

EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE REPOBLACIÓN PARA FAVORECER LA RESTAURACIÓN DEL PINSAPAR DE LA SIERRA DE LAS NIEVES (1960-2007)

Gloria Salmoral Portillo, Rafael M. Navarro Cerrillo, José Ramón Guzmán Álvarez y Raúl Sánchez Salguero

Departamento de Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba, Campus Universitario de Rabanales. Ctra de Madrid km 396. 14071-CÓRDOBA (España). Correo electrónico: ramonguzman@uco.es

Resumen

Los trabajos de repoblación de la Sierra del Pinar (Yunquera, Málaga), comenzaron en 1959. El monte presentaba inicialmente un estado muy degradado. Faltaba el repoblado y el diseminado del pinsapo en casi todo el monte, limitándose, como mucho a ejemplares aislados, almohadillados y recomidos por las cabras. Se contaba con un paisaje forestal dominado por los matorrales y, en las zonas más castigadas por el diente del ganado, por pedregales. Ante esta situación, se planteó una actuación restauradora que tuviera una doble finalidad: hidrológico-forestal y ecológica, de modo que se creara en el monte una masa protectora en la que la especie fundamental fuera el pinsapo. Para evaluar el efecto de estas actuaciones selvícolas y de repoblación se ha llevado a cabo un análisis de la vegetación a partir de los inventarios del Proyecto de Ordenación del monte "Pinar de Yunquera" (MA-30037-CAY) elaborado en 2005 por EGMASA para la Junta de Andalucía. Un análisis multivariante (TWINSPAN) tomando como variable de agrupación el área basimétrica de las especies arbóreas ha permitido agrupar las 458 parcelas de inventario en 8 grupos, que se distribuyen según una gradación altitudinal en el monte. En estos grupos se aprecia una regeneración diferencial del pinsapo, que presenta áreas basimétricas máximas de 14,47 y 11,95 m² en el grupo de pinsapar y pinsapar con carrasco, con distribuciones diamétricas en las que dominan las clases de edad más jóvenes.

Palabras clave: *Abies pinsapo*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, TWINSPAN, Historia forestal, Ordenación

INTRODUCCIÓN

La trayectoria de las repoblaciones y otras actuaciones selvícolas llevadas a cabo en la Sierra de las Nieves ha sido recogida por ÁLVAREZ CALVENTE (1994, 1996), uno de los ingenieros de montes responsables de estas tareas durante el periodo 1960-1984. Los trabajos comenzaron en 1959, tras la declaración de los terrenos como

perímetro de Repoblación Obligatoria con motivo de la defensa hidrológico-forestal del Embalse "Conde de Guadalhorce". La sierra estaba muy degradada debido principalmente a la intensa actuación del ganado. Por debajo de la cota 900 el estrato arbóreo se reducía a bosquetes aislados de pino carrasco de espesura defectiva y sotobosque inexistente, con espacios intercalados ocupados por matorrales heliófilos muy deteriorados. A

partir de los 1.000 m el estrato arbóreo estaba constituido por el pinsapar formando bosquetes muy aislados, con ejemplares adultos, sensiblemente coetáneos e inconexos cuyas mejores representaciones se hallaban en “*El Saucillo*”, “*Bellina*”, “*Cueva del Agua*”, “*El Cuco*”, “*El Hornillo*” y “*La Caína*”. Faltaba el repoblado y el diseminado del pinsapo en casi todo el monte, limitándose, como mucho a ejemplares aislados, almohadillados y recomidos por las cabras. En resumen, se contaba con un paisaje forestal dominado por los matorrales y, en las zonas más castigadas por el diente del ganado, por pedregales.

Ante esta situación, se planteó una actuación restauradora que tuviera una doble finalidad: hidrológico-forestal y ecológica, de modo que se creara en el monte una masa protectora en la que la especie fundamental fuera el pinsapo, de forma que esta recuperara su área natural de la que había sido desalojada, tiempo ha, por las cortas abusivas, los incendios y un sobrepastoreo excesivo.

