERO DE MEDIO AMBIENTE
Y DESARROLLO RURAL

PROLOGO

El Pino carrasco, es una especie puramente mediterránea que habita de forma natural o introducida en las cinco provincias de Castilla-La Mancha, siendo junto con la encina una de las especies señeras de los ambientes mediterráneos situados al este nuestra región.

El *Pinus halepensis mill*, o Pino Carrasco es el pino por excelencia de las tierras de pie de monte y bajas de nuestra Región, y se la puede considerar como una especie forestal de una enorme importancia ecológica y medioambiental en el entorno mediterráneo, con valores muy superiores al económico de sus maderas y leñas.

Vegeta de forma natural, se presenta tanto en formaciones fragmentada, en lindes y pequeñas parcelas abandonadas al cultivo como en masas compactas de gran superficie ocupando en la región una superficie de 278.587 ha, siendo el pino que más superficie ocupa.

Por provincias la superficie ocupada se distribuye con las siguientes cuantías: Albacete con 236.500 ha, Ciudad Real con 2.772 ha, Guadalajara con 30.274 ha y Toledo con 9.041 ha, según los datos que nos proporciona el recién finalizado 3^{er} Inventario forestal Nacional (3IFN)

Tal y como se indican en esta publicación los estudios de investigación sobre aspectos de las especies forestales mediterráneas son escasos, al contrario que ocurre con la silvicultura centroeuropea en la que se basan a veces decisiones técnicas, y es por ello que esta Dirección General de Medio Natural, apoyó la realización de este proyecto de investigación sobre la silvicultura con el objetivo de conocer la realidad de nuestras masa mediterráneas.

El “Estudio de la influencia de la intensidad de poda en *Pinus halepensis* Mill, sobre diversos parámetros morfológicos, fisiológicos y biológicos”, tiene como objetivos estudiar la influencia de los diferentes grados de podas y clareos sobre el desarrollo epidémico del árbol (diámetro normal, altura total y área de copa), observar la respuesta fisiológica del pino carrasco después de ser sometido a

tratamientos selvícolas de podas y clareos (tamaño de la acícula, Clorofila A, B y Total) y efectuar el análisis del banco de semillas de la copa según cada tratamiento de poda; con el objetivo de conocer la posible persistencia de la masa en caso de un hipotético incendio forestal.

Así mismo nos explica el trabajo desarrollado durante los seis años que duraron las experiencias efectuadas, el método empleado y las conclusiones obtenidas para cada uno de los apartados a las que llegan los autores.

En el cuadro adjunto se indican todas las localidades de la Región en los que existen masas significativas, calculadas según las teselas del Mapa Forestal de España a escala 1:50.000, con todas las reservas propias de este método de cálculo.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	
Albacete	Alatoz	Hoya-Gonzalo
	Albacete	Jorquera
	Alborea	La Gineta
	Alcadozo	La Recueja
	Alcala del Jucar	La Roda
	Alcaraz	Letur
	Almansa	Lietor
	Alpera	Madrigueras
	Ayna	Mahora
	Balsa de Ves	Molinicos
	Bienservida	Montalvos
	Bogarra	Montealegre del Castillo
	Bonete	Motilleja
	Carcelen	Navas de Jorquera
	Casas de Juan Nuñez	Nerpio
	Casas de Ves	Ontur
	Casas-Ibañez	Peñas de San Pedro
	Caudete	Peñascosa
	Cenizate	Petrola
	Chinchilla de Monte-Aragon	Pozohondo
	Corral-Rubio	Pozo-Lorente
	Cotillas	Pozuelo
	Elche de la Sierra	Riopar
	Ferez	Salobre
	Fuente-Alamo	Socovos
	Golosalvo	Tarazona de la Mancha
	Hellin	Tobarra
	Higueruela	Valdeganga
	Vianos	Villatoya
	Villa de Ves	Villavaliante
	Villalgordo del Jucar	Villaverde de Guadalimar
Villamalea	Yeste	
Villapalacios		

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	
Ciudad Real	Montiel	Villamanrique

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	
Cuenca	Abia de la Obispalia	Gabaldon
	Alarcon	Garaballa
	Albendea	Minglanilla
	Alcantud	Graja de Campalbo
	Alconchel de la Estrella	Graja de Iniesta
	Aliaguilla	Henarejos
	Almendros	Hontecillas
	Almodovar del Pinar	Iniesta
	Almonacid del Marquesado	La Alberca de Zancara
	Altarejos	La Frontera
	Arandilla del Arroyo	La Parra de las Vegas
	Arguisuelas	La Pesquera
	Barchin del Hoyo	Landete
	Belmonte	Las Pedroñeras
	Buenache de Alarcon	Las Valeras
	Buendia	Mira
	Cañada Juncosa	Monteagudo de las Salinas
	Cañamares	Mota de Altarejos
	Cañaveras	Motilla del Palancar
	Cañizares	Moya
	Campillo de Altobuey	Narboneta
	Canalejas del Arroyo	Olmedilla de Alarcon
	Carboneras de Guadazaon	Pajaroncillo
	Cardenete	Paracuellos
	Carrascosa de Haro	Piqueras del Castillo
	Castillejo de Iniesta	Pozorrubielos de la Mancha
	Chumillas	Pozorrubio
	Cuenca	Priego
	El Herrumblar	Puebla de Don Francisco
	El Picazo	Puebla del Salvador
	Enguidanos	Rada de Haro
	Fresneda de Altarejos	Saceda-Trasierra
	Fuentelespino de Haro	San Martin de Boniches
	San Pedro Palmiches	Villaescusa de Haro
	Santa Cruz de Moya	Villalpardo
	Sisante	Villamayor de Santiago
	Solera de Gabaldon	Villanueva de la Jara
Talayuelas	Villar de Domingo Garcia	
Tebar	Villar de Olalla	

	Tresjuncos	Villar del Humo
	Ucles	Villarejo de Fuentes
	Valdeolivas	Villarta
	Valdetortola	Villas de la Ventosa
	Valhermoso de la Fuente	Villora
	Valverdejo	Yemeda
	Vara de Rey	Zarza de Tajo
	Villaconejos de Trabaque	

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	
Guadalajara	Albalate de Zorita	Henche
	Alcocer	Hontoba
	Alhondiga	Horche
	Alique	Hueva
	Almoguera	Illana
	Almonacid de Zorita	Irueste
	Alocen	Lupiana
	Arbeteta	Mantiel
	Armallones	Moratilla de los Meleros
	Auñon	Ocentejo
	Berninches	Pareja
	Brihuega	Pastrana
	Budia	Solanillos del Extremo
	Canredondo	Tendilla
	Castilforte	Trillo
	Chillaron del Rey	Valdeavellano
	Cifuentes	Valdeconcha
	Duron	Valfermoso de Tajuña
	El Olivar	Valtablado del Río
	Fuenteleucina	Yebra
	Fuenteviejo	Zorita de los Canes

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	
Toledo	Añover de Tajo	Santa Cruz de la Zarza
	Borox	Talavera de la Reina
	La Guardia	Toledo
	Ocaña	Villarrubia de Santiago
	Olías del Rey	Yuncos

José Ignacio Nicolás Dueñas
Director General de Medio Natural

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	2
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	2
3.2. CLIMATOLOGÍA	3
3.3. VEGETACIÓN	3
3.4. ANTECEDENTES DE LA REPOBLACIÓN	4
I. INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA Y DENSIDAD DE MASA SOBRE EL DESARROLLO EPIDOMÉTRICO DE <i>PINUS HALEPENSIS</i> MILL.....	6
1. METODOLOGÍA.....	6
2. RESULTADOS.....	11
3. CONCLUSIONES	17
II. ANÁLISIS DE LA RESPUESTA MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE LA MASA FOLIAR DE <i>PINUS HALEPENSIS</i> COMO CONSECUENCIA DE LAS PODAS.....	19
1. METODOLOGÍA.....	19
2. RESULTADOS.....	20
3. CONCLUSIONES.....	24
III. ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD DE ÁRBOLES DE <i>PINUS HALEPENSIS</i> MILL. TRAS APLICARLES TRATAMIENTOS DE PODAS.....	25
1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. METODOLOGÍA.....	26
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4. CONCLUSIONES	29
IV. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS PODAS Y LOS CLAREOS EN LA CANTIDAD DE FRUCTIFICACIÓN.....	31
1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	31
1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	31
1.1.1. DIMENSIONES DEL ENSAYO.....	31
1.1.2. ACTUACIONES Y NOMENCLATURA DE LOS TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS ..	32
1.1.3. DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE PODA SOBRE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES	32
1.1.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA EN CADA TRATAMIENTO DE PODA.....	33

1.3. ESTUDIO DEL BANCO DE SEMILLAS. MÉTODO DE MUESTREO Y DE ENSAYOS DE GERMINACIÓN.	34
1.3.1. ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA EL RECUENTO DE PIÑAS Y PARA EL ESTUDIO DE GERMINACIÓN	34
1.3.2. VARIABLES A MEDIR	34
1.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.	41
2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
2.2. ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE PIÑAS EN LA COPA.....	42
2.2.1. ZONA CON PARCELAS CON DIFERENTES GRADOS DE PODA	42
2.2.2. ZONA CON PARCELAS DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS	44
2.2.3. COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE PIÑAS DE LA ZONA DE PODAS CON LA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS.	45
2.3 ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS PIÑAS	47
2.3.1. ANÁLISIS DE LA LONGITUD DE PIÑA.....	47
2.3.2. ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DE LA PIÑA.....	49
2.3.3. ANÁLISIS DEL PESO DE LA PIÑA	50
2.4. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESCAMAS DE LAS PIÑAS	52
2.4.1. ANÁLISIS DE LAS ESCAMAS TOTALES POR PIÑA	52
2.5. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PIÑONES	53
2.5.1. NÚMERO DE PIÑONES POR PIÑA	53
2.5.2. PESO (g) DE PIÑONES TOTALES POR PIÑA	55
2.5.3. PESO UNITARIO (mg) POR PIÑÓN.....	57
2.6. ESTUDIO DE GERMINACIÓN DE LOS PIÑONES.....	58
2.6.1. ANÁLISIS DE T- 50 (DIAS)	58
2.6.2. ANÁLISIS DEL TIEMPO MEDIO DE GERMINACIÓN (DIAS)	59
2.6.3. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.....	59
3. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.....	3
TABLA 2.	TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.....	7
TABLA 3.	COMPARACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO RELATIVO EN DIÁMETRO Y ALTURA DE LAS DIFERENTES ZONAS EXPERIMENTALES DURANTE EL PERIODO 1.998-2.003.	11
TABLA 4.	NÚMERO DE PIES MUERTOS (%) EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA Y PARA CADA ZONA.....	17
TABLA 5.	LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.	21
TABLA 6.	LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.	21
TABLA 7.	PORCENTAJE DE PIES MUERTOS EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA PARA CADA ZONA DE ESTUDIO.....	27
TABLA 8.	CANTIDAD DE PIÑAS SEGÚN INTENSIDAD DE PODA: ZONA DE PODAS (B).....	43
TABLA 9.	CANTIDAD DE PIÑAS SEGÚN INTENSIDAD DE PODA. ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS (C).	44
TABLA 10.	DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO TESTIGO (T-0).....	45
TABLA 11.	DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO (T-1).....	46
TABLA 12.	DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO (T-2).....	46
TABLA 13.	Nº DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO	54
TABLA 14.	PESO TOTAL DE LOS PIÑONES POR PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO.....	56
TABLA 15.	ANÁLISIS DE T-50 (DIAS), SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN... ..	58
TABLA 16.	ANÁLISIS DEL TMG (DIAS) SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN.	59
TABLA 17.	ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE LA ZONA A	6
GRÁFICO 2: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE LA ZONA B	7
GRÁFICO 3: SECUENCIA DE TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LA ZONA A Y B	8
GRÁFICO 4. ESQUEMA DE TRATAMIENTOS DE PODA EFECTUADOS EN LAS CUATRO LÍNEAS DE REPOBLACIÓN EN LAS PARCELAS DE LAS ZONAS A Y B	8
GRÁFICO 5: SECUENCIA DE TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LA ZONA C	9
GRÁFICO 6. ESQUEMA DE TRATAMIENTOS DE PODA EFECTUADOS EN LAS PARCELAS DE CLAREO SISTEMÁTICO EN LA ZONA C	10
GRÁFICO 7. CRECIMIENTO RELATIVO EN DIÁMETRO (1.998-2.003) POR TRATAMIENTOS DE PODA Y PARA CADA ZONA	12
GRÁFICO 8: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN DIÁMETRO POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA A)	13
GRÁFICO 9: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN DIÁMETRO POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA B)	13
GRÁFICO 10: CRECIMIENTO RELATIVO EN ALTURA (1.998-2.003) POR TRATAMIENTO DE PODA Y PARA CADA ZONA	14
GRÁFICO 11: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN ALTURA POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA A)	15
GRÁFICO 12: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN ALTURA POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA B)	16
GRÁFICO 13: LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.	20
GRÁFICO 14: LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.	21
GRÁFICO 15: PESO FRESCO DE ACÍCULAS (mg) SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.	22
GRÁFICO 16: PESO FRESCO DE ACÍCULAS (mg) SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.	22
GRÁFICO 17: CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA FOLIAR (mg/G PF) POR TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.	23
GRÁFICO 18: CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA FOLIAR (mg/G PF) POR TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B	23
GRÁFICO 19: MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICO DE PROBABILIDAD DE MUERTE DE UN PIE SEGÚN TRATAMIENTO DE PODA Y PARA CADA ZONA	27
GRÁFICO 20: MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DE PROBABILIDAD DE MUERTE DE UN PIE SEGÚN LA INTENSIDAD DE PODA EN LOS 2 AÑOS SIGUIENTES A LA PODA EN LA "ZONA B"	28
GRÁFICO 21. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONOS DE LAS DISTINTAS COSECHAS Y MARCAS DE LOS ESTRÓBILOS MASCULINOS DESARROLLADOS EN TRES COSECHAS	35
GRÁFICO 22. HÉLICES PARÁSTICAS RECONOCIBLES AL MIRAR FRONTALMENTE EL CONO	37
GRÁFICO 23: LONGITUD DE PIÑA PROCEDENTE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA DE PODA	48

GRÁFICO 24: LONGITUD DE PIÑA PROCEDENTE DE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREOS	48
GRÁFICO 25: DIÁMETRO DE PIÑA PROCEDENTE DE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	49
GRÁFICO 26: DIÁMETRO DE PIÑA. FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODAS Y CLAREO	50
GRÁFICO 27: PESO DE PIÑA COSECHA PROCEDENTE FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	51
GRÁFICO 28: PESO DE PIÑA COSECHA PROCEDENTE FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO	51
GRÁFICO 29: ESCAMAS TOTALES POR PIÑA COSECHAS PROCEDENTES FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	52
GRÁFICO 30: ESCAMAS TOTALES POR PIÑA, COSECHAS PROCEDENTES FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO	53
GRÁFICO 31: N° DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	54
GRÁFICO 32: N° DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO	55
GRÁFICO 33: PESO TOTAL DE LOS PIÑONES POR PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	56
GRÁFICO 34: PESO DEL PIÑÓN PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA	57
GRÁFICO 35: PESO DEL PIÑÓN PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. ZONA DE ESTUDIO: PINAR DE REPOBLACIÓN EN ANTIGUO BANCAL DE USO AGRÍCOLA; EN LA LADERA PINAR NATURAL.....	4
FOTOGRAFÍA 2. ZONA DE ESTUDIO: INTERIOR DEL PINAR DE REPOBLACIÓN EN ANTIGUO BANCAL AGRÍCOLA.....	5
FOTOGRAFÍA 3. ZONA DE ESTUDIO: INTERIOR DEL PINAR DE REPOBLACIÓN CON LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE PODA.....	9
FOTOGRAFÍA 4. ZONA DE ESTUDIO: PINO MUERTO AL QUE SE LE REALIZÓ EL TRATAMIENTO DE PODA MÁS INTENSO (2/3 DE LA ALTURA).....	25
FOTOGRAFÍA 5. PINO DE ESTUDIO CON MARCACIÓN Y CROTAL.....	33
FOTOGRAFÍA 6. FRUCTIFICACIÓN DE LOS PINOS ESTUDIADOS.....	33

Foto nº 1.- Repoblación de *Pinus halepensis* Mill., procedente del Programa de Forestación de Tierras Agrarias en Hellín, provincia de Albacete.



1. INTRODUCCIÓN

Se considera que *Pinus halepensis* posee una enorme importancia protectora y/o ecológica en su área de distribución mediterránea. Se trata de una especie heliófila, termófila y xerófila, perfectamente adaptada a la sequía, capaz de almacenar agua y administrarla eficazmente, y con bajo coste de mantenimiento (GIL Y PRADA, 1993).

La protección de los montes poblados por *Pinus halepensis* demanda operaciones selvícolas (podas y clareos) a fin de mantener controlado el combustible y, por lo tanto, aminorar el riesgo de incendio en lugares de importancia estratégica. Por consiguiente, es importante saber cuándo, cómo y donde hay que podar y clarear las masas forestales de *Pinus halepensis*.

