



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-190

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

CLAREO CON SELECCIÓN DE ÁRBOLES DE PORVENIR SOBRE REGENERADO POST-INCENDIO DE ELEVADA DENSIDAD DE PINO CARRASCO EN EL PARQUE REGIONAL DEL SURESTE (MADRID)

CEBALLOS ESCALERA Y FERNÁNDEZ, J.M.¹, BRAVO-FERNÁNDEZ, J.A.², ORDUÑA, B.², VALDEZATE, C.¹, LÓPEZ, P.¹, ROIG GÓMEZ, S.², SERRADA HIERRO, R.³

¹ Dirección General de Medio Ambiente (Comunidad de Madrid).

² ECOGESFOR. Grupo de Investigación de Ecología y Gestión Forestal Sostenible. MONTES. ETSI Montes, Forestal y del Sociedad Española de Ciencias Forestales Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid.

³ Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Resumen

Se presenta una experiencia sobre una masa de pino carrasco de 10 años de edad y elevada densidad (más de 10.000 pies/ha) en estado de monte bravo a bajo latizal, originada tras un incendio ocurrido en una repoblación (monte “Casa Eulogio”; Rivas-Vaciamadrid, Madrid). Se seleccionaron 400 pies/ha de porvenir, apeándose todos los pies vecinos en un radio de 1 ó 2 m para favorecer su desarrollo. Todo ello, en un contexto de restricciones económicas que obliga a buscar fórmulas que optimicen el presupuesto y en el marco de un espacio protegido con un intenso uso social. No se realiza clareo sobre el resto de la masa. Tres años después se inventarían y comparan pies de porvenir de parcelas tratadas y no tratadas (control) en relación con las siguientes variables: diámetros normales, diámetros de copa, alturas, distancia a copas más próximas, producción de piña (número por pie), presencia de bolsones de procesionaria y de daños por conejo en la base del fuste. Se comprueba que el clareo en 2 m de radio provoca respuestas significativamente mayores en diámetro normal, diámetro de copa, altura y número de piñas, siendo inapreciable la respuesta cuando el radio es de 1 m.

Palabras clave

Pinus halepensis, clareos y claras por lo alto, crecimiento.

1. Introducción

Las masas de *Pinus halepensis* Mill. ocupan en España una gran superficie, ya sean de origen natural o artificial (más de 800.000 ha y más de 500.000 ha respectivamente, según GIL et al., 1996 y MONTERO, 1999; ambos en DEL RÍO et al., 2008). A pesar de ello, tanto la silvicultura aplicada sobre dichas masas como los estudios científicos relacionados son relativamente escasos, lo que resulta más evidente si se compara con la información generada al respecto para otras especies del mismo género.

La revisión más completa y reciente en castellano sobre la silvicultura del pino carrasco, sus tipologías, revisión de modelos existentes... se encuentra sin duda en DEL RÍO et al. (2008). También se destaca, como impulso relativamente reciente para recopilar experiencias sobre la especie, la reunión del Grupo de Trabajo de Silvicultura de la S.E.C.F., que tuvo lugar en Albacete en el año 2000 bajo el título de “La silvicultura del pino carrasco” (el enlace a todas las comunicaciones se presenta en el apartado de Bibliografía).

En relación con la aplicación de tratamientos de mejora, contexto en el que se encuadra el presente trabajo, en general se entiende que las intervenciones por lo bajo tienen como efectos principales mejorar el estado sanitario de la masa y reducir la mortalidad futura, mientras que las intervenciones por lo alto, que disminuyen la competencia en mayor medida para el mismo peso, no contribuyen demasiado a mejorar el estado sanitario al no extraer los pies más débiles sino que buscan acelerar el crecimiento de los pies que formarán el aprovechamiento final (SERRADA, 2008). En consecuencia, las claras altas se suelen asociar a situaciones con producción preferente de madera y silvicultura con tendencia a intensiva (SERRADA, 2008).

Por ello, la silvicultura de mejora de pino carrasco se suele vincular a la ejecución de claras bajas. Sin embargo, autores como GONZÁLEZ MOLINA (2000) citan el uso cada vez más extendido de claras altas en Centroeuropa para prácticamente todas las especies, asociadas tanto a funciones preferentemente productivas como de paisaje, recreo o protección. DEL RÍO et al. (2008) citan las recomendaciones de la Office Nacional des Fôrests en relación con la aplicación de claros sobre masas jóvenes de pino carrasco, con selección de pies de porvenir. Los mismos autores proponen claras por lo alto con selección de pies de porvenir sobre masas de carrasco situadas en las mejores calidades de estación. En los últimos años se han publicado algunas experiencias al respecto en nuestro medio, que serán utilizadas a lo largo de este texto.

En cualquier caso, parecen necesarias más experiencias en relación con la respuesta de los pinares de carrasco ante intervenciones de mejora por lo alto. Con este trabajo pretendemos contribuir a aumentar el conocimiento en este sentido.

2. Objetivos

Como objetivo general se plantea analizar la respuesta de un regenerado post-incendio de 10 años de edad de pino carrasco ante la aplicación de claros por lo alto, ensayando intervenciones de distinto peso (radios de 1 y 2 m en torno a los pies de porvenir, con eliminación de todos los pies presentes).