En una primera etapa de la repoblación, iniciada en 1960, tras acotar el monte al pastoreo –lo que implicó sacar del monte más de 7.000 cabras– se repoblaron 500 ha de pino carrasco y pino resinero en la orla inferior del macizo, por debajo de la cota del pinsapar, (“*Barranco de los Monjes*”, “*Las Minas*”, “*Peña del Orón*”, “*Cañada del Arca*”). Se actuó con una preparación somera del terreno mediante la apertura manual de hoyos, placetas o fajas, con una densidad de plantación de 1.200 a 1.500 pies.ha⁻¹. Inicialmente no se planteó la posibilidad de introducir en la repoblación plantas de pinsapo, puesto que se suponía que este árbol era de requerimientos ecológicos exigentes y que precisaba de una cobertura protectora para su regeneración, lo que se conseguiría tras el establecimiento del pinar. No obstante pronto se evidenció que tras el acotamiento al ganado la recuperación del pinsapo era espectacular, con metidas anuales de 50-75 cm de altura, por lo que parte de lo que en principio era un matorral degradado se convirtió en pocos años en un apretado monte bravo de pinsapos. En una segunda fase (1968-1972), se procedió a facilitar activamente la recuperación del pinsapo mediante la siembra de piñones, actuando en unas 150 ha en las zonas de “*Los Corrales*”, “*Cabeceira de Bellina*”, “*Las Camaretas*”, “*Cañada de Enmedio*” y “*Las Palomas*”. Una tercera etapa de la repoblación estuvo marcada por la creación de

un vivero in situ cerca de la Cueva del Agua. Ello permitió reforestar 270 ha con planta de pinsapo en bolsa, 140 ha con planta a raíz desnuda y 208 ha mediante siembra. La plantación se hizo con apertura manual del hoyo (40x40x40 cm), fajas continuas hechas a mano o con arado monosurco de tracción animal y con planta de 2 savias, a una densidad de entre 1.200 y 1.500 pies.ha⁻¹.

A partir de 1973 comenzaron los trabajos de claras del latizal y dos años más tarde se iniciaron el resto de los tratamientos selvícolas (desbroces y podas), que se extendieron a 1.625 ha, prácticamente la totalidad de la superficie arbolada, estableciéndose, además, la red de prevención de incendios mediante la construcción de 14 km de cortafuegos.

La redacción en 2005 del Proyecto de Ordenación del monte “Pinar de Yunquera” (MA-30037-CAY) en el término municipal de Yunquera por la empresa EGMASA para la Consejería de Medio Ambiente ha permitido contar con una información de calidad para evaluar el efecto de las actuaciones selvícolas sobre la regeneración natural del pinsapo, proponiendo una metodología de análisis para estudiar el patrón temporal de restauración de la vegetación a escala de monte (CHARCO, 2002; MESA, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El monte “Pinar de Yunquera” está localizado en la Sierra de las Nieves, en la comarca natural de la serranía de Ronda en el término municipal de Yunquera, provincia de Málaga. Está formado por dos perímetros: Sierra del Pinar y Sierra Blanquilla, ubicándose el primero dentro de los límites del Parque Natural Sierra de las Nieves. Los núcleos poblacionales más cercanos al monte son Yunquera, El Burgo, Tolox, Jorox, Alozaina y Ronda.

El monte pertenece al Ayuntamiento de Yunquera. Se encuentra registrado en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública de 1901, con el número 49, que le asignó una superficie de 2.800 ha. Posteriormente, en el Catálogo de 1971, se modifica esta cabida, quedando 2.237,9 ha. En 1959 se firmó un Consorcio entre el Patrimonio Forestal del Estado y el Ayuntamiento de

Yunquera, para la repoblación forestal de 1.750 ha (aunque en la práctica quedó reducido el consorcio a 1.240 ha), y en 1961 se amplió en 200 ha más. Posteriormente, en 1996 se firmó un convenio de Cooperación entre la Agencia de Medio Ambiente y el Ayuntamiento para la gestión de las 430 ha de Sierra Blanquilla.