Una discusión frecuente en los foros forestales se refiere al grado de poda más idóneo en las masas de *Pinus halepensis*, una especie que no presenta autopoda natural y, que tradicionalmente en España se poda eliminando las ramas pertenecientes al tercio inferior de la altura total.

La poda es una alteración que se genera al árbol, con influencias en su fisiología; así, según MARGOLIS *et al.* (1988), dado un desarrollo y etapa de crecimiento, las plantas tienden a mantener un equilibrio funcional entre sus diferentes estructuras o entre sus diferentes funciones fisiológicas. En un sistema homeostático, el estrés o cambio abrupto en una parte del sistema provocará un cambio en otra parte del sistema hasta que se reestablece un nuevo equilibrio funcional.

El efecto que causan las podas en coníferas ha sido estudiado principalmente en *Pinus sylvestris* (LANGSTRÖN AND HELLQVIST, 1991; UOTILA AND MUSTONEN, 1994) y *Pinus radiata* (SUTTON AND CROWE, 1975; PROE *et al.*, 2000). Además, existe algún estudio de otras especies como *Abies balsamea* L. (MARGOLIS *et al.*, 1988). Son estudios dirigidos a especies cuyo fin primordial es producir madera libre de nudos, y obviamente en ecologías de climas húmedos y fríos.

Por el contrario, sobre el pino carrasco, que es una especie forestal de enorme importancia ecológica y medioambiental en el entorno mediterráneo, no se encuentran estudios sobre el efecto que los diferentes grados de intensidad de poda provocan sobre el crecimiento en diámetro y la altura. Al tratarse de una especie sin valor comercial, sino más bien ecológico o protector, no está bien estudiado el modelo selvícola más adecuado; la mayor parte de la

bibliografía referente a *Pinus halepensis* está relacionada con los incendios forestales, ecología, etc., pero no aparecen estudios a cerca del efecto de las podas y clareos en su desarrollo.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En este proyecto de investigación se estudiaron los objetivos siguientes:

- Influencia de los diferentes grados de podas y clareos sobre el desarrollo epidométrico de árbol (diámetro normal, altura total y área de copa).
- Respuesta fisiológica del pino carrasco después de ser sometido a tratamientos selvícolas de podas y clareos (tamaño de la acícula, Clorofila A, B y Total).
- Análisis del banco de semillas de la copa según cada tratamiento de poda; con el objetivo de conocer la posible persistencia de la masa en caso de un hipotético incendio forestal.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en el SE de la Península Ibérica, Albacete (España) (Longitud Oeste: 1° 55' oeste; Latitud Norte: 38° 29'); en concreto, en la finca "La Loma" dentro del Término Municipal de Liétor (Albacete).

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Geomorfológicamente, la zona se incluye en tierras montañosas bajas, con una forma topográfica o relieve local excesivo, con una escorrentía de rápida a muy rápida, y una erosión bastante acusada. Se aprecian pendientes de moderadamente escarpadas a escarpadas, que hacen resaltar los crestones calizos y dolomíticos entre depresiones margosas. En la zona del pinar de repoblación la pendiente oscila entre 5-10%, siendo suelos que tradicionalmente se han labrado para el cultivo de cereal, con una profundidad escasa (30-50 cm), excepcionalmente (fondo de valle) pueden alcanzar el metro de profundidad.

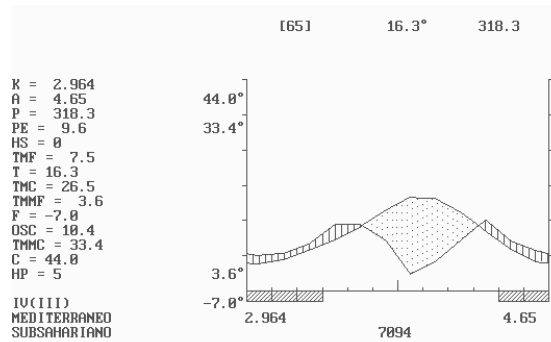
Los suelos de la zona han sido clasificados mediante la clasificación americana (Soil Taxonomy, 1975) según se indica:

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Orden	Suborden	Grupo	Subgrupo
Aridisols	Orthids	Paleorthids	Xerollic Calciorthids

3.2. CLIMATOLOGÍA

Se caracteriza climatológicamente por presentar un periodo cálido de 2 meses y un periodo frío o de heladas de 4 meses. La temperatura media de máximas del mes más cálido es de 33,4 °C, y la media de mínimas del mes más frío de 3,6 °C. La temperatura media anual es de 16,3 °C. La precipitación media anual es de 318 mm/año, y existe un periodo seco de 5 meses en esta estación.



3.3. VEGETACIÓN

VEGETACIÓN POTENCIAL

La finca está situada en el piso mesomediterráneo, con un ombroclima seco, en la que la vegetación potencial sería la serie basófila de la encina (*Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae* S.) (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987)

VEGETACIÓN ACTUAL

La vegetación natural de la finca se distribuye de la siguiente forma:

En cuanto a la vegetación forestal natural destaca la presencia de pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañado por matorral como: la coscoja (*Quercus coccifera*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), enebro (*Juniperus oxycedrus*), sabina (*Juniperus phoenicea*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y atocha (*Stipa tenacissima*).

3.4. ANTECEDENTES DE LA REPOBLACIÓN

La masa que se estudia pertenece al municipio de Liétor (provincia de Albacete), procede de una repoblación artificial realizada en los años 80. Con anterioridad la finca sobre la que se ubica la masa estaba dedicada al cultivo de cereal, cebada y trigo de secano principalmente.

La Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha compró esos terrenos y posteriormente realizó la repoblación forestal de los mismos. Es actualmente la propietaria de la finca.

FOTOGRAFÍA 1. ZONA DE ESTUDIO: PINAR DE REPOBLACIÓN EN ANTIGUO BANCAL DE USO AGRÍCOLA; EN LA LADERA PINAR NATURAL.



La repoblación artificial se realizó con el método de preparación del terreno conocido como *subsolado lineal* mediante tractor de cadenas tipo buldózer, con un rejón en su parte trasera. Sobre estas líneas subsoladas se plantó el pino carrasco cada 2,5 m de distancia entre las plantas, manteniéndose la distancia entre filas en 3 m. Esto originó una masa artificial con una densidad inicial próxima a 1.350 pies/ha.

Tanto durante la primera etapa antes del inicio del estudio como durante el desarrollo del estudio de investigación no se detectaron importantes daños ocasionados por plagas o enfermedades en la zona de estudio.

FOTOGRAFÍA 2. ZONA DE ESTUDIO: INTERIOR DEL PINAR DE REPOBLACIÓN
EN ANTIGUO BANCAL AGRÍCOLA



I. INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE PODA Y DENSIDAD DE MASA SOBRE EL DESARROLLO EPIDOMÉTRICO DE *PINUS HALEPENSIS* MILL.

1. METODOLOGÍA

Elección de las áreas experimentales:

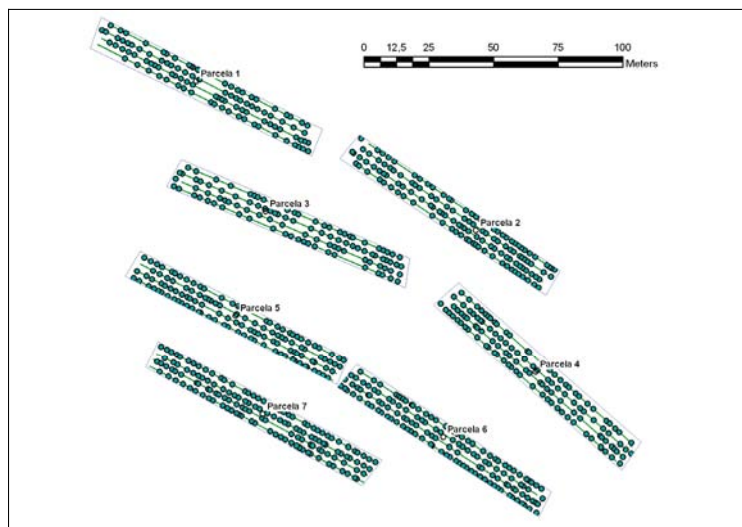
Dentro de la zona de estudio se eligieron dos masas de *Pinus halepensis* Mill: una tenía árboles de 8 años de edad, y otra 11 años de edad. Ambas masas procedían de repoblaciones artificiales llevadas a cabo sobre antiguos terrenos de cultivo, tal y como se ha descrito con anterioridad.

En el área con árboles de 8 años se realizaron tratamientos de podas (Zona A), mientras que en el área de pinos con 11 años de edad se realizaron en una zona solamente podas (Zona B), y en otra zona podas combinadas con claros simultáneos (Zona C). El número de árboles muestreados en cada zona son, respectivamente, 843, 1.007 y 214. En las parcelas de podas combinadas con claros se eliminaron el 33 % de los árboles de la masa, para dejar de esta forma 900 pies/ha; la densidad en la zona A y B rondaba los 1350 pies/ha.

Selección y descripción de las parcelas experimentales:

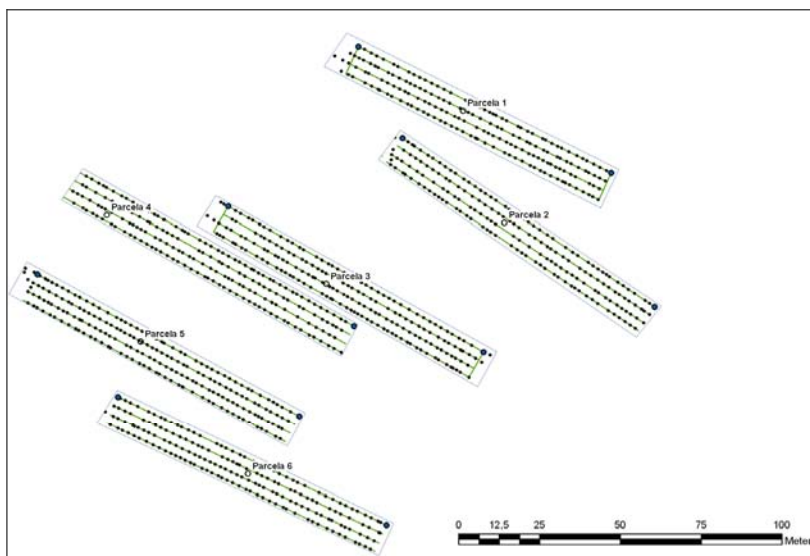
En la Zona A se eligieron 7 parcelas en las que se realizaron solamente tratamientos de podas. La disposición de las parcelas es la que se expone en el Gráfico 1.

GRÁFICO 1: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE LA ZONA A



En la Zona B se realizaron tratamientos de podas en 6 parcelas sobre árboles de 11 años de edad, resultando la ubicación de las parcelas la que se expone en el Gráfico 2.

GRÁFICO 2: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE LA ZONA B



En otras 2 parcelas se realizaron tratamientos de podas y clareos combinados (Zona C). En este caso, los árboles también tenían una de edad de 11 años.

Elección de la intensidad de poda experimental:

En Febrero de 1998 se realizaron las podas y los clareos. De modo esquemático, las intensidades de poda que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

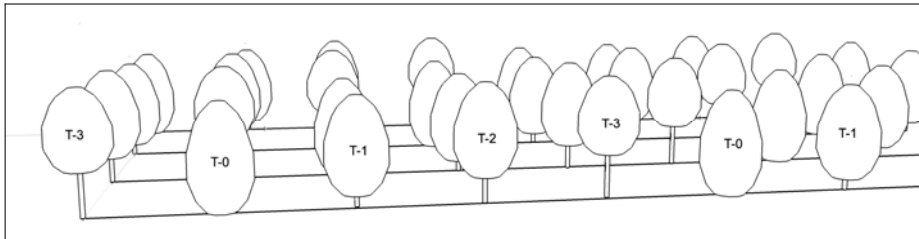
TABLA 2. TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Tratamiento	Nivel del factor poda
T-0	Árboles que no se podaron (testigos)
T-1	Árboles en los que se eliminaron las ramas del 1/3 inferior de la altura total
T-2	Árboles en los que se eliminaron las ramas de 1/2 inferior de la altura total
T-3	Árboles en los que se eliminaron las ramas de 2/3 inferior de la altura total

En los Gráficos 3, 4, 5 y 6 se indican los pies podados según tratamientos.

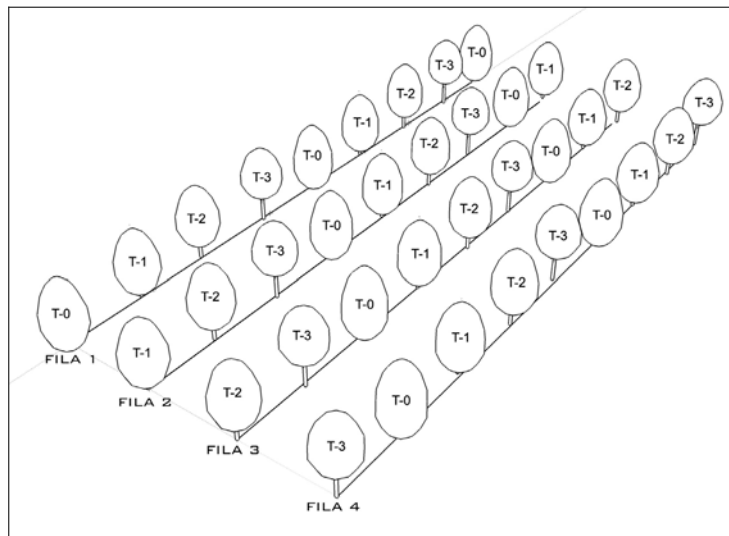
En cada una de las parcelas de las zonas A y B se realizaron de manera sistemática tres tratamientos de poda, y se dejó un grupo como árboles sin podar (tratamiento 0). Los tipos de poda realizados estaban referidos a la altura total del árbol, al cortar todas las ramas que se encontraban a una altura inferior a $1/3$, $1/2$ y $2/3$ respectivamente de la altura total del árbol, y codificándolos como los tratamientos T-1, T-2 y T-3 respectivamente (Gráfico 3).

GRÁFICO 3: SECUENCIA DE TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LA ZONA A Y B



La disposición general de los tratamientos dentro de las parcelas de las Zonas A y B es la que se expone en el Gráfico 4.

GRÁFICO 4. ESQUEMA DE TRATAMIENTOS DE PODA EFECTUADOS EN LAS CUATRO LÍNEAS DE REPOBLACIÓN EN LAS PARCELAS DE LAS ZONAS A Y B



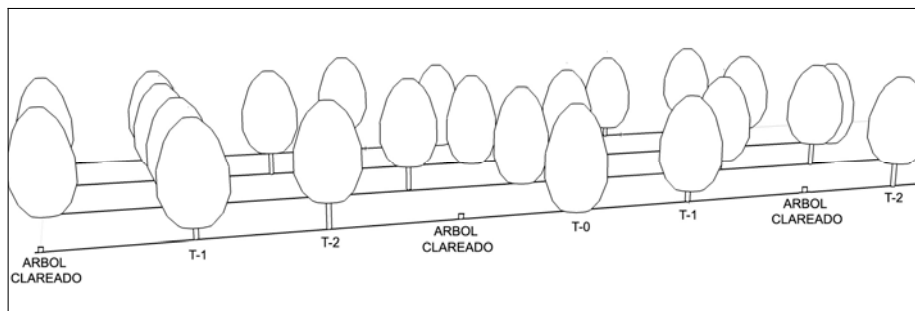
En la Fotografía 3 se muestran árboles con la secuencia de tratamientos de poda realizados en las zonas A y B.

FOTOGRAFÍA 3. ZONA DE ESTUDIO: INTERIOR DEL PINAR DE REPOBLACIÓN CON LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE PODA.



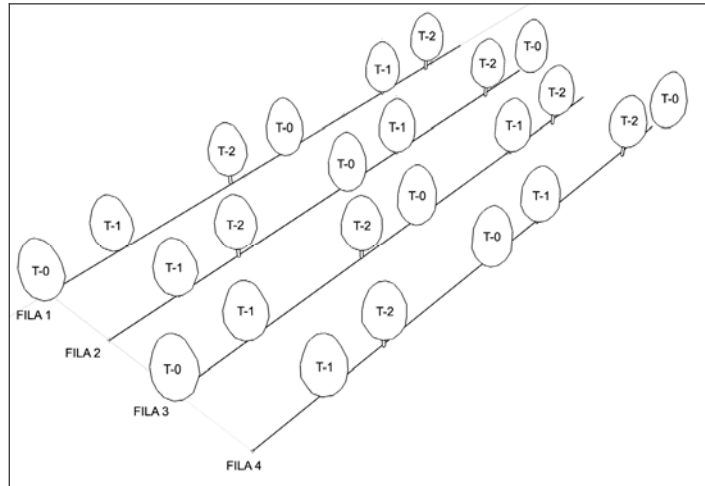
En la Zona C se realizaron de forma combinada clareos del 33% de la masa inicial y los tratamientos de poda T-0, T-1 y T-2 (Gráfico 5)

GRÁFICO 5: SECUENCIA DE TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS EN LA ZONA C



La disposición general de los tratamientos dentro de las parcelas de la zona C es la que se expone en el Gráfico 6.