Como objetivos concretos se busca la respuesta de los pies de porvenir en relación con las siguientes variables: diámetro normal, diámetro de copa, altura del pie, número de piñas aparecidas tras el tratamiento, distancia a las copas más próximas. Además, se analizará si el mayor aislamiento de dichos pies provoca un aumento en el número de bolsones de procesionaria y de daños provocados por conejo (muy abundantes en el monte).

3. Metodología

3.1 Breve descripción del monte

Los trabajos se han desarrollado en el monte “Casa Eulogio”, de titularidad privada y consorciado con la Comunidad de Madrid. Pertenece al término municipal de Rivas-Vaciamadrid (Madrid), y por tanto se encuentra en el sureste de la Comunidad de Madrid, dentro de la Comarca Forestal nº 8. La superficie total del monte es de 403,3 ha (superficie forestal; 385,4 ha; superficie inforestal: 5,8 ha; superficie agrícola: 12,1 ha).

Queda incluido dentro de la Hoja número 582 del Mapa topográfico nacional MTN50. En la Tabla 1 se muestran las coordenadas UTM de los puntos extremos del monte (N, S, E y O).

Tabla 1. Coordenadas UTM de los puntos extremos del monte “Casa Eulogio”. Datum WGS84.

Límites	X	Y	Huso
Norte	453462	4463772	30
Sur	452275	4460443	Zona T
Este	454129	4462085	ED 50
Oeste	452060	4462024	

Está afectado por las siguientes figuras de protección: “Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama” (coloquialmente conocido como Parque del Sureste); LIC “Vegas, cuevas y páramos del Sureste de Madrid”; y ZEPa “Cortados y cantiles de

los ríos Jarama y Manzanares”. En consecuencia, los objetivos ambientales son prioritarios, con especial incidencia en la preservación y fomento de la biodiversidad.

El monte se sitúa fundamentalmente sobre materiales terciarios y cuaternarios de la zona centro occidental de la cuenca del Tajo (yeso tableado, yeso masivo, arcilla y marga yesífera), cuya característica geológica más relevante es su disimetría, con largas y escarpadas vertientes y un amplio desarrollo de terrazas. Los suelos dominantes son leptosoles, según clasificación FAO; por tanto, se trata de suelos de poco espesor y poco evolucionados, sobre roca dura o cementada.

Presenta suaves ondulaciones, con un rango de cotas que varía entre 520 y 650 m s.n.m. En la Tabla 2 se presenta un resumen de variables climáticas. Según la clasificación fitoclimática de ALLUÉ (1990), se trata de un clima mediterráneo subnemorales en variante más fresca con alternancias de clima nemoromediterráneo genuino en su versión menos húmeda. Esta clasificación se asocia a bosques planiperennifolios esclerófilos de tipo medio mediterráneo con potencial arbóreo hacia planicaducifolia meseteña y fisonomía de duriliginosa de *Quercus ilex rotundifolia*, con tendencia en condiciones de bosque climax a la serie *Bupleuru rigidi-Quercetum rotundifoliae sigmetum*.

Tabla 2. Resumen de variable climáticas del monte “Casa Eulogio”

Temperaturas		Precipitaciones	
Temperatura media anual	14,5 °C	Invierno	90 mm
Mes más frío	Enero 5,7 °C	Primavera	111 mm
Media de las mínimas	1 °C	Verano	50 mm
Mes más cálido	Julio 25,2 °C	Otoño	137 mm
Media de las máximas	32,7 °C	Total	388 mm

En cuanto a vegetación actual, destaca la presencia de una repoblación de pino carrasco (ver epígrafe 3.2) y de esparto realizadas a mediados del siglo pasado. Además hay abundantes especies ligadas a sustratos margosos yesíferos. Aparecen dos de los hábitats incluidos en la Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de hábitats naturales (el asterisco indica que se trata de un tipo de hábitat prioritario): 1520* “Vegetación gipsícola ibérica (*Gypsophiletalia*), y 6220* “Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*.”

En los últimos años se ha llevado a cabo el seguimiento de la población de procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.); se han encontrado niveles de infestación en varios años, habiéndose procedido en 2000 a realizar un tratamiento aéreo contra esta plaga ante los niveles tan elevados.

El riesgo de incendios es elevado. En los últimos años se han producido dos destacables: el más grave se produjo en junio de 2003 y afectó a 210 ha, ardiendo otras 7,7 ha en julio de 2004.

Se destaca la presencia de una abundante población de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.), que tiene un elevado valor por servir de alimento a numerosas especies de rapaces diurnas y nocturnas, y que como efecto negativo provoca numerosos daños por mordisqueo en la base del arbolado de pequeñas dimensiones, especialmente en los años secos.

3.2. Origen y descripción de la masa



El monte “Casa Eulogio” fue consorciado en 1956. Entre 1961 y 1966 se repoblaron aproximadamente 300 ha con *Pinus halepensis* y *Stipa tenacissima* L. Dado que en la Comarca Forestal nº 8 de la Comunidad de Madrid hay muy pocos montes arbolados, estas repoblaciones de pino carrasco han sido fundamentales para el incremento poblacional de ciertas especies ligadas a este tipo de ecosistemas, en concreto de las rapaces forestales. La masa objeto de estudio en este trabajo procede de la regeneración natural de pino carrasco tras el incendio ocurrido en verano de 2003 (ver epígrafe 3.1).