Todo el monte se encuentra dentro de la región biogeográfica mediterránea, en el piso bioclimático mesomediterráneo, aunque las zonas más bajas tienen un carácter de transición hacia el termomediterráneo y las más altas se dirigen al supramediterráneo. Los suelos predominantes son litosoles (en las cimas), rendsinas (en las laderas) y luvisoles (en las zonas bajas), desarrollados sobre calizas y dolomías de relieve accidentado; las pendientes son escarpadas, superiores en muchos casos al 30%. La vegetación potencial en la zona de estudio queda englobada en tres series de vegetación (VALLE, 2004): Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila de la encina, Serie supramesomediterránea rondeña calcícola del pinsapo y Serie supra-mesomediterránea bética basófila subhúmeda-húmeda del quejigo.

De la vegetación actual del monte, cabe destacar el pinsapo, que está presente en 1.034 ha; de éstas es una 680 ha la densidad es mayor de 100 pies.ha⁻¹. El estrato arbóreo está constituido por masas más o menos compactas, ceñidas a las cañadas y separadas a veces por terreno desnudo. Es frecuente encontrar, en las zonas mejor pobladas, árboles centenarios de gran valor paisajístico, además de abundante regeneración natural. En el límite altitudinal del pinsapar o en zonas rocosas con altas pendientes, el bosque se vuelve más abierto, siendo sustituido por sabina, enebro y matorral almohadillado (piornos). En las zonas basales el pinsapar se mezcla con quejigos y encinas, y en solanas o en terrenos descarnados, con pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) o pino resinero (*Pinus pinaster* Aiton).

Las especies principales que componen los pinares son pino carrasco y pino resinero, aunque también existen individuos de pino albar (*P. sylvestris* L.) y pino piñonero (*P. pinea* L.). La masa boscosa principal está dominada por pino carrasco apareciendo el pino resinero a veces dominando, a veces en mezcla o por rodales. Hay presencia de regenerado de encina y de pin-

sapo bajo el pinar y también, aunque en menor grado, de alcornoque, quejigo y sabina.

El matorral presente en la zona varía en densidad y abundancia según la zona. En los rodales de pinar muy espesos, que apenas dejan pasar la luz, el matorral es muy escaso y poco denso, predominando sobre el suelo una importante capa de pinocha que en ocasiones puede superar los 20 cm.

Materiales: el inventario de ordenación del monte Pinar de Yunquera

Los datos que se han analizado proceden del inventario realizado para el Proyecto de Ordenación del monte "Pinar de Yunquera" (MA-30037-CAY) en el término municipal de Yunquera, provincia de Málaga de fecha Julio de 2005, elaborado por EGMASA para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

A efectos de ordenación (MADRIGAL, 1994; OLIET et al., 2004), el monte está dividido en 2 secciones, 4 cuarteles y 57 cantones. Para el inventario se subdividió el monte en dos zonas: el pinar y el pinsapar. Se realizó un muestro sistemático, con parcelas circulares de radio 13 m para la medición de los pies mayores y árboles tipo, y de 5 m para los pies menores, matorral y regeneración. Las parcelas estaban situadas sobre los cruces de una malla cuadrada de 166,6 m de lado para la zona del pinsapar, mientras que para el pinar la malla tenía 200 m de lado. En total se inventariaron 468 parcelas, lo que significa una densidad de 0,2 parcelas por hectárea. Para cada especie arbórea se midió el diámetro normal (cm), la densidad (nº pies.ha⁻¹), el área basimétrica (m².ha⁻¹), la altura (m) y la fracción de cubierta (%). Para este análisis se han descontado 10 parcelas por carecer de datos suficientes.

Métodos

Con los datos de la ordenación se realizó una agrupación de las parcelas del monte mediante la técnica de clasificación multivariante TWINSpan a partir del área basimétrica de las especies arbóreas principales (*Abies pinsapo*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoeniceae* y *Quercus faginea*). Se ha elegido esta variable debido a que es el dato del que se disponía para todas las especies arbóreas del estudio.

Para cada uno de los grupos de vegetación que se han definido se determinaron los valores medios de las variables selvícolas, entre ellas el área basimétrica del pinsapo.

Finalmente se realizó un análisis geoestadístico de interpolación (GALLARDO, 2006) para estudiar el patrón espacial de la distribución del pinsapo aplicando el módulo ArcMap del programa ArcGis 9.0. Dicha extensión contiene las herramientas necesarias para la exploración espacial de los datos, el análisis geoestadístico propiamente dicho (Kriging) y la salida gráfica (mapa de estimación espacial). El semivariograma óptimo fue calculado sin anisotropía, es decir, sin considerar ninguna tendencia espacial concreta.