GRÁFICO 6. ESQUEMA DE TRATAMIENTOS DE PODA EFECTUADOS EN LAS PARCELAS DE CLAREO SISTEMÁTICO EN LA ZONA C



Mediciones para la estimación del crecimiento en diámetro y en altura:

Para la evaluación del efecto de las podas y la densidad de masa en el crecimiento en diámetro y en altura se procedió a la medición periódica de estos parámetros. Las mediciones se llevaron a cabo 2 veces al año, coincidiendo con el final de los periodos de crecimiento. *Pinus halepensis* en la zona de experimentación presenta 2 épocas de crecimiento, una en primavera desde principios de marzo hasta principios de junio, y otra desde finales de octubre hasta mediados de diciembre aprovechando las lluvias y temperaturas otoñales favorables al crecimiento. Por ello, se eligieron como épocas de muestreo el mes de julio (parada vegetativa debida al déficit de recursos hídricos), y el mes de febrero (parada vegetativa debido al frío). El periodo de estudio fue: febrero 1998 a julio de 2003.

Estimación del crecimiento en diámetro y en altura:

Para el análisis se ha utilizado el crecimiento relativo tanto en diámetro como en altura. Para ello, se ha utilizado la siguiente expresión matemática:

$$CRD(\%) = \frac{(D_2 - D_1)}{D_1} \times 100$$

$$CRH(\%) = \frac{(H_2 - H_1)}{H_1} \times 100$$

CRD (%): Crecimiento relativo en diámetro en %.

D₁: diámetro inicial durante el periodo de crecimiento analizado.

D₂: diámetro final durante el periodo de crecimiento analizado.

CRH (%): Crecimiento relativo en altura en %.

H₁: altura inicial durante el periodo de crecimiento analizado.

H₂: altura final durante el periodo de crecimiento analizado.

Tratamiento estadístico:

Se efectuaron análisis estadísticos (análisis de varianza, test de normalidad, análisis descriptivos, etc.) entre los datos de distintos tratamientos, y entre los datos de un mismo tratamiento en distintas zonas de estudio, tanto para el diámetro como para la altura. En aquellas variables donde se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) empleando el test de Tukey.

2. RESULTADOS

DIFERENCIAS DE CRECIMIENTO ENTRE ZONAS DE ESTUDIO.

En el análisis del crecimiento relativo en diámetro y en altura durante los 5 años posteriores a las podas (Tabla 2) se observan diferencias significativas entre las 2 zonas estudiadas (diámetro = F: 562,42; α :0,00; altura = F:313,20; α :0,00). Los árboles de la Zona A han crecido un 72,7% en diámetro más que los de la Zona B. En crecimiento en altura, los pies de la Zona A han crecido un 20,4% más que los de la Zona B.

TABLA 3. COMPARACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO RELATIVO EN DIÁMETRO Y ALTURA DE LAS DIFERENTES ZONAS EXPERIMENTALES DURANTE EL PERIODO 1.998-2.003.

ZONA	N	CRD	CRH
A	815	177,3± error	76,5± error
B	990	104,6± error	56,1± error
Total	1805	140,9± error	66,3± error
		F: 562,42; α :0,00	F: 313,20; α :0,00

El mayor crecimiento relativo en la Zona A, tanto en diámetro como en altura, se debe a que presenta mejores características edáficas que la Zona B.

CRD: Crecimiento relativo en diámetro desde febrero de 1.998 hasta julio de 2.003 (%).

CRH: Crecimiento relativo en altura desde febrero de 1.998 hasta julio de 2.003 (%).

N: número de pies

Debido a las diferencias de edad y en el crecimiento entre zonas, se opta por el análisis separado de resultados de cada zona.

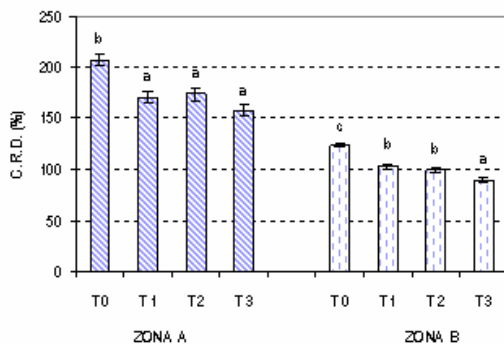
INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO:

➤ Crecimiento global en diámetro febrero 1.998-julio 2.003

La intensidad de poda ha provocado diferencias significativas en el crecimiento diametral en las 2 zonas experimentales (Gráfico 7). En ambos casos se ha encontrado un mayor crecimiento relativo en el tratamiento T-O (testigo).

En general, se observa que a mayor grado de poda el crecimiento relativo en diámetro es menor.

GRÁFICO 7. CRECIMIENTO RELATIVO EN DIÁMETRO (1.998-2.003) POR TRATAMIENTOS DE PODA Y PARA CADA ZONA



El tratamiento testigo presenta mayor crecimiento en diámetro que el resto de tratamientos de poda en ambas zonas de estudio. Al mejorar los factores que influyen en el crecimiento (profundidad edáfica) se observan mayores diferencias del crecimiento en diámetro entre el tratamiento testigo y el resto de tratamientos de poda.

➤ **Análisis del crecimiento anual en diámetro.**

GRÁFICO 8: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN DIÁMETRO POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA A)

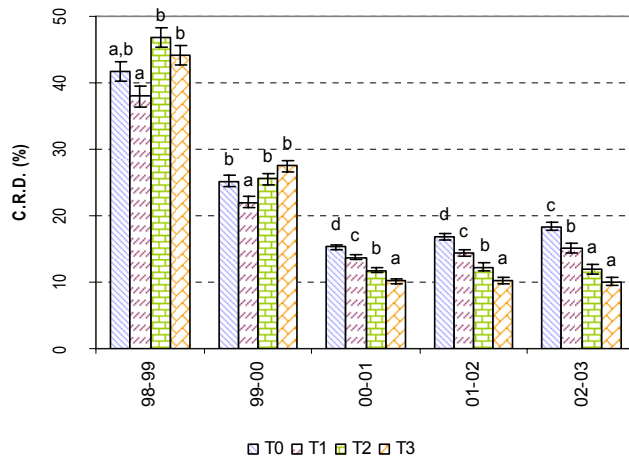
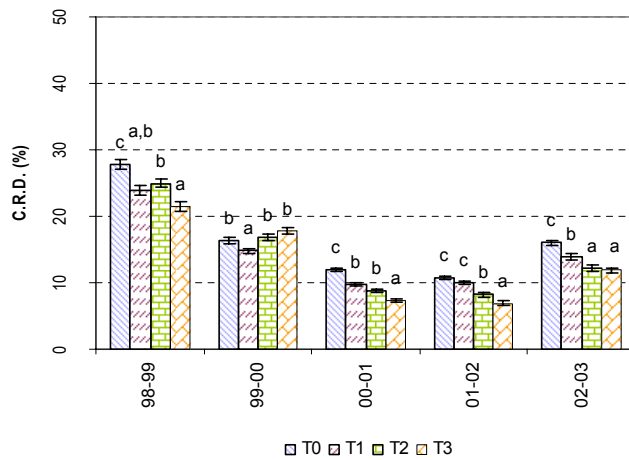


GRÁFICO 9: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN DIÁMETRO POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA B)

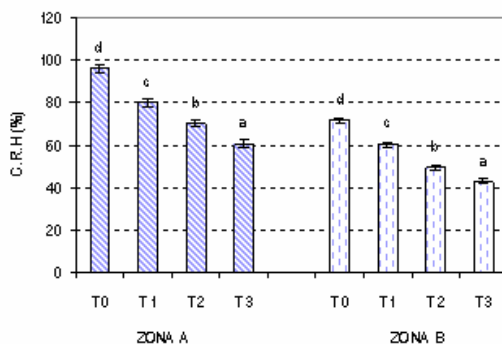


A partir del segundo año, después de realizarse la poda, el crecimiento relativo del tratamiento T-0 (sin podar) es superior al resto de tratamientos, disminuyendo el crecimiento cuanto mayor es la intensidad de la poda (en ambas zonas).

INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CRECIMIENTO EN ALTURA:

➤ Crecimiento global en altura febrero 1.998-julio 2.003

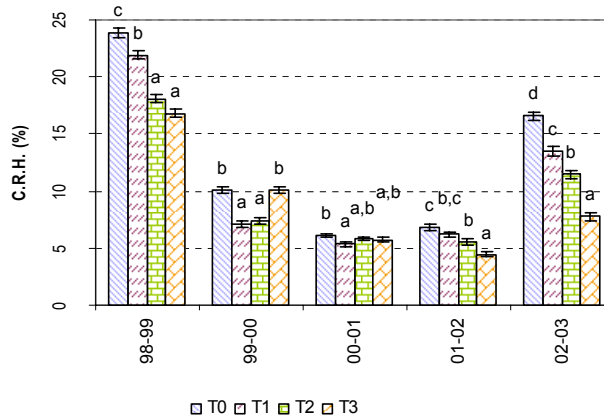
GRÁFICO 10: CRECIMIENTO RELATIVO EN ALTURA (1.998-2.003) POR TRATAMIENTO DE PODA Y PARA CADA ZONA



En el crecimiento en altura (Gráfico 10) la respuesta ha sido semejante al crecimiento en diámetro. Un mayor grado de poda provoca un menor crecimiento en altura total del árbol (para ambas zonas de estudio).

Al igual que en el crecimiento en diámetro, también se observa (Gráfico 10) cómo en la Zona A el T-0 (sin podar) ha mostrado un mayor crecimiento con respecto al resto de tratamientos de poda; de igual modo ocurre en la zona B. Los crecimientos en la zona A son superiores; estas diferencias se deben principalmente a la mejor calidad de estación de esta zona A.

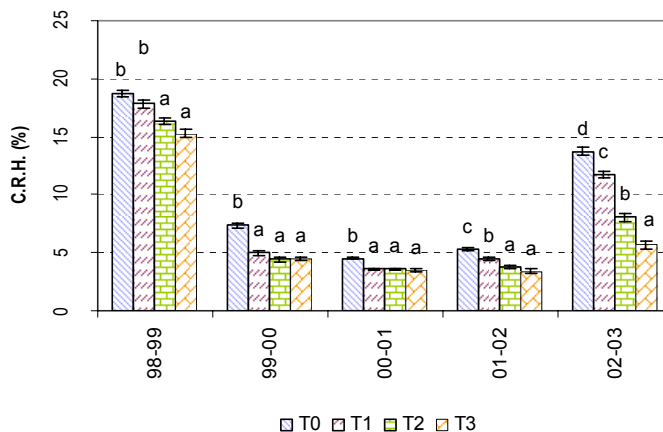
GRÁFICO 11: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN ALTURA POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA A)



En el crecimiento en altura tampoco se observa que los diferentes tratamientos alcancen un crecimiento similar. Es de esperar según los resultados obtenidos que este equilibrio tarde en alcanzarse, quizás, 10 años. Pero esa hipótesis puede no cumplirse en el caso de masas que se encuentren en mezcla íntima todos los tratamientos, ya que los árboles testigos que se han desarrollado más durante varios años pueden entrar en competencia con sus vecinos y llegar a dominar en la masa. Por lo tanto, según esta hipótesis los árboles T-0 dominarían a T-3 y probablemente a los tratamientos T-1 y T-2.

Esto indica que 5 años después de realizarse la poda, los árboles de cada tratamiento aún se encuentran lejos de alcanzar un equilibrio homeostático (en lo referente a diámetro y altura) entre los diferentes órganos y sus funciones fisiológicas.

GRÁFICO 12: CRECIMIENTO RELATIVO ANUAL (1998-2003) EN ALTURA POR TRATAMIENTO DE PODA (ZONA B)



INFLUENCIA DEL GRADO DE PODA SOBRE LA MORTALIDAD.

Posteriormente a la ejecución de las podas se observó que algunos pies podados morían, esto nos llevó a considerar este fenómeno:

Se observó (Tabla 3) que en la Zona B (donde la calidad de estación es de peor calidad) el número de pies muertos fue superior que en la Zona B. Esta mortandad se ha producido solamente durante los 2 años posteriores a las podas, no apreciándose con posterioridad muertes.

En la Zona A han muerto después de las podas el 0,35 % de los pies. Todos ellos pertenecen al T-3, pero no se observan diferencias entre tratamientos (F: 2,07; α :0,13). No se puede decir que la muerte de estos pies se deba al efecto de la intensidad de podas.

En cambio en la Zona B han muerto el 3,81% de los pies, encontrándose diferencias entre tratamientos (F: 7,68; α :0,00). El mayor número de pies muertos en la Zona B se explicaría por los efectos de la mala calidad de estación. En esta Zona B se ha producido la muerte del 11, 84 % de los árboles que han sido sometidos al tratamiento de poda T-3.

El mayor porcentaje de pies muertos por la actuación de podar se encuentra relacionado con el mayor grado de poda (T-3), unido a una calidad de estación baja.

TABLA 4. NÚMERO DE PIES MUERTOS (%) EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA Y PARA CADA ZONA

Tratamiento	Zona A	Zona B
T-0	0,00 ^a	0,38 ^a
T-1	0,00 ^a	0,75 ^a
T-2	0,00 ^a	2,26 ^a
T-3	1,38 ^a	11,84 ^b
MEDIA	0,35 %	3,81 %
	F: 2,07; α :0,13	F: 7,68; α :0,00

Este estudio de mortalidad se ve más ampliado en el capítulo III.

3. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. Transcurridos 5 años de estudio, se ha comprobado que las podas influyen en el crecimiento diametral de la masa, de modo que al aumentar la intensidad de poda, disminuye el crecimiento diametral. Se puede decir que, incluso para la intensidad de poda más leve (1/3 de la altura total) se produce un descenso del crecimiento con relación a los pinos no podados.
2. De igual modo, la respuesta del crecimiento en altura de la masa, ha sido similar a la del crecimiento diametral, produciéndose también una disminución (aunque más tenue) del crecimiento en altura al incrementarse la intensidad de poda, con relación a los pinos no podados.
3. La investigación sobre estos parámetros no está concluida definitivamente: según UOTILA AND MUSTONEN (1994) en podas de *Pinus sylvestris* se observó que las diferencias en crecimiento entre diferentes intensidades de poda disminuye hacia el final del periodo de 5 años. En cambio en nuestro estudio se observa que después de 5 años las diferencias de crecimiento entre tratamientos se mantienen, incluso son mayores que en periodos de crecimiento anteriores.

Foto nº 2.- Repoblación de *Pinus halepensis* Mill., de nueve savias ubicada en el término municipal de Villarrobledo, provincia de Albacete.



II. ANÁLISIS DE LA RESPUESTA MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE LA MASA FOLIAR DE *PINUS HALEPENSIS* COMO CONSECUENCIA DE LAS PODAS.

1. METODOLOGÍA

Árboles seleccionados para el estudio foliar de: longitud, peso y clorofila total.

Se realizó una selección de pies de modo que se tomaron en campo el 33 % de los pies de cada tratamiento, en cada zona de estudio. Para ello, se eligió consecutivamente un árbol de cada 3 en cada fila de cada parcela. De este modo, cada vez se elige un árbol perteneciente a un tratamiento de poda diferente, y a su vez se encuentran distribuidos homogéneamente dentro de las parcelas de estudio.

Análisis de la respuesta morfológica de las acículas (longitud y peso de acículas)

De cada muestra de acículas de cada árbol seleccionado se eligió al azar una submuestra de 50 acículas. A éstas se les ha midió la **longitud** (mm) y el **peso en fresco** (mg). Para la obtención del **peso seco** se procedió al desecado de las muestras en estufa (65 °C hasta peso constante) y, posteriormente, a su pesado con balanza de precisión.

Análisis de la respuesta bioquímica de las acículas

Se midieron en laboratorio los niveles de **clorofila a, b y total**, así como la relación clorofila a/clorofila b.

La determinación del contenido en **clorofila total** se ha realizado según el método propuesto por INSKEEP y BLOOM (1985), midiendo el extracto conseguido tras la preparación de la muestra en el espectrofotómetro de absorción UV-VIS (Hewlett-Packard, modelo 08452A) a 664,5 y 647 nm de absorbancia.

2. RESULTADOS

RESPUESTA EXPERIMENTADA EN LA LONGITUD DE ACÍCULAS

En la **longitud de acículas** de la Zona A y B se han encontrado diferencias significativas según tratamiento de poda ejecutado. Estas diferencias de longitud se han mostrado hasta 2 años y medio después de realizar los tratamientos de poda (Gráfico 13 y 14, Tabla 4 y 5). En efecto, se observa que la longitud de las acículas aumenta considerablemente tras la poda al aumentar la intensidad de la misma; esto ocurre de igual modo en las dos zonas de estudio; pero esa "reacción" del árbol para, supuestamente, compensar su déficit foliar va disminuyendo hasta desaparecer.

Durante el año 2.002 ya no se aprecian diferencias de longitud de acículas atribuibles al efecto de la poda, en ninguna de las 2 zonas de estudio.

La respuesta como consecuencia de intensidad de poda ha remitido en ambas zonas tres años después de realizarse las podas.

GRÁFICO 13: LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.