En el momento en el que se realizaron los tratamientos selvícolas estudiados (ver epígrafe 3.3), nos encontramos con una masa regular, monoespecífica, de 10 años de edad, con elevada densidad (valores medios de 10.000-15.000 pies/ha, siendo frecuente encontrar más de 10 pies por metro cuadrado), en estado de monte bravo a bajo latizal. Esta situación de gran competencia por el espacio, la luz y el agua, provoca que los pies crezcan menos de lo que permitiría la estación en diámetro y copa, y que una buena parte de los pies vayan progresivamente quedando dominados y con escaso vigor, lo que aumenta el riesgo de daños por plagas y enfermedades; el modelo de combustible es extremadamente peligroso dada la continuidad horizontal y vertical de combustible fino, si bien en las primeras fases de desarrollo de la masa regular es difícil que esto no ocurra; y el riesgo de derribo por viento es grande, dada la elevada esbeltez de un buen número de pies.

En cuanto a la repoblación incendiada, de 40 años de edad en el momento del fuego, no se dispone de datos de inventario. No se tiene información sobre el origen del material forestal de reproducción empleado ni sobre el diseño y ejecución de la repoblación, aunque en algunas zonas parece que se aplicó acaballonado simple de tracción animal. En cualquier caso, tras el incendio se ha regenerado de manera natural y con completo éxito.

3.3. Tratamientos selvícolas realizados y diseño del experimento

En diciembre de 2013 se realizó un tratamiento selvícola de mejora sobre la masa regenerada tras el incendio de 2003. El tratamiento consistió en la ejecución de clareos con selección de árboles de porvenir. Para ello se seleccionaron aproximadamente 400 pies/ha como pies de porvenir (distribuidos a marco real aproximadamente cada cinco metros), cortando todos los pies en su entorno en la superficie circular definida por 1 m de radio, y no actuando sobre el resto de la masa. Los pies se seleccionaron intentando que cumplieran simultáneamente los siguientes criterios:

- en cuanto a distribución espacial: que quedaran uniformemente repartidos, respetando aproximadamente el marco indicado.
- en cuanto a estado de desarrollo: que se manifestaran como los más vigorosos y dominantes en la medida de lo posible (dado que en general aún no se habían diferenciado demasiado unos pies de otros) en relación con los pies de su entorno inmediato.
- en cuanto a su tamaño y morfología (en parte relacionado con el criterio anterior): que presentaran diámetros y alturas superiores a los pies de su entorno inmediato, y fustes lo más rectos posibles y no bifurcados.

Los clareos se ejecutaron en un total de 22 ha. El coste, de aproximadamente 1.130 €/ha IVA incluido, fue financiado en su totalidad por La Caixa en el marco de un convenio firmado entre dicha entidad y la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

Los restos fueron troceados y acumulados en torno a la base de los pies de porvenir para prevenir daños por mordeduras de conejos, apreciables en un porcentaje elevado de pies.

Con el objetivo de contrastar la respuesta de los pies de porvenir a dicho tratamiento, pero para probar también clareos similares aplicados en una superficie mayor en torno a cada pie, simultáneamente a la ejecución de este tratamiento se procedió a realizar las siguientes tareas (ya exclusivamente ligadas a este ensayo, y no a la aplicación de los trabajos selvícolas con objetivo de gestión explicados en los párrafos precedentes):

- replanteo de una parcela de aproximadamente 40 x 40 m en una zona no tratada, que sirviera como **control**.
- replanteo de una parcela del mismo tamaño y contigua a la anterior, en la que se aplicó el tratamiento descrito (400 pies de porvenir/ha, **clareo** en círculo de **1 m de radio** alrededor).
- replanteo de una parcela del mismo tamaño y contigua a las anteriores, en la que se seleccionó el mismo número de pies de porvenir (400 pies/ha) pero en torno a los cuales se realizó un **clareo** que supuso la eliminación de todos los pies en un círculo de **2 m de radio**.

Este dispositivo (tres parcelas contiguas: control + clareo en 1 m de radio + clareo en 2 m de radio) se repitió tres veces en total, generándose así tres bloques, cuya disposición queda reflejada en la Figura 1. Los bloques 1 y 2 se sitúan entre sí a una distancia de unos 250 m, y los bloques 2 y 3 se encuentran aún más cerca, a unos 100 m. Como se observa en la Tabla 3, dichos bloques son muy similares en cuanto a sus características fisiográficas; también lo son en características edáficas y, obviamente dada la cercanía, climáticas. Dado que nuestra hipótesis de partida no contempla ninguna diferencia entre los bloques que controlemos en el diseño del ensayo, en principio consideramos que simplemente nos permite disponer de repeticiones. En definitiva, el dispositivo experimental consta de tres tratamientos con tres repeticiones, contando pues con un total de nueve parcelas. En el momento de ejecutar el tratamiento todos los pies de porvenir del interior de las nueve parcelas fueron identificados unívocamente mediante la colocación de etiquetas numeradas.

Quizás convenga aclarar una cuestión terminológica en relación con la clasificación de los tratamientos de mejora (SERRADA, 2008): ¿por qué se habla de clareo y no de clara, cuando la masa sobre la que se aplicó el tratamiento ya presentaba poda natural y por tanto ya se podía clasificar como bajo latizal? La razón que en el momento de realizar el tratamiento aún no se había manifestado realmente la diferenciación sociológica de los pies, por lo que se prefiere la denominación de *clareo*.