RESULTADOS

Clasificación de la vegetación del monte

Previamente a la ejecución del análisis de clasificación TWINSpan, se observó la distribución de los datos para establecer los intervalos de corte (*pseudoespecies cut levels*). En base a ello, se establecieron los siguientes: 0; 0,1; 1; 2,5; 10; 20; 30; 80.

Se han obtenido 8 grupos de vegetación diferenciados en el monte Pinar de Yunquera, que se exponen en la tabla 1 y en la figura 1.

Estos tipos de vegetación manifiestan una gradación altitudinal concordante con los requerimientos ecológicos de las especies principales

GRUPO DE VEGETACIÓN		Nº DE PARCELA	%	Área basimétrica de pinsapo
0	SIN ARBOLADO	22	4,8	
1	PINSAPAR	180	39,2	14,47
2	SABINAR	15	3,3	
3	PINAR DE CARRASCO	118	25,7	
4	PINSAPAR CON CARRASCO <math><5\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}</math>	34	7,4	11,95
5	PINAR DE CARRASCO CON PINSAPO <math><5\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}</math>	21	4,6	1,9
6	PINAR DE RESINERO Y CARRASCO	33	7,2	
7	PINAR DE CARRASCO CON PINSAPO Y ENCINA	13	2,8	5,06
8	PINAR DE RESINERO Y CARRASCO CON PINSAPO	22	5,0	3,86

Tabla 1. Agrupación de las parcelas del inventario del Monte "Pinar de Yunquera" en tipos de vegetación mediante el análisis TWINSpan y área basimétrica media de pinsapo en cada uno de los grupos

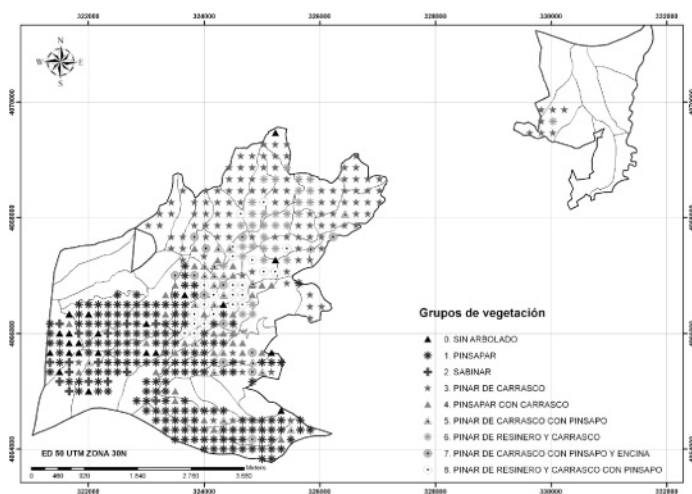


Figura 1. Localización espacial de los grupos de vegetación definidos mediante el análisis TWINSpan en el Monte Pinar de Yunquera

que han servido para definirlos: pinar de carrasco (938 m de altitud media $\pm 10,11$ de desviación típica), pinar de resinero y carrasco (1.017 m $\pm 16,26$), pinar de carrasco con pinsapo y encina (1.121 m $\pm 33,93$), pinar de carrasco con pinsapo (1.163 m $\pm 28,96$), pinar de resinero y carrasco con pinsapo (1.181 m $\pm 24,29$), pinsapar con carrasco (1.218 m $\pm 18,65$), pinsapar (1.314 m $\pm 10,47$) y sabinar (1.467 m $\pm 19,40$).