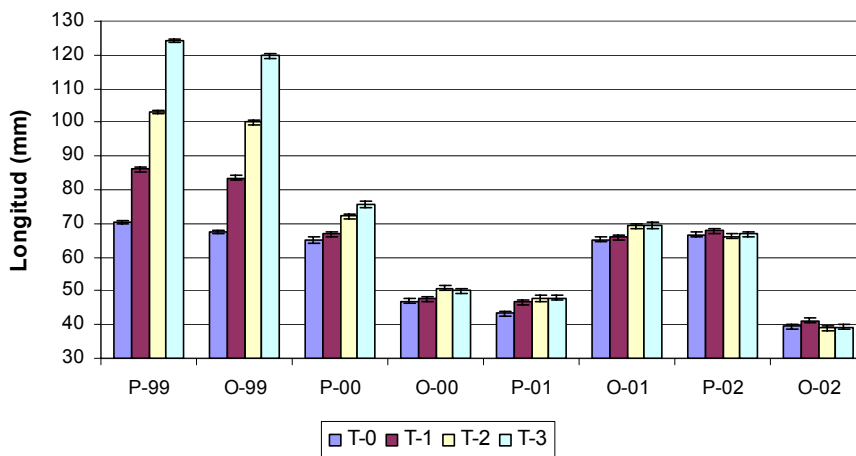


TABLA 5. LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.

TRAT	Primavera-99		Otoño-99		PrT-00		Ot-00		PrT-01		Ot-01		PrT-02		Ot-02		Dif.
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	
0	70,3 ^a	10,3	67,5 ^a	8,8 ^a	65,1 ^a	8,1	47,0 ^a	6,4	43,3 ^a	8,9	65,3 ^a	9,4	66,8 ^a	9,1	39,5 ^a	6,9	F:474,86 α:0,00
1	86,0 ^b	12,7	83,6 ^b	12,2 ^a	67,0 ^a	9,7	47,6 ^a	7,7	46,7 ^b	8,6	65,8 ^a	10,4	67,8 ^a	10,9	41,3 ^b	7,1	F:674,50 α:0,00
2	103,2 ^c	16,8	100,0 ^c	16,8 ^b	72,1 ^b	9,5	50,8 ^b	7,8	47,9 ^b	9,9	69,2 ^b	7,7	66,3 ^a	10,2	38,9 ^a	8,3	F:971,07 α:0,00
3	124,3 ^d	15,8	119,7 ^d	18,2 ^b	75,7 ^c	10,3	50,0 ^b	6,8	47,9 ^b	9,2	69,5 ^b	8,5	66,9 ^a	9,1	39,3 ^a	5,5	F:1921,00 α:0,00
Total	96,0	24,6	92,7	24,2	70,0	10,3	48,9	7,4	46,5	9,3	67,4	9,2	66,9	9,8	39,7	7,1	
	F: 947,60 α:0,00		F:833,07 α:0,00		F:55,2 α:0,00		F:13,70 α:0,00		F:10,15 α:0,00		F:10,42 α:0,00		F:0,90 α:0,43		F:4,53 α:0,00		

GRÁFICO 14: LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.

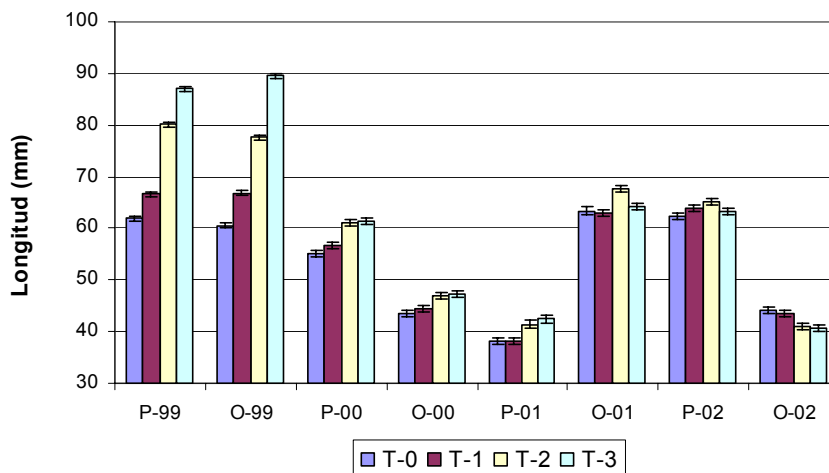


TABLA 6. LONGITUD (mm) DE LAS ACÍCULAS SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.

TRAT	Primavera-99		Otoño-99		PrT-00		Ot-00		PrT-01		Ot-01		PrT-02		Ot-02		Dif.
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	
0	62,0 ^a	11,3	60,5 ^a	8,1	55,2 ^a	7,1	43,4 ^a	5,6	38,1 ^a	6,9	63,4 ^a	8,4	62,5 ^a	8,0	44,2 ^b	5,7	F:285,54α:0,00
1	66,6 ^b	9,3	66,8 ^b	7,3	56,6 ^a	7,4	44,5 ^a	6,2	38,1 ^a	5,6	63,0 ^a	7,3	63,8 ^{a,b}	8,9	43,6 ^b	5,3	F:467,63α:0,00
2	80,1 ^c	9,3	77,6 ^c	8,4	60,9 ^b	7,2	47,0 ^b	5,6	41,4 ^b	6,3	67,7 ^b	8,1	65,0 ^b	7,8	41,1 ^a	5,3	F:876,11α:0,00
3	87,0 ^d	13,5	89,6 ^d	13,1	61,3 ^b	9,9	47,2 ^b	6,0	42,4 ^b	8,1	64,2 ^a	7,1	63,4 ^{a,b}	8,1	40,7 ^a	5,5	F:802,19α:0,00
Total	73,9	14,9	73,6	14,6	58,5	8,4	45,5	6,1	40,0	7,1	64,6	7,9	63,7	8,2	42,4	5,7	
	F:335,95α:0,00		F:543,00α:0,00		F:26,00α:0,00		F:18,31α:0,00		F:16,37α:0,00		F:12,22α:0,00		F:2,98α:0,03		F:18,40α:0,00		

RESPUESTA EXPERIMENTADA POR EL PESO DE LAS ACÍCULAS.

A modo de resumen se exponen los siguientes resultados de **peso fresco** de las acículas.

Como se aprecia en los Gráficos 15 y 16 el peso fresco de las acículas aumenta con la intensidad de poda, para las 2 zonas de estudio; pero obviamente esas diferencias se anulan al cabo de pocos años (al igual que la longitud de la acícula)

En ambas zonas, al igual que sucede con la longitud de las acículas, a partir del tercer año de realizada la poda desaparecen las diferencias según la intensidad de poda.

GRÁFICO 15: PESO FRESCO DE ACÍCULAS (mg) SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.

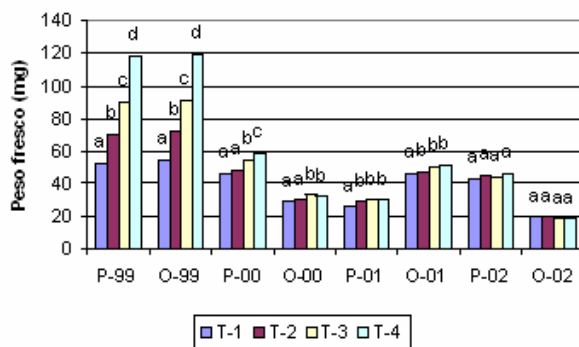
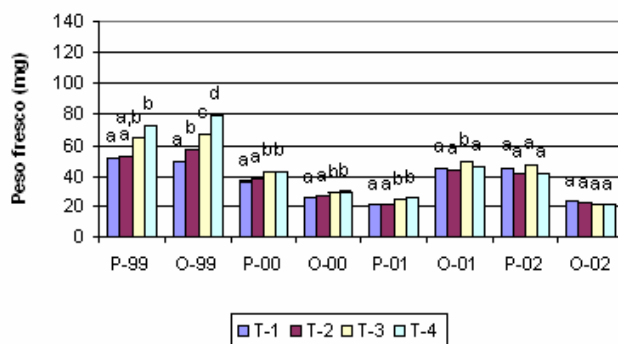


GRÁFICO 16: PESO FRESCO DE ACÍCULAS (mg) SEGÚN TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B.



RESPUESTA EN LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA TOTAL.

Los resultados se aprecian gráficamente en los Gráficos 17 y 18.

A partir de 18-24 meses después de realizarse las podas, las diferencias entre tratamientos se han disipado. En algún caso se observa una mayor concentración de clorofila total en el tratamiento de poda testigo que en el resto, aunque las diferencias no son siempre significativas.

GRÁFICO 17: CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA FOLIAR (mg/G PF) POR TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA A.

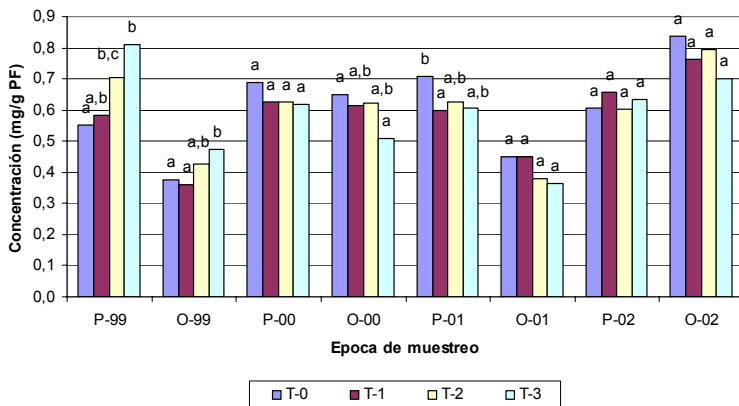
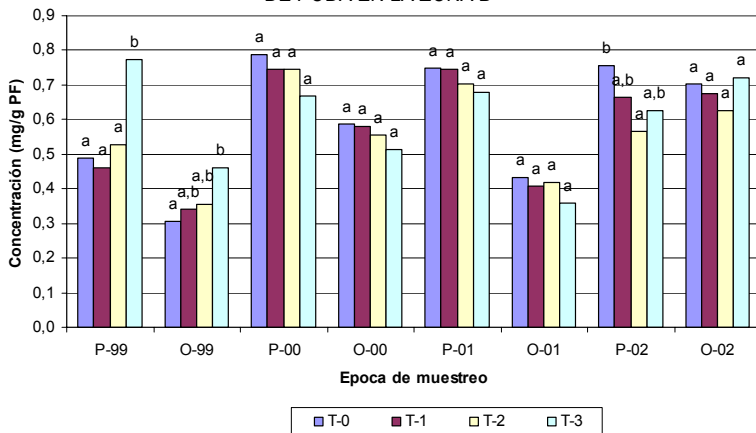


GRÁFICO 18: CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA FOLIAR (mg/G PF) POR TRATAMIENTOS Y ÉPOCA DE PODA EN LA ZONA B



3. CONCLUSIONES.

1. El pino carrasco responde a los tratamientos de podas a través de crecimientos compensatorios que incrementan el tamaño y la concentración de clorofila de las acículas.
2. Los tratamientos con podas más severas (mayor intensidad de poda) han producido acículas de mayor longitud, peso y concentración de clorofila a, b y total. Estos resultados se han repetido en ambas zonas de estudio.
3. El efecto de las podas sobre los atributos morfológicos y bioquímicos de las acículas remite a partir de los 2-3 años desde que se ejecutan las podas.

III. ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD DE ÁRBOLES DE *PINUS HALEPENSIS* MILL. TRAS APLICARLES TRATAMIENTOS DE PODAS

1. INTRODUCCIÓN

Aún sin incluirse entre los objetivos iniciales de este estudio de investigación, se analizó cómo influye la intensidad de poda en la posible muerte del árbol inducida por el estrés de la poda. Durante el primer año de investigación el equipo investigador detectó que en determinadas parcelas de investigación algunos árboles sometidos a tratamiento de poda morían. Se apreciaba que la muerte de estos árboles estaba asociada con los tratamientos de poda, ya que fuera de las parcelas sometidas a la investigación los árboles no fueron podados y no se apreciaban muertes.

Esto llevó al equipo investigador a estudiar cuál era la relación entre la intensidad de poda y la posibilidad de que un árbol muera como consecuencia de ésta.

Además, la experiencia demuestra que en los montes donde se realizan actuaciones selvícolas que modifican bruscamente el microclima (caso de las fajas auxiliares) es fácil encontrar árboles muertos tras el primer año después de la actuación.

FOTOGRAFÍA 4. ZONA DE ESTUDIO: PINO MUERTO AL QUE SE LE REALIZÓ EL TRATAMIENTO DE PODA MÁS INTENSO (2/3 DE LA ALTURA)



2. METODOLOGÍA

Localización del estudio

El estudio se centra sobre las parcelas experimentales del capítulo I.

VARIABLES A MEDIR: mortalidad de pies según tratamiento de poda.

Se contabilizaron en cada zona de estudio, y para cada intensidad de poda, el número de pies que murieron. Para ello, se realizaron muestreos durante el periodo posterior a la realización de la poda (febrero de 1.998). Así, se contabilizaron como variable dicotómica (sí, no) los pies que han muerto al final del verano (agosto de 1.998) a la ejecución de la poda, y el segundo verano después de la poda (agosto de 1.999). A partir de esta fecha ya no hubo muertos, al menos ya no se consideraron para este experimento.

Tratamiento estadístico de los datos

Se efectuaron análisis estadísticos, obteniendo métodos de regresión logística (adecuados para el análisis de variables binarias) para los datos de mortalidad de los distintos tratamientos para cada zona de estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analiza el porcentaje de pies que mueren en cada zona de estudio según el tratamiento de poda aplicado. Se analiza además la correlación existente entre el porcentaje de pies muertos y la severidad de la actuación selvícola de podas, así como la influencia de la calidad de la estación.

Análisis de la mortalidad de pies entre la Zona A y B

Según se desprende de los resultados (Tabla 6), en la "Zona A" mueren el 0,35% de los pies después de la poda. Mientras, en la "Zona B" muere el 3,81% del total de los pies que integran el experimento. Esta mortalidad de pies se ha producido durante los 2 primeros años después de realizar las podas. Se aprecia, por tanto, una diferencia en lo referente al número de pies que mueren en cada zona de estudio.

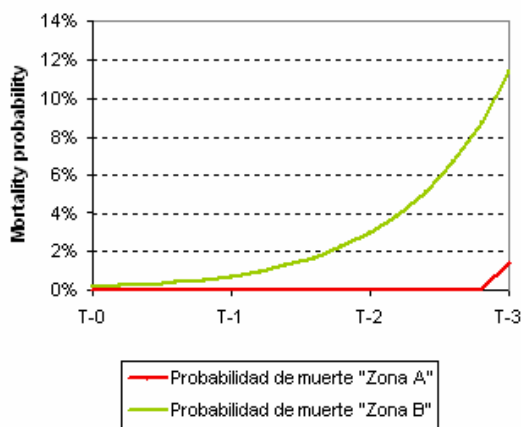
Un estudio preliminar de los factores descriptivos del medio físico, que pueden afectar a la respuesta de la masa en lo referente a la mortalidad de pies entre las zonas de estudio, refleja que el factor **profundidad de suelo** se establece como elemento diferenciador de calidad de estación.

Se realizaron calicatas en ambas zonas de estudio con el fin de estudiar la profundidad del perfil edáfico, obteniéndose para la "Zona A" que el perfil edáfico oscila entre profundidades de 0,6-1 m, incluso alcanza más de 1,5 m en algunas de las calicatas realizadas. En cambio, en la "Zona B" el perfil edáfico oscila entre 0,3-0,5 m. En lo referente al resto de factores (climáticos, edáficos, fisiográficos, etc.) se puede considerar que existe homogeneidad entre ambas zonas de estudio. En definitiva, las diferencias entre ambas zonas de estudio, en lo referente a la mortalidad de pies post-poda, se podrían explicar por la diferente profundidad del perfil edáfico de cada ubicación.

TABLA 7. PORCENTAJE DE PIES MUERTOS EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA PARA CADA ZONA DE ESTUDIO

Tratamiento	Zona A	Zona B
T-0	0,00	0,38
T-1	0,00	0,75
T-2	0,00	2,26
T-3	1,38	11,84
MEDIA	0,35 %	3,81 %

GRÁFICO 19: MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICO DE PROBABILIDAD DE MUERTE DE UN PIE SEGÚN TRATAMIENTO DE PODA Y PARA CADA ZONA



Análisis de la mortalidad de pies en la Zona A

Debido a la mayor profundidad del perfil edáfico el suelo de la Zona A, en esta se logra almacenar mayor cantidad de recursos hídricos y nutrientes para que estén a disposición del

arbolado. Esto supone que los árboles puedan soportar los diferentes grados de poda sin que ello suponga la muerte de un número de árboles tan acusado como en la Zona B.

Tan sólo han muerto (Tabla 6) el 1,38% de los árboles del tratamiento T-3, lo que supone una cifra aceptable. En las áreas mediterráneas de distribución del pino carrasco suceden con frecuencia los ciclos climáticos secos. Ante un acontecimiento prolongado de escasez de lluvias en la época post-actuación, aún a pesar de la mayor profundidad edáfica, pueden morir árboles con las podas más severas; en consecuencia, no sería conveniente realizar podas tipo T-3.