Tabla 3. Resumen de las características de los bloques

Bloque	UTM X (*)	UTM Y (*)	Cota aprox. (m)	Orientación	Pendiente (%)
1	453.350	4.462.280	580-590	NE	16
2	453.220	4.462.050	610-620	E	13
3	453.220	4.461.890	610-640	NE	16

(*): Datum ETRS89, coordenada media de cada bloque

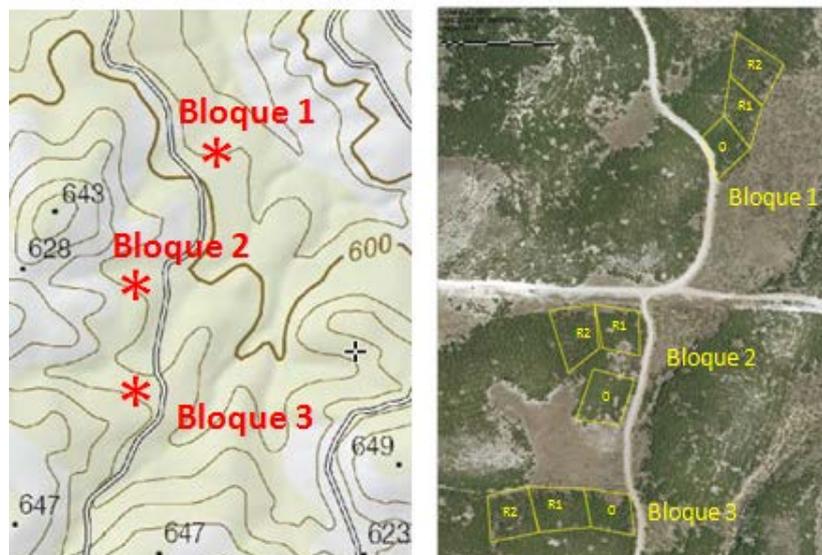


Figura 1. Croquis de situación de los bloques.

O: control. R1: clareo en círculos de 1 m de radio. R2: claro en círculos de 2 m de radio (en torno a los pies de porvenir)

Fuente: PENOA. IGN

3.4. Origen de los datos. Inventario

En noviembre-diciembre de 2016, es decir, una vez transcurrido tres periodos vegetativos tras los clareos, se realizó la toma de datos en campo. Sobre cada uno de los pies de porvenir etiquetados en las nueve parcelas se recogió la siguiente información:

- Diámetro normal (cm): anotando dos medidas perpendiculares para obtener la media; se señaló el lugar de medición con pintura para futuras mediciones. Herramienta: forcípula de brazo móvil, con precisión de 0,5 cm.
- Diámetro de copa (cm): anotando dos medidas perpendiculares para obtener la media, siendo una de ellas la máxima para poder controlar posibles asimetrías de copa. Herramienta: cinta métrica, con precisión de 1 cm.
- Distancia mínima de la copa a las copas de los pies más próximos (cm), para controlar la situación en relación con el nuevo cierre de copas. Herramienta: cinta métrica, con precisión de 1 cm.
- Altura total (m). Herramienta: pértiga telescópica, con precisión de 5 cm.
- Altura del inicio de la copa viva (m). Herramienta: cinta métrica, con precisión de 1 cm. Esta variable no se utilizó posteriormente por comprobar en campo que parte de los pies de porvenir habían sido podados simultáneamente a la ejecución de los clareos, no pudiendo estar seguros de si dichas podas habían afectado o no a ramas vivas.
- Número de piñas maduras en otoño de 2015 y de 2016 (anotadas por separado). El pino carrasco florece de marzo a mayo, y las piñas maduran al final del verano del segundo año (LÓPEZ, 1982). Dado que los clareos se realizaron a finales de 2013, de esta manera se pretende controlar si la producción de piña posterior a los tratamientos se ha visto afectada por los mismos. Además, se anotaron por separado las abiertas y cerradas, con el objetivo de analizar si los clareos habían afectado al número de conos serotinos. Dicha variable no se utilizó posteriormente porque en los días previos a los inventarios de campo hubo abundantes lluvias, de modo que se consideró difícil distinguir las posibles piñas cerradas de aquellas que se hubieran abierto pero vuelto a cerrar tras mojarse.
- Daños por conejo (presencia o ausencia) en la base de los fustes de los pies. También se distinguió si los daños eran o no recientes, para poder analizar la influencia de los tratamientos.
- Número de bolsones de procesionaria.
- Presencia de daños por perforadores.

- Radio real de aplicación del clareo, cuando se detecte una diferencia de $\pm 0,5$ m con respecto al radio teórico (1 o 2 m) que debería haberse empleado.
- Pie parcialmente en raso: antes de realizar el inventario se observó que un número apreciable de pies presentaban pequeños rasos en su entorno de manera natural (no provocados por los clareos); esta circunstancia se anotó aunque dichos rasos fueran de unos pocos metros cuadrados por considerar que su presencia habrá afectado al desarrollo de los pies desde su nacimiento, desvirtuando por tanto el hecho de que dichos pies pertenezcan a la parcela control o a cualquiera de los dos clareos aplicados.

Todas las anteriores han sido utilizadas como variables dependientes salvo el hecho de que los pies estuvieran parcialmente en raso y el radio real de aplicación del clareo, que han servido para filtrar los datos.