A continuación se resumen las características del medio físico y selvícolas de los dos grupos con mayor presencia de pinsapo y, a efectos de comparación, del grupo “Pinar de carrasco con pinsapo”:

El grupo de 180 parcelas clasificadas como “pinsapar” están situadas mayoritariamente en la zona meridional de Sierra del Pinar, sobre sustratos de calizas y margas, areniscas y arcillas, o areniscas y lutitas. La pedregosidad es notable, con una media de 35,7%. El intervalo de altitud varía desde los 880 m hasta los 1.610 m, con un valor medio de 1.314 m. Los valores para la pendiente oscilan entre el 7,1% y el 102%, con una media del 47,5%. Es el grupo que mayor porcentaje de parcelas de umbría tiene (77,1%). El pinsapo, como especie característica, presentó una densidad media de 490,8 pies.ha⁻¹, 14,5 m².ha⁻¹ de área basimétrica, 5,97 metros de altura media del dosel arbóreo y 56,78% de fracción de cabida cubierta. La estructura de la masa de este grupo es irregular, encontrándose la mayor densidad de individuos en las clases diamétricas menores (Figura 2).

El grupo “Pinsapar con pino carrasco” engloba a 34 parcelas presentes principalmente en la zona central del monte, en la zona de transición

entre el grupo “Pinsapar” y el grupo “Pinar de carrasco”, sobre sustrato de areniscas y lutitas. Su pedregosidad media es del 25,8%. La altitud oscila en el intervalo entre 993 m y 1.431 m, con una media de 1.218 m. En este grupo se llega a un valor máximo de pendiente del 82%, siendo la media del 43,4%. El 52,9% de las parcelas son de umbría. El pinsapo muestra mayores valores medios en cuanto a área basimétrica, fcc del arbolado y densidad que el pino carrasco que cuenta con mayores valores medios de diámetro y altura. En cuanto a las distribuciones diamétricas de ambas especies, se aprecia la mayor densidad para las clases diamétricas inferiores de pinsapo (Figura 3).

El grupo “Pinar de carrasco con pinsapo” está situado en el área de transición entre la masa pura de pinar de carrasco y las parcelas de pinsapar. Está compuesto por 21 parcelas sobre sustrato de areniscas y lutitas. Presenta una pedregosidad media (26,1%). La altitud varía entre 894 y 1.387 m, con una media de 1.163 m. La pendiente oscila entre el 9,1% y el 60,3%, con media del 35,8%. La diferencia en la proporción entre las parcelas de solana y umbría es baja, con un 52,4% y 42,9%. El pino carrasco presenta un área basimétrica de 13,5 m².ha⁻¹ y una fcc media de 53,7%, valores superiores a los del pinsapo (1,9 m².ha⁻¹ y 12,5%). El número de pies por hectárea de disminuye conforme aumenta el diámetro en ambas especies, siendo los valores medios del pino carrasco ligeramente superiores (Figura 4).

Tras validar los modelos de semivariograma esférico, circular y exponencial que se consideró que eran los que en principio podrían ser los que mejor grado de ajuste tuvieran con los datos

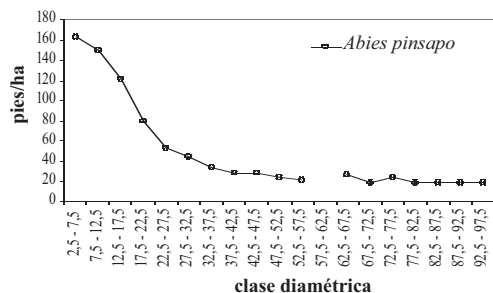


Figura 2. Distribución n° pies.ha⁻¹ por clase diamétrica para pinsapo en el grupo “Pinsapar”

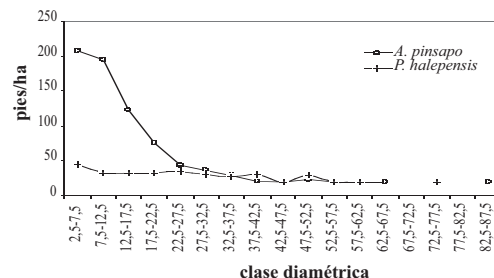


Figura 3. n° pies.ha⁻¹ por clase diamétrica de pinsapo y pino carrasco en el grupo “Pinsapar con carrasco”

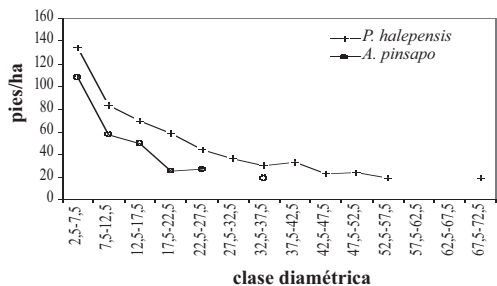


Figura 4. Distribución n° pies.ha⁻¹ por clase diamétrica del pino carrasco y pinsapo en el grupo “Pinar de carrasco con pinsapo”