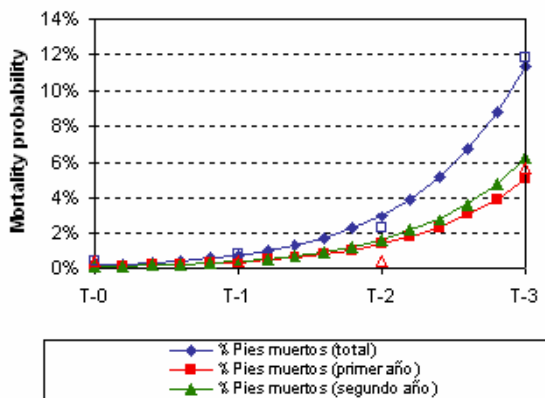
En el Gráfico 19 se expone el modelo de regresión logística con la probabilidad de morir de un árbol de la Zona A sometido a diferentes tratamientos de poda.

Análisis de la mortalidad de pies en la Zona B

En el análisis de los resultados (Tabla 6) de la zona de peor calidad edáfica (Zona B) se observa una clara relación entre el grado de poda y la muerte de pies. Así, han muerto un 0,38% de los pies testigo (T-0), un 0,75% de los pies podados hasta 1/3 de la altura total (T-1), un 2,26% de los árboles podados hasta 1/2 de la altura total (T-2), y el 11,84% de los árboles podados hasta 2/3 de la altura total (T-3). Resulta, por tanto, a tenor de estos resultados, especialmente problemática la poda más severa (T-3), por el elevado porcentaje de árboles muertos achacable a esta actuación.

En el Gráfico 20 se expone el modelo de regresión logística con la probabilidad de morir de un árbol de la Zona B sometido a diferentes tratamientos de poda en los 2 años inmediatos tras la poda.

GRÁFICO 20: MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DE PROBABILIDAD DE MUERTE DE UN PIE SEGÚN LA INTENSIDAD DE PODA EN LOS 2 AÑOS SIGUIENTES A LA PODA EN LA "ZONA B"



Estos resultados ponen de manifiesto la importancia que presenta el análisis pormenorizado de las características edáficas y la variabilidad climática, en la ejecución de proyectos selvícolas de podas y clareos, en las zonas semiáridas con suelos de escasa calidad.

En estas condiciones el árbol ya soporta un cierto nivel de estrés, que añadido al producido por las actuaciones selvícolas inadecuadas, se expone a que el árbol puede debilitarse, o morir.

4. CONCLUSIONES

Con independencia de los efectos que las podas originan sobre la epidometría del árbol (capítulo I) se desaconseja la realización de podas severas en masas de *Pinus halepensis* con suelos poco profundos (con escasas reservas de agua y nutricionales), por cuanto que suponen aumentar el riesgo de morir árboles de la masa.

Para la elección de una actuación selvícola u otra con unas ciertas garantías de éxito es necesario establecer para cada caso unas pautas particulares de actuación, que dependan de las características climáticas y edáficas de la zona, edad de la masa, etc. En caso de limitaciones edáficas o climáticas es necesario disminuir la severidad de las podas para evitar el número de pies muertos, como consecuencia del estrés al que se ven sometidos. Por el contrario, si no existen tales limitaciones, o éstas no son tan restrictivas, se puede aumentar la severidad de estos tratamientos, aún a sabiendas de que se disminuye el crecimiento. Los clareos de las masas de coníferas se hacen más necesarios cuanto mayores limitaciones (edáficas, climáticas, etc.) presente la estación donde se ubique la masa. Podemos resumir que, en zonas de calidad de estación baja habría que descartar el tratamiento de poda que elimina las ramas existentes hasta 2/3 de la altura (T-3), debido al elevado número de pies muertos que ocasiona.

Foto nº 3.- Poda realizada en repoblación de *Pinus halepensis* Mill., de once savias situada en Socuéllamos, provincia de Ciudad Real.



IV. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS PODAS Y LOS CLAREOS EN LA CANTIDAD DE FRUCTIFICACIÓN.

1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

1.1.1. DIMENSIONES DEL ENSAYO

A) Identificación de la zona objeto de estudio

Este estudio de la influencia de las cortas de mejora sobre la cantidad y calidad de la fructificación, se centra en la denominada Zona B.

Se trata de una zona con una masa coetánea de repoblación que, en el año 1.998 cuando se efectuaron los cuidados selvícolas (podas y clareos), presentaba un pinar de carrasco con 11 años de edad.

B) Número de parcelas sobre la zona de estudio.

Sobre esta "Zona B", se replantearon 6 parcelas de experimentación (las citadas en el capítulo I), donde se realizaron podas en los árboles que se encontraban dentro de éstas, siguiendo un criterio de intensidad de poda predefinido. En la zona C se dispuso de 2 parcelas, donde se ejecutaron podas y clareos simultáneamente. En definitiva:

- **Zona de parcelas de podas.**
- **Zona de podas y clareos simultáneos.**

Todas las parcelas fueron identificadas y delimitadas mediante tablillas de madera con su numeración correspondiente, y cada pino fue codificado y numerado para posteriores mediciones.

C) Dimensiones de las parcelas de experimentación.

- **Las parcelas de podas:** se replantearon 6 parcelas de 900 m² (10×90 m), formadas por 4 filas de repoblación, y con 36 árboles por cada fila, siendo el número de árboles por parcela de 144.

- **La parcela de podas combinadas con clareos:** se replantearon 2 parcelas de 900 m² (10 x 90 m), contando cada una de ellas de 4 filas de pinos, donde se eliminaron el 33 % de los árboles de la masa, para dejar de esta forma 96 árboles por parcela.

1.2.2. ACTUACIONES Y NOMENCLATURA DE LOS TRATAMIENTOS DE PODA REALIZADOS

Las diferentes intensidades de poda realizadas, fueron referidas a la altura total del árbol. En las seis parcelas de la zona de estudio destinadas a podas, se llevaron a cabo 3 intensidades de poda y además se dejó un tratamiento testigo para poder establecer comparaciones entre éste y el resto de intensidades de poda. Las intensidades de poda que se llevaron a cabo se pueden ver en la Tabla 1.

Además, en la parcela de podas y clareos simultáneos, primeramente se procedió a eliminar el 33 % de los pies, y sobre los restantes se realizaron las actuaciones de poda (2 intensidades de poda).

1.2.3. DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE PODA SOBRE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Cada parcela de poda consta de 4 filas con el mismo número de árboles. Con el fin de evitar que un tratamiento de poda se encontrara influenciado por una característica ambiental determinada, se propuso el siguiente replanteo de los tratamientos de poda dentro de las parcelas.

Dentro de cada fila los tratamientos se dispusieron de forma sistemática, de modo que se repiten de forma periódica cada uno de los tratamientos.

El diseño se propuso que en cada fila se empezara por un tratamiento de poda diferente. Así, de las 4 filas de cada parcela, cada una de ellas se inicia con un tratamiento de poda distinto.

FOTOGRAFÍA 5. PINO DE ESTUDIO CON MARCACIÓN Y CROTAL.



Todos los árboles de las parcelas fueron identificados mediante un número escrito en un crotal, que se unió a una rama secundaria del árbol para evitar la posible estrangulación de la guía principal. En este crotal, además de un número para identificar el árbol se anotó el tratamiento de poda de ese árbol.

1.2.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA EN CADA TRATAMIENTO DE PODA

A) Parcelas con tratamiento de poda:

En cada parcela hay 36 pies de cada una de las 4 intensidades de poda. Como hay 6 parcelas, el número total de pies es 864, y el nº total de pies para cada intensidad de poda es 216.

B) Parcela con tratamientos de podas y clareos simultáneos:

El número total de pies es 192 (96 pies/parcelax2 parcelas).

FOTOGRAFÍA 6. FRUCTIFICACIÓN DE LOS PINOS ESTUDIADOS.



1.3. ESTUDIO DEL BANCO DE SEMILLAS. MÉTODO DE MUESTREO Y DE ENSAYOS DE GERMINACIÓN.

1.3.1. ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA EL RECuento DE PIÑAS Y PARA EL ESTUDIO DE GERMINACIÓN

A) En parcelas con tratamientos de podas.

Para la selección de individuos que forman parte del estudio de fructificación se procede a elegir el 33% de los árboles de cada parcela. Éstos se distribuyen por toda la parcela de un modo sistemático, eligiendo un árbol cada 3 de forma periódica siguiendo el orden de la numeración de los crotales. De este modo, nos aseguramos coger árboles en toda la parcela. Esta selección se repetirá para las 6 parcelas de la zona.

Por tanto, para la realización del estudio de fructificación se toman 48 individuos (33% de todos los pies de la parcela) en cada una de las parcelas con tratamiento de poda. Esto supone que en la zona de estudio se van a elegir 288 pies en total, de los cuales pertenecen 72 pies a cada tratamiento de poda.

B) En la parcela con tratamientos de clareos y podas.

El modo de seleccionar los individuos es idéntico al de las parcelas de podas. En este caso, para la realización del estudio de fructificación se toman 64 individuos (33% de todos los pies de la parcela), de los cuales pertenecen 16 pies a cada tratamiento de poda.

1.3.2. VARIABLES A MEDIR

A) Estimación del número de piñas

En el verano de 2004, se realizó el conteo de las piñas existentes en cada uno de los árboles seleccionados de las 7 parcelas.

El conteo de frutos se realiza de la siguiente forma:

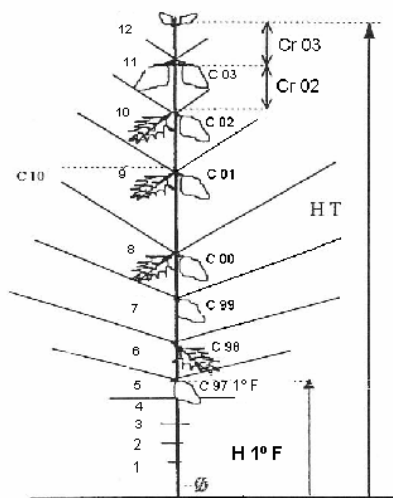
Para cada árbol de la muestra, se cuentan las piñas que hay de cada cosecha. Es decir, se contabiliza la totalidad de las piñas existentes en el árbol pertenecientes a las floraciones de los años **2.004**, del **2003**, del **2002**, del **2001**, y las del **2000 o años anteriores**, anotando también el número de ellas que aparecen abiertas.

En la mayoría de los pies ha sido necesario el uso de una escalera para poder visualizar todas las piñas, en especial las de las últimas cosechas situadas en la parte más alta del árbol.

Para distinguir las piñas de las diferentes cosechas, nos fijamos en su posición en la rama, tamaño, color, etc. Así, se pueden diferenciar del siguiente modo:

- **Piñas de la floración del 2004:** son muy fáciles de reconocer ya que son las que han florecido en la primavera de ese mismo año, por lo que son muy pequeñas (madurarán en el otoño del año siguiente), y además están localizadas en el extremo de la rama.
- **Piñas de la floración del 2003:** se sitúan por debajo de las anteriores, a una cierta distancia en la rama y, presentan un color verde característico que las diferencia del resto, (están desarrolladas, pero aún no están maduras).
- **Piñas de la floración del 2002:** se sitúan en la rama por debajo de las anteriores y presentan un color marrón, son piñas ya maduras.
- **Piñas de la floración del 2001:** se sitúan entre la medida del crecimiento del año 2.000 y 2.001, en la rama por debajo de las anteriores y presentan un color grisáceo.
- **Piñas de la floración del 2000 o años anteriores:** ya que es difícil distinguir las piñas del año 2.000 de las de cosechas anteriores. Por ello, se ha creado un grupo de piñas con las del 2.000 y anteriores. Tienen un color grisáceo.

GRÁFICO 21. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONOS DE LAS DISTINTAS COSECHAS Y MARCAS DE LOS ESTRÓBILOS MASCULINOS DESARROLLADOS EN TRES COSECHAS



B) Determinación del tamaño y peso de las piñas

B.1) Recolección de piñas para su estudio en laboratorio.

A finales de verano, siguiendo el mismo método de muestreo que para el conteo de frutos, se recogió una muestra de piñas pertenecientes a todos los árboles seleccionados anteriormente, tomando así piñas de todas las parcelas y de todos los tratamientos de poda. El número total de piñas recolectadas fue 1.184.

El hecho de recolectar las piñas del mayor número de pies posibles es con el fin de tener piñón que, en la medida de lo posible, muestre cierta variabilidad y aleatoriedad.

Se recogieron solamente piñas de las cosechas del 2001 y 2002, ya que las cosechas posteriores (2003 y 2004) no habían alcanzado todavía la maduración; asimismo, las cosechas del año 2000 y anteriores no se les podía asignar una edad concreta, por lo que carecían de rigor en la experimentación. En cada árbol seleccionado se cogieron (con ayuda de escalera y tijeras) 3-4 piñas de cada una de las dos cosechas anteriores, y se guardaron en dos bolsas distintas donde se anota el código del árbol y la cosecha a la que pertenecen.

B.2) Determinación del tamaño y peso de las piñas.

Una vez recogida toda la muestra, se llevó al laboratorio donde se determinó para cada piña su **longitud** (mm), **diámetro máximo** (mm) y **peso** (mg), utilizando para ello un calibre y una balanza de precisión. Todos los datos se anotaron en estadillos correspondientes.

C) Determinación del número de escamas por piña.

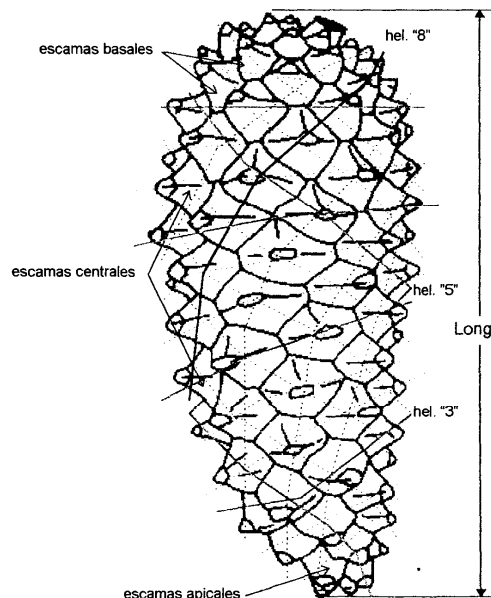
El número de semillas por cono depende del número de escamas desarrolladas en la flor y de la proporción de éstas que son polinizadas. La disponibilidad de polen, las condiciones climáticas en el momento de la polinización y fecundación, etc., afectan al número final de semillas que se desarrollan completamente.

Según varios autores (CARON Y POWELL, 1989a; TAPIAS, 1998) el número de escamas crece con el vigor de los árboles y con la edad, con una gran variación interanual motivada por las distintas condiciones climáticas en el momento de la diferenciación y desarrollo del estróbilo.

Las escamas se disponen en forma de una hélice, "hélice generatriz", que recorre la piña desde la base hasta el ápice. La observación frontal del cono permite apreciar otras hélices secundarias que se denominan "parásticas" (Gráfico 22).

El número de parásticos, que se puede encontrar en una piña, se ajusta a una sucesión de Fibonacci (cada término se obtiene por suma de los dos anteriores). Lo que significa que se pueden seguir todas las escamas de la piña formando 3, 5 u 8 hélices. Las de 5 y 8 son las más fáciles de observar, girando en sentido contrario la una de la otra. (BROUSSEAU, 1968 y 1969; KILMER, 1971; JEAN, 1994).

GRÁFICO 22. HÉLICES PARÁSTICAS RECONOCIBLES AL MIRAR FRONTALMENTE EL CONO



La hélice de "5" es la más patente, todas las escamas del cono se pueden englobar en 5 hélices que recorren la piña desde la base hasta el ápice con el mismo número de escamas (TAPIAS, 1998).

Según TAPIAS (1998) las escamas de los conos de *Pinus pinaster* se pueden agrupar en 5 hélices (llamadas hélices de "5") que recorren la piña desde la base hasta el ápice en sentido antihorario, o bien en 8 hélices (hélices de "8") que van en sentido horario.

En nuestro caso, al observar detenidamente la morfología de los conos de *Pinus halepensis*, se ha comprobado que efectivamente, hay piñas que siguen el esquema anterior, pero hay otras

que sus hélices giran en sentido contrario; es decir, las hélices de “5” giran desde la base hasta el ápice en sentido horario, y las de “8” en sentido antihorario.

De todas las piñas recogidas (1.184), se cogió una submuestra de 468 piñas a las que se les contó el número de hélices y el número de escamas por hélice, obteniendo así, por multiplicación de ambos valores, el número total de escamas que tiene cada cono.

La submuestra de piñas se tomó de forma que las piñas elegidas perteneciesen a todos los tratamientos de poda y clareos, y a las dos cosechas. De cada bolsa que contenía piñas de un mismo árbol y de una misma cosecha, elegimos una piña al azar y las demás las desechamos.

D) Estimación de la producción de semilla.

- N° de piñones por piña.
- Determinación del tamaño de los piñones (por medio de su peso).

D.1) Proceso de apertura de las piñas y extracción del piñón.

Para facilitar el proceso de apertura de los 468 conos escogidos, antes de pasar al secado en estufas, se procede a la introducción de las piñas en un recipiente con agua hirviendo durante escasos segundos para no dañar la viabilidad de la semilla, pero siendo suficiente para que la resina que sella las escamas se derrita. De este modo aseguramos que su posterior apertura en las estufas sea suficiente para poder extraer los piñones.