3.5. Filtrado de datos. Análisis estadístico

El número de datos original (número de pies medidos por combinación de *Tratamiento* y *Bloque*) se muestra en la Tabla 4-a. Como se puede apreciar, frente a los teóricos 64 pies de porvenir por parcela de 40 x 40 m (recordemos que distribuidos según marco real aproximado de 5 m) se han producido algunas desviaciones importantes en varios casos. La explicación es doble: por un lado se debe a que el marco en ocasiones se ha aumentado o reducido, al haberse hecho de modo aproximado y sin medir con herramienta alguna; por otro, y ésta es la explicación más importante, las parcelas (también replanteadas en su momento de modo aproximado) a menudo presentan tamaños y formas distintas de las previstas (ver Figura 1). A su vez estos tamaños muestrales han tenido que ser corregidos por dos motivos: se han eliminado los pies afectados total o parcialmente por rasos en su entorno (ver apartado 3.4; presencia en casi todas las parcelas); se han eliminado todos los pies situados en unas pequeñas superficies (16 pies en la parcela *Bloque 1 + Tratamiento R1*; 4 pies en la parcela *Bloque 3 + Tratamiento R2*), de edad y desarrollo manifiestamente menor que el resto (desconocemos la razón del retraso de estos pequeños golpes de regeneración). Tras comprobar que los pies vinculados a ambas situaciones presentan unas dimensiones claramente distintas a las del resto de sus parcelas (mayores en el primer caso, menores en el segundo), se ha decidido eliminarlos del análisis. Los tamaños muestrales definitivos aparecen en la Tabla 4-b. A pesar de la reducción en el número de datos, se cumplen los tamaños mínimos necesarios en MANOVA para el número de factores y variables dependientes (HAIR et al., 2000).

Tabla 4. Tamaños muestrales originales (a) y definitivos una vez filtrados los datos (b).

Bloque/Tratamiento	0	1	2	Todos	Bloque/Tratamiento	0	1	2	Todos
1	39	77	75	191	1	33	59	72	164
2	46	64	59	169	2	43	46	59	148
3	55	80	57	192	3	46	69	44	159
Todos	140	221	191	552	Todos	122	174	175	471

a)

b)

Tratamiento (0: control; 1: clareo en radio de 1 m; 2: clareo en radio de 2 m).

Se han elaborado diagramas de cajas para cada variable dependiente (índice de espesura o de diversidad estructural). Para analizar la relación entre el grupo de variables dependientes (ver apartado 3.4) y los factores no métricos (*Tratamiento* y *Bloque*) se ha empleado la técnica de análisis multivariante de la varianza (MANOVA) en lugar de un ANOVA por variable para evitar el incremento del porcentaje de error Tipo I y permitir el análisis de la posible respuesta conjunta. El *Tratamiento* se ha identificado como factor fijo de naturaleza categórica ordinal, con tres niveles: 0 (control), R1 (clareo en radio de 1 m), R2 (clareo en radio de 2 m). El *Bloque* se ha tratado como factor aleatorio de naturaleza categórica nominal, con tres niveles: bloques 1, 2 y 3. Las

variables dependientes métricas introducidas en el MANOVA han sido: las variables morfológicas de cada pie, el número de piñas total (se han agrupado las maduras en 2015 y 2016 para simplificar el análisis), la distancia a las copas más próximas, y el número de bolsones. Se parte de la hipótesis, basada en la respuesta a clareos o claras presentada en la literatura científica para diversas especies, de que el “efecto tamaño” (la magnitud real del efecto del tratamiento sobre las variables dependientes) es al menos mediano; la combinación de este “efecto tamaño”, los tamaños muestrales disponibles, el número de variables dependientes analizadas y el número de niveles por factor permiten suponer suficiente potencia para MANOVA (HAIR et al., 2000). En el modelo se han analizado los efectos principales de los factores y sus interacciones. Se ha especificado 0,05 como porcentaje de error Tipo I. Para el análisis de los supuestos básicos de MANOVA: se han revisado la independencia de las observaciones, los datos atípicos, la normalidad univariante de cada variable dependiente y la homogeneidad de la varianza de las variables dependientes entre los niveles de los factores (mediante análisis gráfico de residuos), encontrando que eran aceptables. Cuando se han detectado diferencias significativas para alguna variable, para saber entre qué niveles del factor se establecen dichas diferencias se ha empleado el método post hoc de Scheffé (también con $\alpha=0,05$), por ser especialmente prudente en relación al error tipo I (STEVENS, 1972) y no requerir tamaños muestrales iguales entre grupos (FERRÁN, 1996). Los análisis se han llevado a cabo con el programa SPSS 15.0.

La presencia de daños por mordisqueo de conejos, variable no métrica, se ha analizado únicamente calculando valores relativos de los casos encontrados en cada combinación de factores. No se ha analizado la variable “Presencia de daños por perforadores” por no haberse encontrado ningún pie afectado.

4. Resultados

No se ha detectado ningún caso de radio de clareo con desviación de $\pm 0,5$ m con respecto al teórico, lo que indica que en este sentido los trabajos se hicieron adecuadamente. Tampoco se han observado daños por perforadores en ninguno de los pies de porvenir, riesgo que había que tener en cuenta al haber dejado restos leñosos en la base de los mismos (para prevenir daños por conejos); por tanto, dicha variable no se analiza.