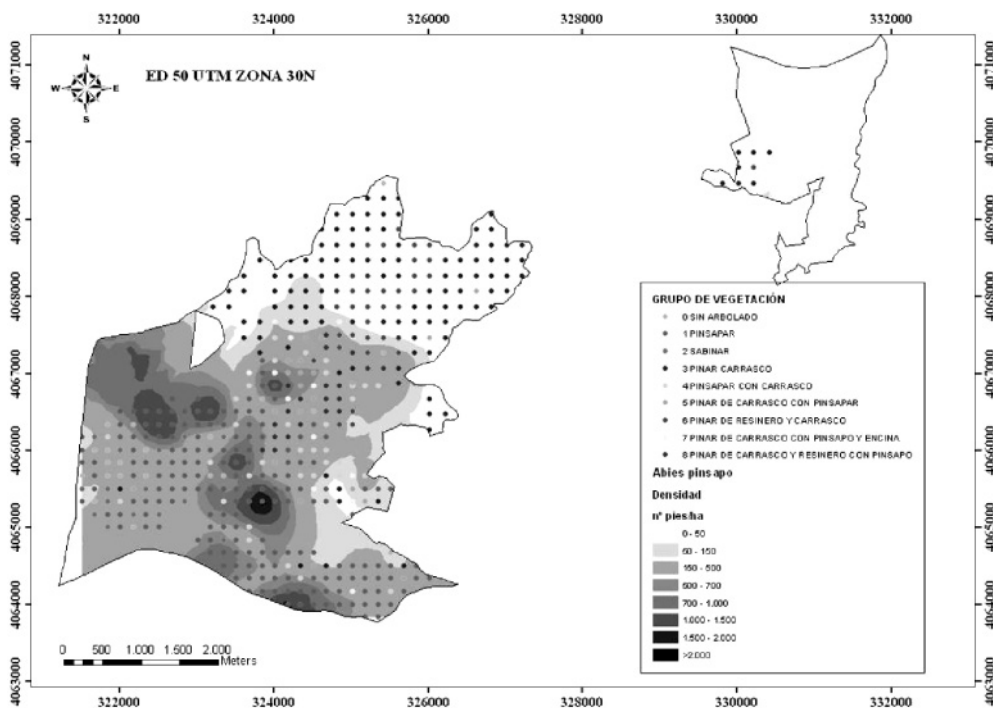


Figura 5. Mapa de estimas de la densidad de pinsapo

mediante krigeado ordinario, el que mostró un mejor grado de ajuste fue el modelo esférico con el que se obtuvo el mapa de estima de la distribución de pinsapo (Figura 5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de los datos de los inventarios del proyecto de ordenación mediante técnicas estadísticas de clasificación ha permitido constatar

la relevancia de la regeneración en estas masas procedentes de repoblación (CABRERA, 2003). En la actualidad, las masas de pino procedentes de estas actuaciones repobladoras presentan una estructura compleja. Su condición selvícola es similar a la de otras masas procedentes de repoblación (GONZÁLEZ, 2000; ALEJANO et al., 2000), observándose densidades más favorables en relación con la edad de la masa.

Ha sido posible tipificar 8 grupos de vegetación en el monte estudiado. Estos grupos están

definidos por las especies elegidas en la repoblación - que fueron seleccionadas teniendo en cuenta las características de las distintas zonas ecológicas del monte -, pero también por los efectos de la dinámica posterior de la vegetación implantada y espontánea.

La presencia del pinsapo en el monte es notable en la mayor parte de los tipos de vegetación, a excepción de los grupos “Sabinar”, “Pinar de carrasco” y “Pinar resinero y carrasco”. Los datos analizados muestran que el pino carrasco está favoreciendo la regeneración de la vegetación natural, en este caso de pinsapo.