Cada piña se envuelve en un trozo de papel de aluminio, para que éste recoja los piñones una vez abiertas las piñas en las estufas, y evitar así que se mezclen las semillas de conos diferentes. En este papel se anota el código del árbol al que pertenece la piña y el año de la cosecha. Posteriormente se colocan las piñas con sus respectivos envoltorios de papel en bandejas de aluminio (entorno a 10 ó 15 por bandeja), y se meten en las estufas de secado.

Las piñas permanecen en las estufas a 45°C hasta observar que se abren adecuadamente (durante un período aproximado de 15 ó 20 días). Se comprueba que la humectación de las piñas antes del secado facilita y acelera en gran medida la apertura de los conos.

Una vez que las piñas se han abierto, se sacan de las estufas y se les van extrayendo los piñones a cada una, ayudándonos con unas pinzas para levantar las escamas que permanecen más cerradas.

D.2) Número de piñones por piña.

Tras la extracción de los piñones de cada piña, se procede al conteo de los mismos, anotando en estadillos el número de piñones que tiene cada piña (ésta a su vez está identificada por el árbol y la cosecha a la que pertenece).

Las escamas que forman parte de un cono se pueden agrupar, en las siguientes categorías (TAPIAS, 1998):

- **Escamas de la parte basal (esB):** sin semillas desarrolladas, hasta encontrar el primer paso de espiral con escamas con piñones.
- **Escamas de la parte central (esC):** desde que aparece la primera semilla hasta que dejan de aparecer. Éstas a su vez se subdividen en:
 - **Escamas con dos piñones (esC2).**
 - **Escamas con un piñón (esC1).**
 - **Escamas situadas entre las anteriores que no tienen ningún piñón (esCO).**
- **Escamas de la parte apical sin piñones (esA).**

Si se cuentan las escamas totales del cono (esT), las escamas estériles de la base (esB), y las escamas estériles del ápice (esA), el número de escamas centrales (esC) se puede obtener así:

$$esC = esT - (esB + esA).$$

Finalmente se calculó el porcentaje respecto al total del número de escamas polinizadas ($esC / esT \times 100$) considerando como tales a las de la parte central, independientemente del número de semillas que tengan ($esC1 + esC2 + esCO$).

D.3) Determinación del tamaño de los piñones (peso).

Una vez que hemos contado los piñones de cada piña, se realizó la limpieza y desalado de los mismos, y se pesaron en una balanza de precisión.

Con este procedimiento tratamos de determinar el tamaño del piñón mediante la medición de su peso.

E) Análisis de la germinación y viabilidad de los piñones.

Los piñones extraídos de los conos se clasificaron según la parcela, el tratamiento y la cosecha a la que pertenecen, formándose 14 grupos diferentes:

1. Parcela de podas (P), tratamiento 0 (T-0), cosecha del 2002.
2. P, T-0, 2001.
3. P, T-1, 2002.
4. P, T-1, 2001.
5. P, T-2, 2002.
6. P, T-2, 2001.
7. P, T-3, 2002.
8. P, T-3, 2001.
9. Parcela de podas y clareos (P+C), tratamiento 0 (T-0), cosecha del 2002.
10. P+C, T-0, 2001.
11. P+C, T-1, 2002.
12. P+C, T-1, 2001.
13. P+C, T-2, 2002.
14. P+C, T-2, 2001.

En la parcela de podas y clareos sólo hay dos intensidades de poda, ya que el T-3 no se realizó.

Para estudiar el porcentaje de germinación y viabilidad de las semillas, se cogió de forma aleatoria una muestra de 240 piñones de cada uno de los 14 grupos anteriormente mencionados, repartidos en 6 placas petri (40 piñones por placa), con lo cual el número total de piñones a los que se les realiza el estudio de germinación es de 3.360.

La preparación de las placas consistió en colocarles papel absorbente tanto en el fondo (donde se ha puesto doble hoja), como en la tapa de la placa (con hoja sencilla, solamente para evitar que le dé directamente la luz a las semillas), y humedecerlo con agua destilada. Una vez colocadas las semillas en el interior, se precintan las placas con parafilm para mantener el nivel

óptimo de humedad dentro de las mismas, y en cada una se anota la parcela, tratamiento, cosecha y número de placa correspondientes.

Las placas se metieron en una cámara de germinación a 20°C y 7°C, con fotoperíodo de 12 horas; es decir, se van alternando 12 horas con luz a 20°C con otras 12 horas sin luz a 7°C (CATALÁN, 1991).

Cada cierto tiempo (5-6 días), se revisan las placas para evitar la proliferación de hongos (cambiando las hojas de papel por otras limpias si se ve necesario), o para añadir agua destilada si el papel está reseco. A la vez que se realizan estas revisiones, se van contabilizando y eliminando de las placas las semillas que ya han germinado, determinando así el ritmo de germinación. Se considera que una semilla ha germinado cuando se observa que *ha emergido la radícula, y ésta tiene una longitud igual o superior a 1mm aproximadamente*.

Cuando el número de semillas germinadas durante los últimos recuentos es nulo, se da por finalizado el ensayo de germinación. Las semillas que no han germinado, se diseccionan longitudinalmente con la ayuda de un bisturí y unas pinzas para comprobar si contienen embrión y el estado del mismo, anotando si están vacías (vanas), si están afectadas por hongos, etc.

1.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Los datos de número de piñas, longitud, diámetro, peso y nº de escamas/piña, así como el número de piñones/piña y el peso de éstos obtenidos en los distintos muestreos, se trataron estadísticamente utilizando el software SPSS.

Se efectuaron análisis estadísticos (análisis de varianza, test de normalidad, análisis descriptivos, etc.) entre los datos de distintos tratamientos, y entre los datos de un mismo tratamiento en distintas edades, para todos los parámetros medidos y para cada zona (zona de podas y zona de podas más clareos simultáneos).

El análisis estadístico de los datos se realizó con base en un diseño al azar. En aquellas variables donde se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0'05$) entre tratamientos, se efectuó un análisis de la varianza (ANOVA) empleando el test de Tukey y el método de Scheffé.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

En los gráficos aparecen las siguientes abreviaturas y significan lo que se describe a continuación:

T-0: tratamiento de poda testigo sin poda.

T-1: tratamiento de poda hasta 1/3 de la altura total.

T-2: tratamiento de poda hasta 1/2 de la altura total.

T-3: tratamiento de poda hasta 2/3 de la altura total.

Se analizan los resultados por separado de: las **piñas** (cantidad, aspectos morfológicos y escamas) y de los **piñones** (nº de piñones/piña, peso y germinación). Los resultados se expresan en función de la intensidad de poda, y de la densidad de la masa (realizados clareos o no).

2.2. ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE PIÑAS EN LA COPA

Se realizó un estudio de la influencia que ejerce la intensidad de poda y clareo sobre la fructificación. Para ello, se repitieron los inventarios en parcelas donde solamente se han sometido los pies a diferentes grados de poda, y en parcelas donde además se realizaron clareos de modo combinado con las podas.

2.2.1. ZONA CON PARCELAS CON DIFERENTES GRADOS DE PODA

Según los resultados obtenidos en la zona con parcelas de podas, éstas ejercen una influencia significativa en la cantidad de fructificación de las diferentes cosechas.

En el número de piñas procedentes de la floración de los años 2.003 y 2.004 no se aprecian diferencias entre intensidades de poda. Esto está motivado por el escaso número de piñas resultantes de las 2 últimas floraciones (marzo de 2.004 y marzo de 2.003). De este modo, ha existido alta variabilidad en los datos, resultando como consecuencia la inexistencia de diferencias entre intensidades de poda (F: 1,88 α : 0,13).

En las piñas de floraciones anteriores a marzo de 2.003 se aprecia una reducción del 16,6%, del 28,6% y del 53,7% del número de frutos para los tratamientos T-1, T-2 e T-3 respectivamente, respecto las piñas de T-0..

TABLA 8. CANTIDAD DE PIÑAS SEGÚN INTENSIDAD DE PODA: ZONA DE PODAS (B)

Año de floración	T-0	T-1	T-2	T-3	F	α
Año 04	0,5 ^{a,b}	0,6 ^B	0,2 ^a	0,2 ^a	5,01	0,00
Año 03	6,1 ^a	5,0 ^a	5,7 ^a	4,3 ^a	1,61	0,19
Año 02	6,9 ^b	6,6 ^{a,b}	5,1 ^{a,b}	3,6 ^a	3,05	0,03
Año 01	4,8 ^a	3,5 ^a	4,8 ^a	2,4 ^a	2,63	0,05
Año 00**	18,7 ^c	15,4 ^{b,c}	11,9 ^{a,b}	8,1 ^a	10,68	0,00
Antes de 03	30,5 ^c	25,4 ^{b,c}	21,8 ^{a,b}	14,1 ^a	9,29	0,00
Años 03-04	6,6 ^a	5,6 ^a	5,9 ^a	4,5 ^a	1,88	0,13
Total	37,1 ^a	31,0 ^a	27,6 ^{a,b}	18,6 ^a	8,24	0,00
Porcentaje*	100,0	83,6	74,5	50,1		

Porcentaje*: Porcentaje de piñas del tratamiento de poda, en comparación con el tratamiento testigo (T-0)
 Año 00**: Piñas pertenecientes a la floración del año 2.000 y anteriores.

Según la Tabla 7, se evidencia que para las cosechas de frutos procedentes de las floraciones del conjunto de años 2.000-2.003: **a mayor intensidad de poda menor es la cantidad de frutos en la copa, y, por tanto, menor es el banco de semillas de la copa.**

Así, comparando el número total de piñas por árbol en la intensidad de poda testigo (T-0) con el resto de intensidades de poda de la investigación, se comprueba lo siguiente (Tabla 7):

- Una poda intensidad T-1 (eliminación de ramas hasta 1/3 de la altura total del árbol) produce tan sólo el 83,6 % del número de piñas del tratamiento testigo (T-0).
- Una poda intensidad T-2 (eliminación de ramas hasta 1/2 de la altura total del árbol) produce tan sólo el 74,5 % del número de piñas del tratamiento testigo (T-0).
- Una poda intensidad T-3 (eliminación de ramas hasta 2/3 de la altura total del árbol) produce el 50,1 % del número de piñas del tratamiento testigo (T-0).

Resulta evidente que, una mayor intensidad de poda tiene consecuencias negativas sobre el *banco de semillas aéreo* del pino carrasco.

En este grupo de cosechas, al comparar el número de piñas totales por árbol, se aprecia que el tratamiento T-1 presenta un 16,4 % menos de frutos que el tratamiento T-0, el T-2 un 25,5 % menos que el T-0 y el T-3 un 49,9 % menos de fructificación que el T-0.

Por tanto, se observa una merma del banco de semillas aéreo al incrementar la intensidad de poda.

2.2.2. ZONA CON PARCELAS DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS

En la zona de clareos combinados con podas, los resultados difieren notablemente de los obtenidos en la zona de parcelas tratadas solamente con diferentes intensidades de podas. La actuación selvícola de clareos, de modo simultáneo a las podas, ha resultado ser beneficiosa en la cantidad de frutos del banco de semillas de la copa.

Siguiendo la misma metodología de comparación que en el apartado anterior, resulta que en la cosecha del grupo de años “2.003-2.004”, no se han encontrado diferencias significativas entre intensidades de poda (Tabla 8).

En el conjunto de cosechas de los años anteriores a 2.003, el tratamiento T-1 produce un 15,0 % menos de frutos que el T-0, y el T-2 un 20,6 % más de frutos que T-0. Aún así, no se aprecian diferencias significativas entre intensidades de poda.

TABLA 9. CANTIDAD DE PIÑAS SEGÚN INTENSIDAD DE PODA. ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS (C).

Año de floración	T-0	T-1	T-2	F	α
Año 04	0,7 ^a	0,8 ^a	1,0 ^a	0,45	0,64
Año 03	10,1 ^a	9,2 ^a	9,9 ^a	0,20	0,82
Año 02	10,4 ^a	8,8 ^a	8,0 ^a	1,67	0,19
Año 01	6,9 ^a	5,7 ^a	5,8 ^a	0,80	0,45
Año 00**	33,7 ^b	28,1 ^{a,b}	24,4 ^a	5,19	0,01
Antes 03	51,1 ^b	42,6 ^{a,b}	38,2 ^a	4,06	0,02
Años 03-04	10,8 ^a	10,0 ^a	10,8 ^a	0,19	0,82
Total	61,8 ^a	52,5 ^a	49,1 ^a	2,63	0,08
Porcentaje*	100,0	85,0	79,4		

Porcentaje*: Porcentaje de piñas del tratamiento de poda, en comparación con el tratamiento testigo (T-0)
 Año 00**: Piñas pertenecientes a la floración del año 2.000 y anteriores

Para el total de las cosechas se han encontrado resultados semejantes a los expuestos para el conjunto de años anteriores al 2.003, aunque tampoco existen diferencias estadísticas entre la cantidad de fructificación de las diferentes intensidades (F: 2,63; α : 0,08).

De estos resultados se puede concluir que: **los tratamientos de poda T-1 e T-2 combinados con clareos mejoran notablemente la cantidad de fructificación de la masa de pino carrasco.** De este modo, en la cantidad total de piñas por árbol, aunque a mayor intensidad de poda menor es la cantidad de piñas, ya no se aprecian diferencias estadísticamente significativas..

Según los resultados obtenidos, la combinación de podas y clareos produce un incremento de la producción de piñas en los diferentes tratamientos de podas, en comparación con las zonas solamente podadas.

2.2.3. COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE PIÑAS DE LA ZONA DE PODAS CON LA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS.

Una vez analizada la influencia de la intensidad de poda, tanto en masas podadas como en masas sometidas a podas y clareos simultáneos, es interesante preguntarse: ¿qué diferencias se producen como consecuencia de un tratamiento de clareos simultáneos a las podas? La respuesta nos la da el análisis de las Tablas siguientes (9, 10 y 11):

TABLA 10. DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO TESTIGO (T-0)

Año de floración	Poda	Poda y Clareos	F	α
Año 04	0,5	0,7	0,93	0,34
Año 03	6,1	10,1	15,13	0,00
Año 02	6,9	10,4	6,67	0,01
Año 01	4,8	6,9	4,01	0,05
Año 00**	18,7	33,7	36,70	0,00
Antes 03	30,5	51,1	27,81	0,00
Años 03-04	6,6	10,8	14,61	0,00
TOTAL	37,1	61,8	29,47	0,00

Año 00**: Piñas pertenecientes a la floración del año 2.000 y anteriores

La masa sin podar (T-0) y aclarada dispone de un banco de semillas de la copa un 66,6% mayor que la masa con el mismo tratamiento de poda y sin aclarar.

TABLA 11. DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO (T-1)

Año de floración	Poda	Poda y Clareos	F	α
Año 04	0,6	0,8	0,63	0,43
Año 03	5,0	9,2	11,88	0,00
Año 02	6,6	8,8	2,69	0,10
Año 01	3,5	5,7	5,10	0,03
Año 00**	15,4	28,1	23,84	0,00
Antes 03	25,4	42,6	19,05	0,00
Años 03-04	5,6	10,0	11,98	0,00
TOTAL	31,0	52,5	19,59	0,00

Año 00**: Piñas pertenecientes a la floración del año 2.000 y anteriores

Para el tratamiento T-1, el número total de estróbilos femeninos encontrados ha sido un 69,3% mayor en la zona de clareos combinados con claras (Tabla 10).

Lo mismo sucedió con la intensidad de poda (T-2), en las parcelas con clareos se han contabilizado un 77,9% más de piñas que en las parcelas sin clareos con la misma intensidad de poda (Tabla 11).

TABLA 12. DIFERENCIAS DE FRUCTIFICACIÓN ENTRE LAS ZONAS DE PODAS Y, PODAS Y CLAREOS COMBINADOS. TRATAMIENTO (T-2).

Año de floración	Poda	Poda y Clareos	F	α
Año 04	0,2	1,0	14,77	0,00
Año 03	5,7	9,9	12,34	0,00
Año 02	5,1	8,0	5,63	0,02
Año 01	4,8	5,8	0,66	0,42
Año 00**	11,9	24,4	32,20	0,00
Antes 03	21,8	38,2	18,32	0,00
Años 03-04	5,9	10,8	15,68	0,00
TOTAL	27,6	49,1	19,80	0,00

Año 00**: Piñas pertenecientes a la floración del año 2.000 y anteriores

Los clareos producen un incremento en la fructificación de los pinos podados, independientemente de la intensidad de poda. Ese incremento en el número de frutos puede alcanzar, en ocasiones, el 70% respecto a la poda sin clareos.

2.3 ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS PIÑAS

El estudio de las características morfológicas incluye el análisis de la **longitud**, del **diámetro** y el **peso** de las **piñas** según los diferentes tratamientos de poda. En cuanto a las cosechas estudiadas, debido a que las piñas de la cosecha de 2.004 y 2.003 aún están inmaduras, se analizan los datos de las cosechas de los años 2.001 y 2.002.