El 86,1 % de los pies medidos presentaba patentes daños por mordisqueo en la base de los fustes; no se detecta influencia aparente en función del bloque ni del tratamiento (Tabla 5). No se encontró ningún pie con daños recientes en ninguna de las parcelas.

Tabla 5. Porcentaje de pies con daños por mordisqueo de conejo en la base.

Bloque/Tratamiento	0	1	2	Todos
1	81,8	93,1	82,2	85,7
2	95,3	95,7	84,7	91,9
3	84,8	75,4	81,8	80,7
Todos	87,3	88,0	82,9	86,1

Tratamiento (0: control; 1: clareo en radio de 1 m; 2: clareo en radio de 2 m).

En cuanto al resto de variables, por limitación de espacio en general solo se presentarán los resultados directamente relacionados con el efecto del factor *Tratamiento*, cuya influencia sobre las variables es la que se busca en este estudio. Del análisis de los diagramas de cajas (Figura 2) se deduce que es razonable pensar que todas las variables podrían tener un comportamiento distinto entre algunos de los tratamientos. Tras la aplicación del MANOVA, en relación con los contrastes multivariados se ha encontrado que todos los criterios empleados (Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Mayor raíz característica de Roy) presentan

un nivel de significación (0,000) muy inferior al preespecificado de 0,05, tanto para los dos factores como para su interacción. Por tanto, se concluye que los vectores de las medias no son iguales entre todos los niveles de los factores.

Simplificando mucho la presentación de resultados por limitación de espacios, los contrastes univariantes de la prueba F para el factor *Tratamiento* resultan significativos (significación: 0,000) para todas las variables analizadas, excepto para el número de bolsones (significación: 0,135). Por tanto, no podemos aceptar diferencias significativas en el número de bolsones en función del tratamiento. Para el resto de variables de aplica el contraste post hoc de Scheffé, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6.

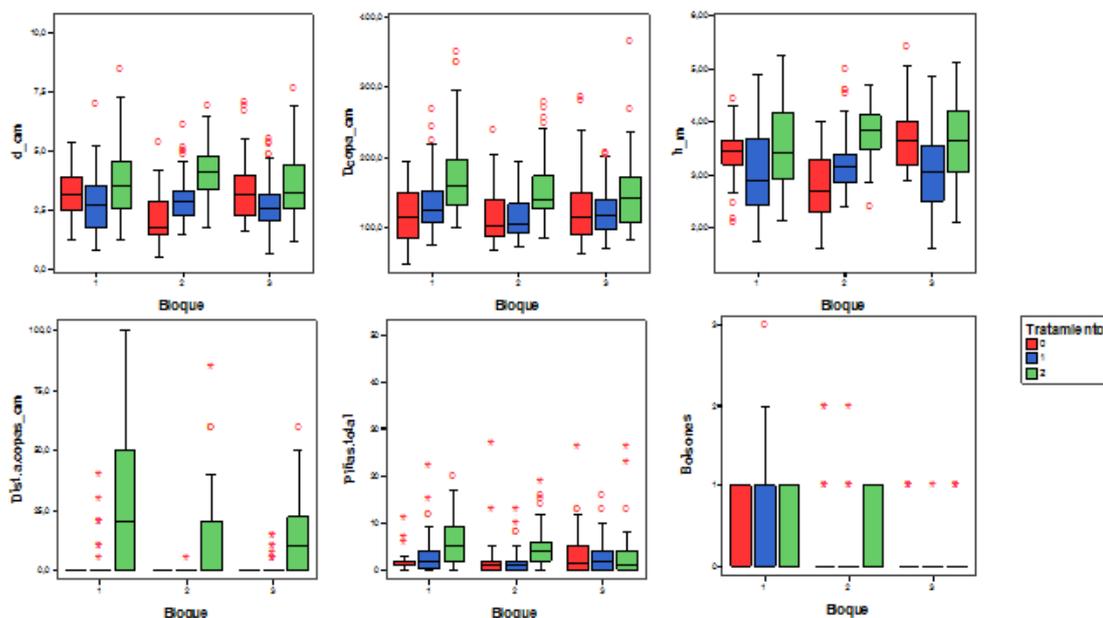


Figura 2. Gráficos de cajas para las variables Diámetro normal, Diámetro de copa, Altura del pie, Distancia a copas más próximas, Número de piñas (maduradas desde la aplicación de los tratamientos) y Número de bolsones, para Bloque y Tratamiento (0: control; 1: clareo en radio de 1 m; 2: clareo en radio de 2 m).

Tabla 6. Resultado de la aplicación del test post-hoc de Scheffé para el factor Tratamiento

		d	Dcopa	h	Dist.copas	Piñas	Bolsones
Trat.	0	2,9 (a)	121,0 (a)	3,3 (a)	0,0 (a)	2,5 (a)	0,2
	1	2,9 (a)	124,5 (a)	3,1 (a)	1,7 (a)	2,5 (a)	0,2
	2	3,8 (b)	159,6 (b)	3,6 (b)	19 (b)	4,7 (b)	0,3

El número en cada celda es la media para las siguientes variables. d: diámetro normal (cm); Dcopa: diámetro de copa (cm); h: altura del pie (m); Dist.copas: distancia a copas más próximas (cm); Piñas: número de piñas generadas después de la aplicación de los tratamientos; Bolsones: número de bolsones.