Destaca la presencia significativa de pinsapo en los grupos “Pinsapar” y “Pinsapar con carrasco”. Estas parcelas se localizan principalmente en altitudes intermedias y exposiciones de umbría. Los valores de densidad del pinsapo (490,8 pies.ha⁻¹), área basimétrica media (14,5 m².ha⁻¹) y altura media (5,97 m) muestran una masa de pinsapar joven, en comparación con otras masas de pinsapar de la Sierra de Grazalema (ABELLANAS et al., 2004).

Es destacable también la mejor regeneración de pinsapo en comparación con el pino carrasco en el grupo “Pinsapar con carrasco”. Por el contrario, en el grupo “Pinar de carrasco con pinsapo”, situado a una altitud inferior, existe una proporción de individuos jóvenes equivalente para las dos especies, lo que demuestra que el pinsapo se está regenerando adecuadamente bajo cubierta del pinar en aquellas zonas ecológicamente más favorables (ARISTA et al., 1997).

En consecuencia, las labores de repoblación y el resto de actuaciones selvícolas que se llevaron a cabo a partir de los años sesenta en el Monte “Pinar de Yunquera” han permitido la restauración natural del pinsapo y, particularmente, el establecimiento de unas condiciones que están favoreciendo una dinámica positiva de regeneración natural del pinsapar.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLANAS, B.; COCA, M.; CUADROS, S. Y OLIET, J.; 2004. Análisis de la diversidad estructural del pinsapar puro en la Sierra de Grazalema. Influencia sobre la dinámica de la regeneración. *En*: S.E.C.F.-Gobierno de Aragón (eds.), *Libro de Resúmenes, Conferencias y Ponencias. 4º Congreso Forestal Español*. CD-ROM. Imprenta Repes, S.C. Zaragoza.
- ALEJANO MONGE, M.R.; MARTÍNEZ MONTES, E. Y TÍSCAR, A.; 2000. Selvicultura en masas protectoras de pino carrasco en la Cuenca del Guadalmedina Menor (provincias de Granada y Jaén). Objetivos y criterios de gestión. *Cuad. Soc. Esp. Cie. For.* 10: 103-109.
- ÁLVAREZ CALVENTE, M.; 1994. Los pinsapares malagueños en el recuerdo. *En: Gestión y conservación de los pinsapares andaluces: 77-90*. Asociación forestal de Andalucía. Cádiz.
- ÁLVAREZ CALVENTE, M.; 1996. Repoblaciones y trabajos de regeneración en el pinsapar de Sierra de las Nieves (Málaga). *En: Jornadas Técnicas Internacionales sobre Recuperación de Pinsapares*. Málaga.
- ARISTA, M.; HERRERA, F.J. Y TALAVERA, S.; 1997. *Biología del pinsapo*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- CABRERA, M.; 2003. Incidencia de la regeneración natural en los proyectos de ordenación de montes. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 15: 25-36.
- CHARCO, J.; 2002. Introducción al estudio de la velocidad de regeneración natural del bosque mediterráneo y de los factores antropozoógenos que la condicionan. *En: J. Charco (coord.), La regeneración natural del bosque mediterráneo en la Península Ibérica. Evaluación de problemas y propuesta de soluciones: 115-149*. Asociación para la Recuperación de los Bosques Autóctonos. Madrid.
- GALLARDO, J.; 2006., Geostatística. *Ecosistemas*. 3: 1-11.
- GONZÁLEZ MOLINA, J.M.; 2000. Primeras experiencias de claras selectivas mixtas en *Pinus halepensis* Mill. *Cuad. Soc. Esp. Ci. For.* 10: 103-111.
- MADRIGAL COLLAZO, A.; 1994. *Ordenación de montes arbolados*. ICONA. Madrid.
- MESA JIMÉNEZ, S.; 2002. Técnicas para el estudio de la evolución temporal y espacial de los bosques. Análisis histórico y bioindicación. *En: R. Zamora Regino, F. Pugnaire (eds.), La regeneración natural del bosque mediterráneo en la Península Ibérica: 153-169*. Madrid.

OLIET PALA, J.A. et al; 2004. *Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes de la Comunidad Autónoma Andaluza*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

VALLE, F. (COORD.); 2004. *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Consejería de Medio-Ambiente-Junta de Andalucía - Ed. Rueda. Sevilla.