2.3.1. ANÁLISIS DE LA LONGITUD DE PIÑA

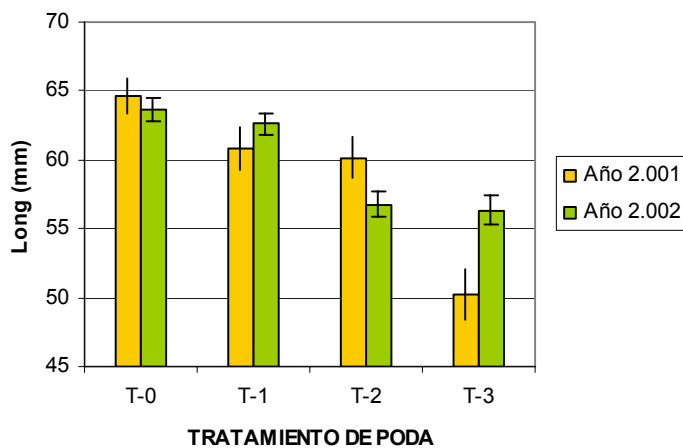
A) ZONA DE PODAS

Los frutos procedentes de las cosecha de 2.001 y 2.002 han mostrado diferencias significativas (F: 24,65 α : 0,00, y F: 18,86 α : 0,01, respectivamente) en su longitud según la intensidad de poda para la zona de parcelas de poda (Gráfico 23).

En la cosecha de 2.001 se encuentran 2 grupos homogéneos, por un lado la longitud de las piñas de los tratamientos T-0, T-1 e T-2 y por otro la longitud de las piñas del tratamiento de poda T-3. Por lo tanto, el tratamiento de poda T-3, de igual modo que en el análisis del banco de semillas de la copa, vuelve a presentar resultados que lo hacen diferir del resto de tratamientos del experimento.

En la cosecha de 2.002 también se encuentran 2 grupos homogéneos, por un lado la longitud de las piñas de los tratamientos T-0 e T-1, y por otro la longitud de las piñas del tratamiento de poda T-2 e T-3. Por lo tanto, el tratamiento de poda T-3, de igual modo que en el análisis del banco de semillas de la copa, vuelve a presentar resultados que lo hacen diferir del resto de tratamientos del experimento.

GRÁFICO 23: LONGITUD DE PIÑA PROCEDENTE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA DE PODA

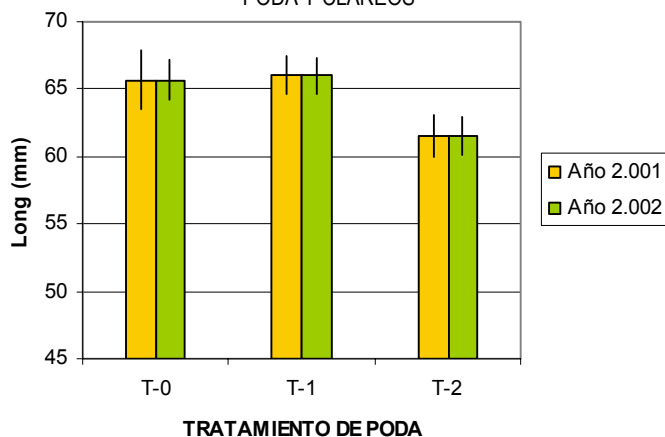


B) ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS

Los resultados difieren bastante con los obtenidos en el caso de la zona con parcelas de podas exclusivamente.

En las parcelas con podas simultáneas a clareos las diferencias significativas son escasas entre tratamientos de poda, en lo referente a la longitud de la piña. Estos resultados se repiten tanto en la cosecha de 2.001 como en la del año 2.002.

GRÁFICO 24: LONGITUD DE PIÑA PROCEDENTE DE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREOS



Según los resultados obtenidos, en las parcelas en las que sólo se realizan podas, la longitud de la piña de las cosechas posteriores a realizarse la poda se encuentra condicionada por el tratamiento de poda que se ha sometido el árbol. A mayor intensidad de poda, se producen piñas con longitudes más reducidas.

Al combinar las podas con el clareo simultáneo, estas diferencias se reducen y aunque la longitud de las piñas de árboles no podados sea mayor, estas diferencias no son significativas.

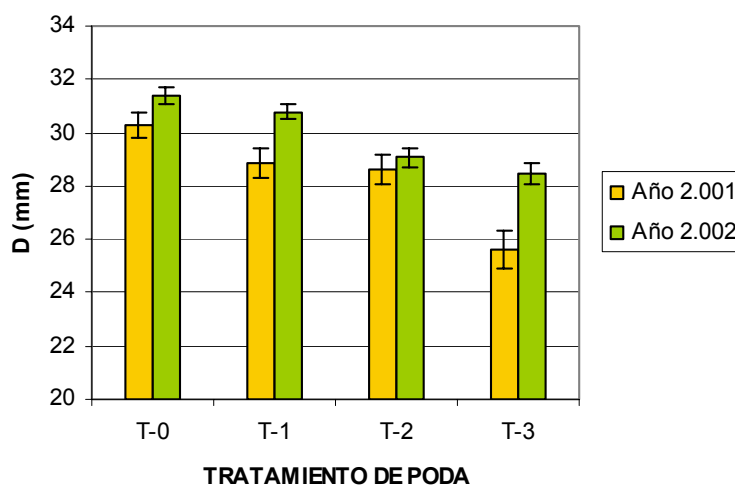
2.3.2. ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DE LA PIÑA

A) ZONA DE PODAS.

Para el diámetro de las piñas se han encontrado diferencias significativas en función de la intensidad de poda a la que se han sometido los árboles (Gráfico 25).

Para la cosecha del año 2.001 y del 2.002 los diferentes grados de poda han influido en el diámetro de las piñas. Las diferencias de tamaños han sido significativas entre tratamientos: (F: 10,21 α : 0,00) y (F: 15,96 α : 0,00) respectivamente.

GRÁFICO 25: DIÁMETRO DE PIÑA PROCEDENTE DE FLORACIÓN DEL AÑO 2.001 Y 2.002. ZONA PODA

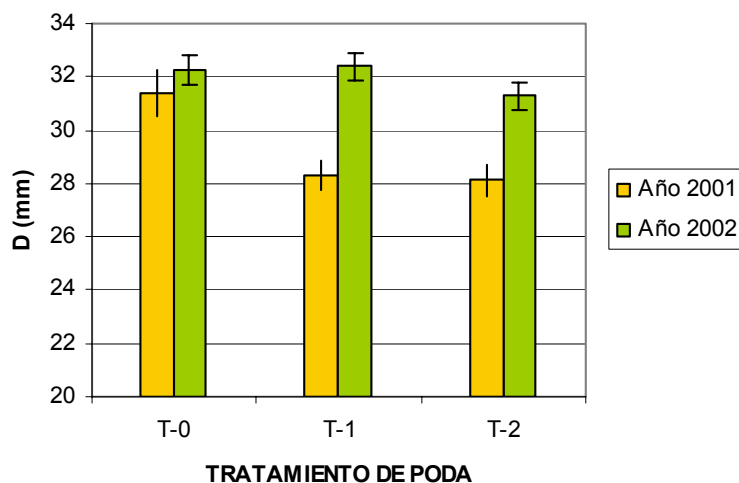


La poda de los pies de pino carrasco ha provocado piñas de menor tamaño diametral. Esta reducción del diámetro es proporcional a la intensidad de poda, de modo que a mayor intensidad de poda menor tamaño de piña se obtiene.

B) ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS.

En la zona de poda y clareos combinados, sólo se observan diferencias significativas entre tratamientos de poda en la cosecha del año 2.001 (F: 5,52 α : 0,00). Para las piñas de la floración del año 2.002 no se han encontrado diferencias de tamaño significativas (F: 1,43 α : 0,24) (Gráfico 26).

GRÁFICO 26: DIÁMETRO DE PIÑA. FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODAS Y CLAREO



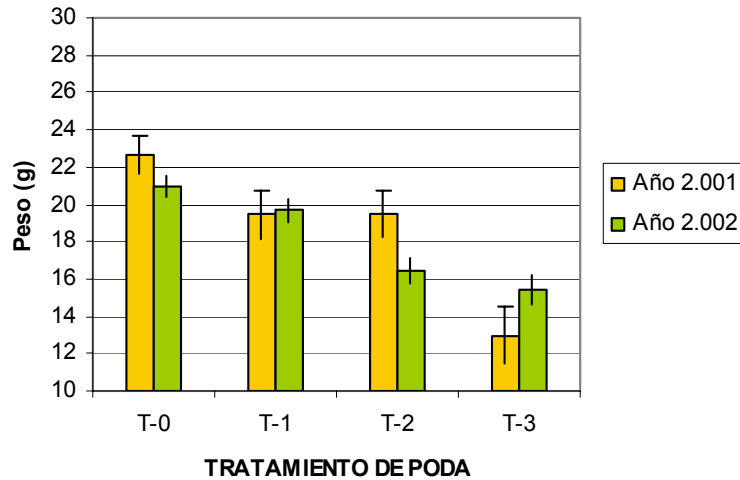
El diámetro de la piña también se encuentra influenciado por la intensidad de la poda. En los tratamientos de mayor intensidad de poda el diámetro de la piña es menor. Las diferencias de los resultados que se obtienen en la zona de podas son significativas, mientras que en la zona de podas y clareos combinados se desaparecen.

2.3.3. ANÁLISIS DEL PESO DE LA PIÑA

A) ZONA DE PODAS

Se han obtenido diferencias significativas en el peso de la piña (F: 8,88 α : 0,00; F: 15,21 α : 0,00, respectivamente para 2.001 y 2.002) según tratamiento de poda (Gráfico 27), como era de prever después de analizar la longitud y diámetro de las piñas.

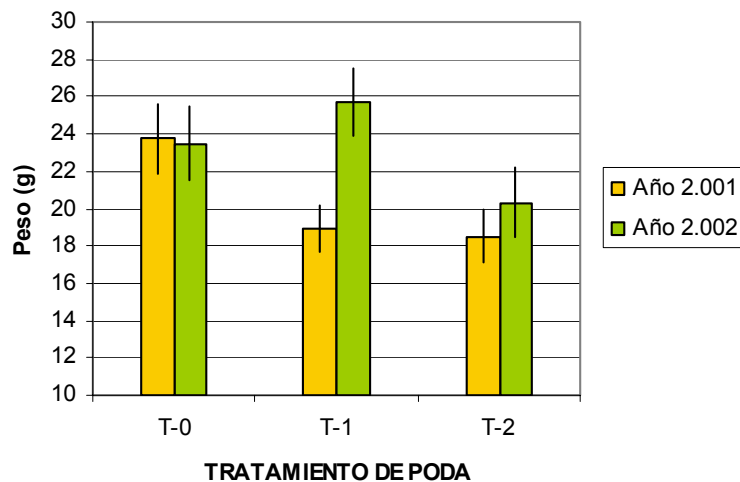
GRÁFICO 27: PESO DE PIÑA COSECHA PROCEDENTE FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA



B) ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS.

Donde se han realizado podas y clareos simultáneamente no se aprecian diferencias significativas en el peso de la piña de los diferentes tratamientos de poda (Gráfico 28).

GRÁFICO 28: PESO DE PIÑA COSECHA PROCEDENTE FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO



Al realizar podas solamente, el tamaño (longitud y diámetro), y por lo tanto, el peso de la piña se reducen al aumentar el grado de poda. Las consecuencias de esta reducción de tamaño se van a reflejar en el menor tamaño y peso de los piñones. Ello puede tener consecuencias sobre la regeneración natural del pino carrasco. La realización de clareos simultáneos compensa la pérdida de tamaño y peso de la piña ocasionada por la poda.

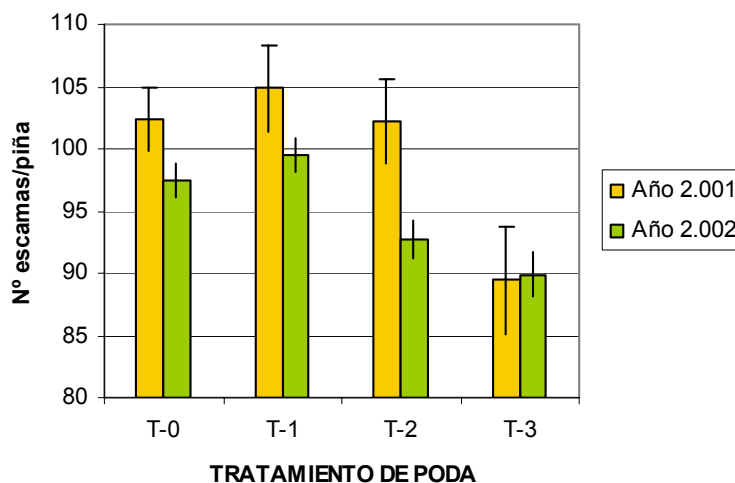
2.4. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESCAMAS DE LAS PIÑAS

2.4.1. ANÁLISIS DE LAS ESCAMAS TOTALES POR PIÑA

A) ZONA DE PODAS

Los frutos procedentes de las cosechas de 2.001 y 2.002 han mostrado diferencias significativas en el número total de escamas (F: 2,92 α : 0,04; F: 8,42 α : 0,00, respectivamente), según la intensidad de poda (Gráfico 29).

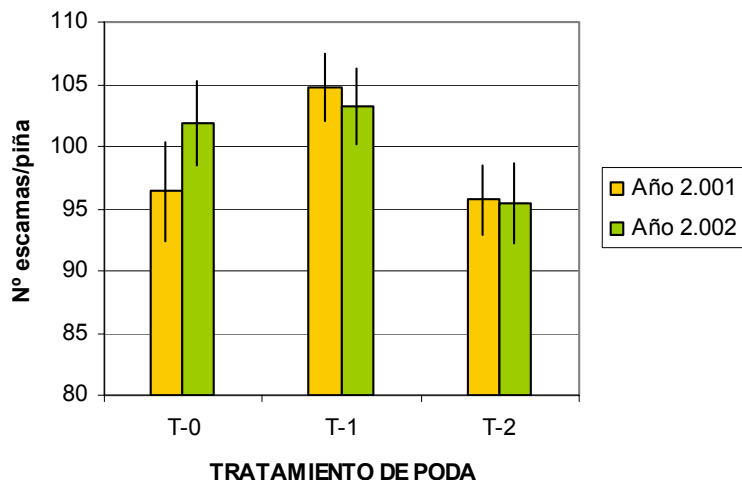
GRÁFICO 29: ESCAMAS TOTALES POR PIÑA COSECHAS PROCEDENTES FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA



B) ZONA DE PODAS Y CLAREOS COMBINADOS

En este caso, no existen diferencias significativas de número de escamas entre tratamientos (Gráfico 30).

GRÁFICO 30: ESCAMAS TOTALES POR PIÑA, COSECHAS PROCEDENTES FLORACIÓN 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO



Las actuaciones selvícolas sobre pino carrasco con podas exclusivamente han provocado en la investigación un mayor número de escamas totales por piña. Mediante la combinación de poda y clareo simultáneo se ha conseguido compensar la pérdida de escamas que ha provocado la poda en sus diferentes intensidades.

2.5. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PIÑONES

A continuación se exponen los resultados obtenidos de **número de piñones** por piña, **peso total** de los piñones por piña, y **peso unitario de los piñones por piña**.

2.5.1. NÚMERO DE PIÑONES POR PIÑA

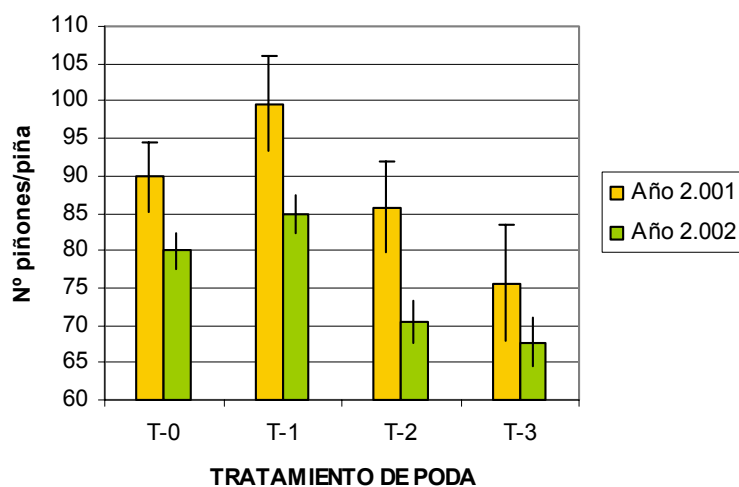
A) Zona de podas

En cuanto al número de piñones contenidos en cada piña, los resultados obtenidos para la cosecha de 2.001 y 2.002 en la zona de poda son los que se exponen en el Gráfico 31.

El número de piñones/piña ha resultado ser una variable que depende en gran medida de la intensidad de poda a la que se somete el árbol (Gráfico 31). No se han encontrado diferencias significativas entre intensidades de poda para las cosechas estudiadas.

Aún así, se confirma una tendencia a tener un menor número de piñones las piñas procedentes de árboles sometidos a una mayor intensidad de poda. Asimismo, el T-3 es el tratamiento con menor número de piñones por piña para las 2 cosechas estudiadas.

GRÁFICO 31: N° DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA



B) ZONA DE PODAS Y CLAREOS SIMULTÁNEOS

A continuación, se ofrecen los resultados del número de piñones obtenidos de la zona sometida a podas y clareos de modo combinado.