Trat.: tratamiento (0: control; 1: clareo en radio de 1 m; 2: clareo en radio de 2 m)

Letras iguales indican no existencia de diferencias significativas. Letras distintas indican existencia de diferencias significativas (para $\alpha=0,05$)

5. Discusión

A la vista de los resultados obtenidos, la aplicación de clareos consistentes en la eliminación de todos los pies en el entorno de 2 m de radio de los pies de porvenir ha provocado en éstos un crecimiento significativamente mayor en su diámetro normal, diámetro de copa y altura total que en ausencia de clareo; también es significativamente mayor la cantidad de piñas surgidas tras los clareos. No hay diferencias significativas entre el control y el clareo realizado tan solo 1 m alrededor de los pies de porvenir en ninguna de estas variables. Pese a ello, el valor medio del diámetro de copas en el clareo en 1 de radio es mayor que en el control, lo suficiente como para que la distancia a las copas más próximas sea muy reducida (de nuevo no hay diferencias significativas en esta variable entre el control y el clareo en 1 m de radio, y sí las hay entre ambos grupos y el clareo en 2 m de radio).

En consecuencia, el clareo aplicado en 2 m de radio ha provocado un efecto significativo en el crecimiento de los pies; la distancia que aún queda entre las copas de los pies de porvenir y las de los pies más próximos de su entorno permiten suponer que aún se puede manifestar por más tiempo el efecto de la liberación de competencia. Por el contrario, no parece que tenga sentido la aplicación de clareos en tan solo 1 m de radio, puesto que sus efectos sobre el crecimiento de los pies no parecen ser significativos y ya se ha producido tangencia de copas de nuevo en tan solo tres años tras los tratamientos. La densidad de pies de porvenir con la que se ha trabajado (aproximadamente 400 pies/ha) no parece un factor decisivo para las respuestas encontradas, que tienen que ver básicamente con el espacio liberado en el entorno inmediato de dichos pies.

Estos resultados parecen ser coherentes con los presentados en ALEJANO et al. (2000), donde se analizan unos clareos realizados sobre regenerado natural de pino carrasco tras incendio en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas y se informa de la mejora en el desarrollo de los pies conservados; si bien no se cuantifica dicha mejora ni el clareo realizado, ni se indica la edad de la masa. GONZÁLEZ OCHOA et al. (2001) presentan los resultados de aplicar clareo, poda y desbroce sobre regenerado post-incendio de pino carrasco de cinco años en Albacete y Murcia, encontrando respuesta significativamente positiva en diámetro y altura tan solo en la estación de ombroclima semiárido (Murcia), hecho que justifican en que en ese caso el agua es un factor más deficitario. En GONZÁLEZ MOLINA (2000) se exponen los resultados de aplicar unas claras altas conceptualmente muy similares a las de nuestro trabajo, aunque sobre repoblación de pino carrasco en Tarragona con edad entre 30 y 35 años, por lo que se trata de experiencias en la práctica bastante distintas; tampoco se recogen datos sobre la evolución de los pies seleccionados como de porvenir. También en SÁEZ et al. (2000) se encuentra respuesta positiva en crecimiento en una masa aclarada y podada de 11 años de edad de pino carrasco al sudeste de la provincia de Albacete.

Los resultados obtenidos en nuestro ensayo para el clareo más intenso (en 2 m de radio) son similares a los encontrados tras la aplicación de tratamientos parecidos sobre otras especies de *Pinus* de temperamento robusto. Así, en MADRIGAL et al. (2004) se encuentra que tras la realización de clareos intensos sobre una masa de *Pinus pinaster* Alt. regenerada tras incendio y en un estado de desarrollo parecido a la masa del presente trabajo, a los dos años del tratamiento los pies seleccionados como de porvenir presentaron crecimientos significativamente mayores en diámetro basal del fuste y diámetro de copa, así como mayor número de piñas.

El porcentaje de pies con daños evidentes por mordisco de conejo en la base es elevadísimo (86,1 %), y la previsión de que estos daños continúen en el futuro hace que se pueda convertir en un riesgo para el estado de gran parte de los pies, y por tanto para la estabilidad de la masa. La acumulación de los restos de los clareos alrededor de la base de los pies de porvenir en las parcelas tratadas no ha tenido ocasión de manifestar si sirven o no de protección frente al conejo porque precisamente en estos últimos años no ha habido



aparentemente mordisqueo en ninguno de los pies (tampoco en los de la parcela control). Suponemos que la ausencia de daños recientes se podría deber a una gran disminución de la población de conejos -que no nos consta en absoluto-, o a unas condiciones ambientales en estos últimos años que hayan favorecido la disponibilidad de alimento de mayor calidad.

Las masas de pino carrasco procedentes de regeneración post-incendio son muy comunes, y constituyen una de las tres tipologías presentadas por MONTERO et al. (2001), donde clasifica los pinares de carrasco de acuerdo a la estructura de edades, origen de las masas y silvicultura aplicada. Son masas coetáneas, de estructura regular, que presentan densidades elevadas (> 10.000 pies/ha), y en las que, salvo que se apliquen intervenciones tempranas, no se aprecia una diferenciación en estratos sociológicos, lo que conduce a un estancamiento del crecimiento y del desarrollo que aumenta el riesgo de daños bióticos y alarga una fase de elevado riesgo de incendio en cuanto a su modelo de combustible. Discutir si las claras o clareos por lo alto son o no más adecuados que por lo bajo no es el objetivo de este trabajo, y debe ser analizado en función de múltiples condicionantes. Pero los resultados obtenidos sí permiten comprobar que tratamientos similares a los del presente ensayo, aplicados en condiciones estacionales y de masa similares a éstas, provocan una respuesta significativamente mayor en las variables indicadas. Buscando optimizar la eficiencia del tratamiento sin duda es aconsejable liberar competencia al menos en círculos de 2 m de radio, lo que por otro lado supone una apertura tan pequeña que ni siquiera en pendiente se puede suponer que aumente de modo real el riesgo de erosión, ni sea apreciable desde el punto de vista del impacto paisajístico. Por supuesto, es posible que fuera conveniente actuar en radios aún mayores en relación con los efectos sobre el crecimiento de los pies y los plazos necesarios para volver a intervenir.

Por otro lado, y de acuerdo con GONZÁLEZ MOLINA (2000), aunque las claras y clareos por lo alto se asocian generalmente a masas con objetivo preferente de producción de madera, no tienen por qué ser incompatibles con objetivos de gestión relacionados con protección, biodiversidad, paisaje.... En efecto, al acelerar el crecimiento de los pies de porvenir se pueden acortar los plazos para aumentar la diversificación estructural, siendo por supuesto también compatible con la búsqueda de una mayor rentabilidad económica.

6. Conclusiones

En condiciones de estación y de masa similares a los del presente caso, se ha comprobado que la aplicación de clareos que eliminan todos los pies en un radio de 2 m en torno a los pies seleccionados como de porvenir provoca que éstos presenten a corto plazo (tres años) valores significativamente mayores en diámetro normal, diámetro de copa y altura, así como en el número de piñas. El hecho de que los pies se hayan quedado más aislados no ha influido en que sean más atacados por procesionaria. La aplicación del mismo tratamiento en un radio de tan solo 1 m no parece que tenga demasiado sentido selvícola ni, por supuesto, económico, puesto que la respuesta provocada en los pies seleccionados no parece relevante, y a muy corto plazo se empieza a producir de nuevo tangencia de copas.

8. Bibliografía

ALEJANO, R.; MARTÍNEZ, E. TÍSCAR, A.; 2000. Silvicultura en masas protectoras de pino carrasco en la cuenca del Guadiana Menor (provincias de Granada y Jaén). *Objetivos y criterios de gestión. Cuad. Soc. Esp. Cien. For.*, 10: 111-116.

ALLUÉ ANDRADE J.L.; 1990. *Atlas fitoclimático de España*. INIA. MAPA. Madrid.

DEL RÍO, M.; CALAMA, R.; MONTERO, G.; 2008. Selvicultura de *Pinus halepensis* Mill. In: Serrada R, Montero M, Reque J. (ed.) Compendio de Selvicultura Aplicada en España. pp 289-312. INIA - FUCOVASA. Madrid.

FERRÁN ARANAZ, M.; 1996. *SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico*. McGraw-Hill. 580 pp. Madrid.

GONZÁLEZ MOLINA, J.M.; 2000. Primeras experiencias de claras selectivas mixtas en *Pinus halepensis* Mill. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 10: 103-109.

GONZÁLEZ-OCHOA, A.I.; DE LAS HERAS IBÁÑEZ, J.; LÓPEZ, F.; 2001. Efectos del clareo, poda y desbroce en regenerado post-incendio de *Pinus halepensis* Mill. en estaciones de ombroclima semiárido y seco. Resultados preliminares. In *Actas del III Congreso Forestal Español*, Granada 25-58 de septiembre de 2001, Tomo III, Granada, pp. 647-653.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C.; 2000. *Análisis multivariante*. Ed. Prentice Hall. 799 pp. Madrid.

LÓPEZ GONZÁLEZ G.; 1982. *La guía de Incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Ed. Incafo. 866 pp. Madrid.

MADRIGAL, J.; MARTÍNEZ, E.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M.; DIEZ, C.; VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, T.; CUIÑAS, P.; ALONSO, M.; BELOSO, M.C.; 2004. Respuesta a corto plazo del regenerado post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. a clareos mecanizados intensos. *Silva Lusitana* 12 (1): 1-14.

MONTERO G., CAÑELLAS I., RUIZ-PEINADO R.; 2001. Growth and yield models for *Pinus halepensis* Mill. *Invest Agrar: Sist Recur For* 10(1), 179-201.

SÁEZ, J.J.; OROZCO, E.; LÓPEZ, JA.; MARTÍNEZ, J.J.; DEL POZO E.; 2000. Diferencias epidométricas y fisiológicas en una masa de repoblación de *Pinus halepensis* Mill. al ser sometidos a tres tratamientos distintos de poda. In *Actas de la reunión sobre selvicultura del pino carrasco, Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, Nº 10-2000, Albacete, pp. 127-132.

SERRADA, R.; 2008. *Apuntes de Selvicultura*. EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 501 pp. Madrid.

STEVENS, J.P.; 1972. Four Methods for Analyzing between Variations for the k-Group MANOVA problem. *Multivariate Behavioral Research* 7 (October): 442-454.

Páginas web:

http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/issue/view/227 (fecha de consulta: diciembre 2016)