TABLA 13. N° DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO

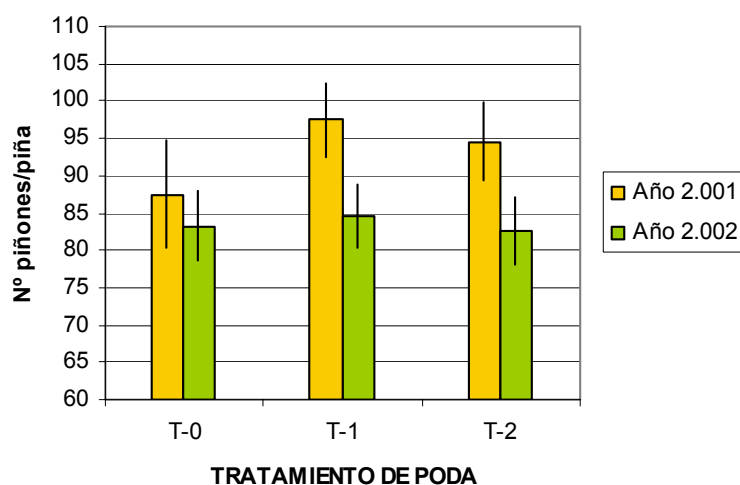
TRATAMIENTO	COSECHA 2.001		COSECHA 2.002	
	Media 01	Error típ.	Media 02	Error típ.
T-0	87,5 ^a	7,3	83,3 ^a	4,7
T-1	97,4 ^a	4,9	84,5 ^a	4,3
T-2	94,5 ^a	5,2	82,6 ^a	4,5
	F:0,64 α:0,53		F: 0,02 α: 0,98	

En la cosecha del 2.001, el número de piñones totales por piña, en el caso de la zona de podas y clareos simultáneos, no ha resultado influenciado por la intensidad de poda (Gráfico 32). Este resultado concuerda con el obtenido en la zona de podas.

En la cosecha de 2.002, no se aprecia la influencia de la intensidad de poda sobre el número de piñones (Tabla 32).

Luego: no se observa una correlación entre la intensidad de las podas y el nº de piñones/piña.

GRÁFICO 32: Nº DE PIÑONES/PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO



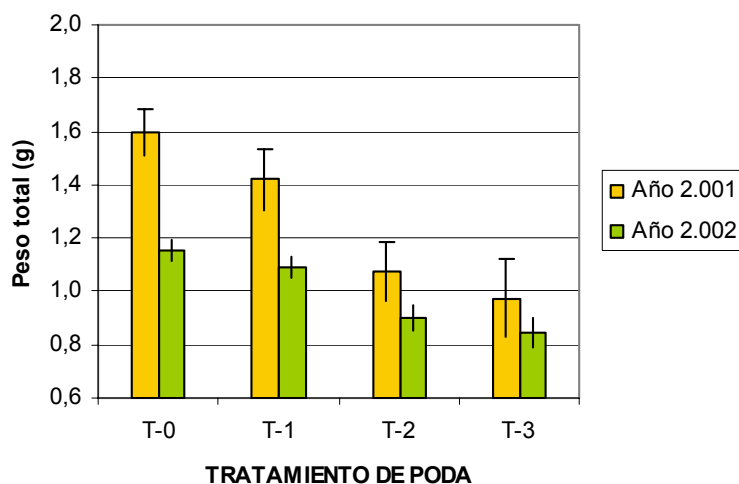
2.5.2. PESO (g) DE PIÑONES TOTALES POR PIÑA

A continuación, se analiza la influencia de los diferentes grados de poda en el **peso total de piñones** obtenidos de cada piña.

A) Zona de podas

En la zona de podas la intensidad de poda influye significativamente en el peso de los piñones, tanto para la cosecha de 2.001 como para la de 2.002 (F: 21,23, α :0,01; F:19,45, α : 0,01, respectivamente) (Gráfico 33).

GRÁFICO 33: PESO TOTAL DE LOS PIÑONES POR PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA



B) Zona de podas y clareos simultáneos

En el caso de la zona de podas y clareos simultáneos, el peso total de piñones no se ha visto influenciado por las diferentes intensidades de poda (Tabla 13).

TABLA 14. PESO TOTAL DE LOS PIÑONES POR PIÑA PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO

TRATAMIENTO	COSECHA 2.001		COSECHA 2.002	
	Media 01	Error típ.	Media 02	Error típ.
T-0	1,7 ^a	0,2	1,3 ^a	0,1
T-1	1,4 ^a	0,1	1,2 ^a	0,1
T-2	1,3 ^a	0,1	1,2 ^a	0,1
	F:1,58 α:0,22		F: 0,34 α: 0,71	

En la zona de podas las diferencias son más aparentes que en la zona de podas y clareos simultáneos. Esto se puede deber a que, en este caso, la pérdida de vigor que ocasionan las podas se encuentra compensada por la ejecución de clareos. Éstos provocan una disminución de la competencia (por agua y nutrientes) al eliminar sumideros de recursos limitantes.

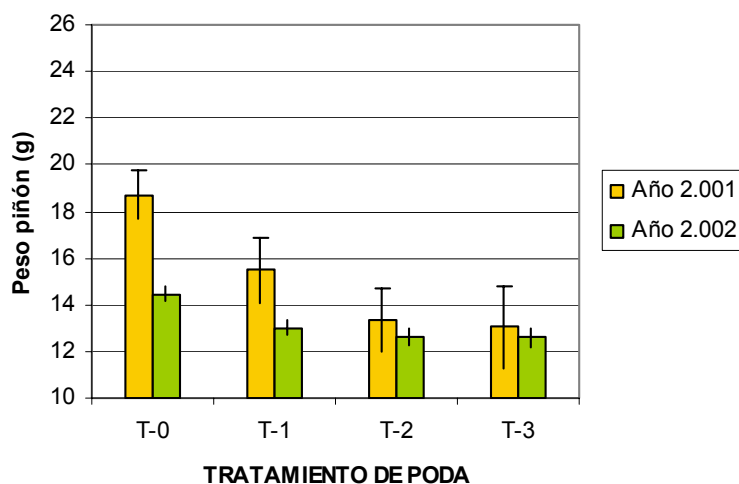
2.5.3. PESO UNITARIO (mg) POR PIÑÓN

A) Zona de podas

El peso unitario por piñón se encuentra influenciado por el tratamiento de poda, tal y como demuestran los valores medios y análisis de cada intensidad de poda (F: 4,56 α : 0,00; F: 7,46 α : 0,00, respectivamente para ambas cosechas) (Gráfico 34).

Según estos resultados, incluso para el tratamiento de poda más ligero (T-1) se produce una disminución importante del peso del piñón.

GRÁFICO 34: PESO DEL PIÑÓN PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA



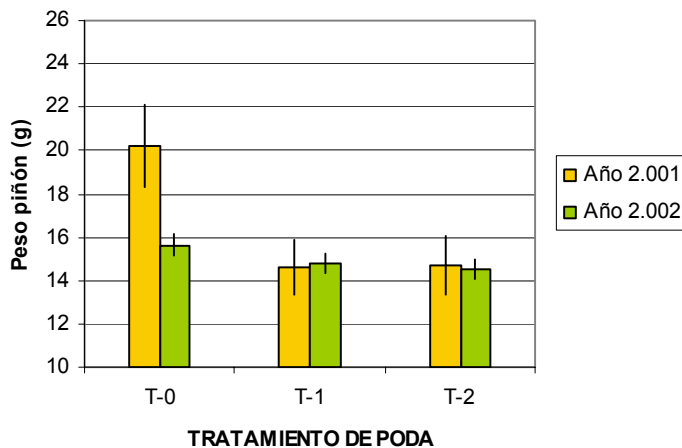
La disminución del peso, ocasionada por la poda, conlleva un descenso de las reservas del piñón. Esto restringe la probabilidad de germinación de las semillas procedentes de árboles podados.

El peso del piñón disminuye con la intensidad de la poda

B) Zona de podas y clareos simultáneos

Aquí no se aprecian diferencias significativas en el peso del piñón entre tratamientos de poda. En este caso, el estrés de la poda ha podido ser compensado por los clareos de la masa.

GRÁFICO 35: PESO DEL PIÑÓN PARA LA COSECHA DE 2.001 Y 2.002. ZONA PODA Y CLAREO



2.6. ESTUDIO DE GERMINACIÓN DE LOS PIÑONES.

Se estudia el **T-50** (días necesarios para que germinen el 50% de las semillas), el **TMG** (tiempo medio de germinación, en días), y el **porcentaje de germinación** de cada tratamiento de poda, de la zona de podas y de la zona de podas y clareos simultáneos.

2.6.1. ANÁLISIS DE T- 50 (DIAS)

Se aprecia en la Tabla 14 que los tratamientos de mayor intensidad de poda son los que mayor tiempo precisan para que germinen el 50% de las semillas.

TABLA 15. ANÁLISIS DE T-50 (DIAS), SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN

TRATAMIENTO	PODA		PODA Y CLAREO	
	Media	Error típ.	Media	Error típ.
T-0	13,0 ^a	0,3	10,8 ^a	0,4
T-1	13,2 ^{a,b}	0,3	13,4 ^b	0,4
T-2	14,5 ^b	0,3	14,1 ^b	0,4
T-3	14,4 ^b	0,3		
	F: 5,09 α : 0,01		F: 16,96 α : 0,00	

Cuanto mayor es la intensidad de poda el T-50 (días) es mayor, para la zona de podas, y para la de podas y clareos combinados.

2.6.2. ANÁLISIS DEL TIEMPO MEDIO DE GERMINACIÓN (DIAS)

Con el tiempo medio de germinación de cada tratamiento de poda sucede el mismo efecto (Tabla 15) que en el parámetro T-50. Son parámetros estrechamente correlacionados, y por ello deben expresar la misma tendencia.

TABLA 16. ANÁLISIS DEL TMG (DIAS) SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN

TRATAMIENTO	PODA		PODA Y CLAREO	
	Media	Error típ.	Media	Error típ.
T-0	15,5 ^a	0,2	13,4 ^a	0,3
T-1	15,7 ^{a,b}	0,2	15,6 ^b	0,3
T-2	16,4 ^{b,c}	0,2	15,9 ^b	0,3
T-3	16,6 ^c	0,2		
		F: 6,38 α: 0,00	F: 28,27 α: 0,00	

Tanto en la zona de podas como en la zona de podas y clareos, a mayor intensidad de poda se incrementa el tiempo medio de germinación (en días).

2.6.3. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

En cuanto al porcentaje de germinación, no se aprecian diferencias (Tabla 16) entre los tratamientos de poda de la zona de podas y de podas con clareos simultáneos.

TABLA 17. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN SEGÚN INTENSIDAD DE PODA Y TIPO DE ACTUACIÓN

TRATAMIENTO	PODA		PODA Y CLAREO	
	Media	Error típ.	Media	Error típ.
T-0	93,3 ^a	1,2	90,7 ^a	1,6
T-1	94,0 ^a	1,2	90,7 ^a	1,6
T-2	93,0 ^a	1,2	92,3 ^a	1,6
T-3	93,0 ^a	1,2		
		F: 0,14 α: 0,93	F: 0,36 α: 0,70	

En condiciones ideales de laboratorio el porcentaje de germinación ha sido semejante, lo que no significa que en condiciones naturales de campo suceda lo mismo. Debido a que la velocidad de germinación es menor en las semillas procedentes de las mayores intensidades de poda (T-50 y TMG), éstas puede que tengan menos probabilidad de germinar debido a diversos factores ambientales.

3. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se han obtenido del estudio sobre la **influencia de las podas, y las podas con klareos en la fructificación de los árboles** son las siguientes:

1. En la zona de podas, los tratamientos de poda más severos originan fructificaciones menores en número de piñas de los árboles. El tratamiento de mayor fructificación ha sido el testigo (T-0).

Los klareos producen un incremento en la fructificación de los pinos podados, independientemente de la intensidad de poda.

2. En la zona de podas se obtienen los siguientes resultados respecto de las piñas:

- La longitud, diámetro y peso de la piña de las cosechas posteriores a realizarse la poda, se encuentra condicionada por el tratamiento de poda que se ha sometido el árbol.
- A mayor intensidad de poda, se producen piñas con longitudes más reducidas.
- Incluso las podas más ligeras (T-1), producen una reducción del tamaño de la piña.
- Estos resultados pueden tener consecuencias negativas sobre la germinación de la semilla en la naturaleza.
- En el caso de podas combinadas con klareos esas diferencias no son significativas, quizás la disminución de la competencia con el klareo compense el estrés de la poda.

3. En la zona de podas el peso total de piñones/piña y el peso unitario del piñón se ven influenciados por las podas, disminuyendo significativamente esos pesos al aumentar la intensidad de la poda. En el caso de podas combinadas con klareos esas diferencias no son significativas.

4. Según los resultados de germinación, tanto en la zona de podas como en la zona de podas y klareos:

- A mayor intensidad de poda mayor tiempo se precisa para que germinen el 50% de las semillas.
- Con mayor intensidad de poda se incrementa el tiempo medio de germinación.

- En cuanto al porcentaje de germinación, no se aprecian diferencias entre los tratamientos de poda; no obstante, el porcentaje de germinación ha sido muy alto, para todos los tratamientos.
- Que la velocidad de germinación de los piñones sea menor cuanto más intensa sea la poda puede tener consecuencias negativas por riesgos ambientales: desecación, heladas, depredación, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- CATALÁN BACHILLER, G. 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ERICSSON, A., HELLQVIST, C., LANGSTRÖM, B. LARSSON, S. AND TENOW, O. 1985. Effects on growth of simulated and induced shoot pruning by *Tomicus piniperda* as related to carbohydrate and nitrogen dynamics in Scots pine. *J. Appl. Ecol.*,22:105-124.
- HELMERS, AUSTIN E. 1946. Effect of pruning on growth of Western White Pine (*Pinus monticola*). *J. For.*44: 673.
- HERRANZ, J.M. 2000. Aspectos botánicos y ecológicos del pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.).Actas de la Reunión sobre Selvicultura del Pino carrasco. Sociedad Española de las Ciencias Forestales 10:13-17.
- HONKANEN, T; HAUKIOJA, E. AND KITUNEN , V. 1999. Responses of *Pinus Sylvestris* branches to simulated herbivory are modified by tree sink/source dynamics and by external resources. *Functional Ecology* 13:126-140.
- LANGSTRÖM, B. AND HELLQVIST. 1991. Effects of different pruning regimes on growth and sapwood area of Scots pine. *For. Ecol. Manage.*44:239-254.
- LANGSTRÖM, B., O. TENOW, A. ERICSSON, C. HELLQVIST AND S. LARSSON. 1990. Effects of shoot pruning on stem growth, needle biomass, and dynamics of carbohydrates and nitrogen in Scots pine as related to season and tree age. *Can. J. For. Res.*20:514-523.
- MARGOLIS, H.A., GAGNON, R.R., POTHIER, D. AND PINEAU, M. 1988. The adjustment of growth, sapwood area, heartwood area, and sapwood saturated permeability of balsam fir after different intensities of pruning. *Can. J. For. Res.* 18:723-727.
- MILLER, H.G. 1986. Carbon x nutrient interactions-the limitations to productivity. *Tree physiol.* 2 :373-385.
- MONTERO, G; CANDELA, J.A.; PAVON, J Y GUTIERREZ, M. Primeros resultados de una experiencia de podas en plantaciones de *Pinus pinea* L. *Revista Montes* 55: 52-56.
- NAHAL, I. 1962. Le pin d'Alep. *Ann. Sc. Eaux at forêts, Nancy*, XIX, 4.
- NUORTEVA, H. AND KURTELA, T. 1993. Effects of crown reduction on the needle nutrient status of Scleroderis-canker-diseased and green-pruned Scots pine. *Can. J. For. Res.* 23:1169-1178.
- PROE, M.F.; MEAD, D.J. AND BYRNE, D. 2000. Effect of pruning on nitrogen dynamics within crowns of *Pinus radiata*. *Tree Physiology.* 20: 653-661.
- QUÉZEL, P. 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen, In: Bordas (ed) *Pesson Actualités d'Ecologie Forestière*, Paris, pp. 205-256.
- QUÉZEL, P. 1986. The forest vegetation of Turkey. *Proceedings of the Royal Society, Edinburgh*, 89B:113-122.
- QUÉZEL, P. 2000. Taxonomy and biogeography of mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *P. brutia*). *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, pp:1-12.

RIVAS- MARTÍNEZ, S. 1987. Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.

SHINOZAKI, K., YODA, K., HOZUMI, K., AND KIRA, T. 1964. A quantitative analysis of plant form from the pipe model theory I. Basic analysis. *Jpn. J. Ecol.* 14:97-105.

SUTTON, W.R.J. AND CROWE, J.B. 1975. Selective pruning of radiata pine. *N.Z.J. For. Sci.* 5:171-195

SWEET, G.B. AND WAREING, P.F. 1966. Role of plant growth in regulating photosynthesis. *Nature.* 210:77-79.

UOTILA, A. AND MUSTONEN, S. 1994. The effect of Different levels of green Pruning on the diameter Growth of *Pinus sylvestris* L. *Scand. J. For. Res.* 9:226-232.

VUOKILA, Y. 1968. Pruning and increment. *Commun. Inst. for. Feb.* 66:1-16. (In Finnish with English summary).

