

# LA REGENERACIÓN EN EL PINSAPAR DE LA SIERRA DE GRAZALEMA. II: ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL REGENERADO CONSOLIDADO EN EL PINSAPAR PURO

S. Cuadros Tavira<sup>1</sup>, J. Oliet Palá<sup>1</sup>, B. Abellanas Oar<sup>1</sup>, M. Coca Pérez<sup>2</sup> y E. Padrón Cedrés<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Av. Menéndez Pidal s/n. 14004-CORDOBA (España). Correo electrónico: scuadros@uco.es

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad Pablo de Olavide. Edificio Antonio de Ulloa. Ctra. Utrera, km 1. 41013-SEVILLA (España)

## Resumen

En los tipos estructurales de pinsapar puro, se estudia la dinámica y la estructura del regenerado consolidado (plantas de más de un año de edad que no alcanzan las dimensiones de los pies menores, es decir, menos de 1,5 m de altura). El motivo de separar este grupo del de plántulas menores de un año, estriba en las diferentes posibilidades de supervivencia de uno y otro estado ya que en el regenerado consolidado va a depender en mayor medida del grado de competencia al que se vea sometido que de las condiciones locales del medio en que se asienta. El análisis de la distribución de alturas por clases muestra importantes diferencias significativas entre ambos estratos de pinsapar puro, para la clase < 15 cm pero no para las demás clases. Se ha analizado la evolución de la densidad del regenerado por clases de altura desde la fase de plántula hasta la de pie menor, obteniendo una gráfica descendente similar en ambos estratos con una caída brusca inexplicada en la clase de 100 a 150 cm, seguida de una subida en la clase de pies menores atribuida al estancamiento en el crecimiento en altura. El estudio de la relación altura edad demuestra que ésta es significativa, para el regenerado, pero no para los pies menores, indicando así que este grupo se compone de árboles dominados de numerosas y muy distintas edades. El regenerado consolidado constituye una reserva de regeneración a la espera, cuyos individuos aprovecharían las perturbaciones en la estructura para prosperar. Puede decirse que en las circunstancias actuales y frente a perturbaciones no catastróficas, la persistencia del pinsapar está asegurada.

Palabras clave: *Abies pinsapo*, *Regeneración a la espera*, *Edad*, *Altura*

## INTRODUCCION

Desde hace más de tres décadas es de interés prioritario para las distintas Administraciones la preservación de los relictos de pinsapo del sur de España, especialmente aquellas masas situadas en las condiciones más favorables para la especie. Para alcanzar este objetivo es necesario

no solo dedicar importantes recursos materiales y humanos a su defensa, sino conocer profundamente el funcionamiento de estas comunidades y especialmente aquellos aspectos relacionados con la regeneración.

Conocida la dinámica del regenerado del pinsapo en la fase de plántula expuesta en el trabajo previo (ABELLANAS et al., 2004), corresponde

examinar qué sucede una vez que las plántulas han superado el período crítico del primer estío. Este trabajo constituye una segunda aportación al estudio de la dinámica de la regeneración del pinsapar de la Sierra de Grazalema, sobre los resultados presentados por PADRÓN (1999).

Los motivos, antecedentes y objetivos recogidos en ABELLANAS *et al.*, (2004), son de aplicación al presente estudio. Respecto a las características estructurales y dasométricas del pinsapar, existen trabajos previos como el presentado por CATALINA (1994), donde se analiza la evolución de las masas de pinsapo, tanto de Grazalema como de Sierra de las Nieves, a partir del análisis de los inventarios realizados a lo largo del tiempo. Este estudio, y en concreto, el último de los inventarios sistemáticos realizados en el pinsapar de Grazalema (CATALINA, 1990) se ha utilizado como base de partida para el estudio que se presenta.

También los estudios de carácter histórico han sido de gran utilidad para realizar una adecuada interpretación de algunos de los resultados obtenidos en este estudio, especialmente todas aquellas aportaciones que hacen reseña de las actuaciones a que ha sido sometido el pinsapar, así como la referencia a los diversos avatares a que se ha visto expuesto, todo lo cual ha ido conformando la estructura actual del pinsapar (RUÍZ DE LA TORRE, 1994; NAVARRO, 1994; NEVA, 1994; ÁLVAREZ CLAVENTE, 1994; SOTO, 1996; *etc.*). Sin estas aportaciones no hubiera sido posible interpretar muchas de las características actuales de la estructura del pinsapar.

## OBJETIVOS

El objetivo concreto de este trabajo es estudiar la estructura y la dinámica del regenerado consolidado en el pinsapar puro (Estratos A y B de la zona de Reserva de la Sierra de Grazalema).

## METODOLOGÍA

Utilizando el dispositivo experimental descrito en ABELLANAS *et al.* (2004), para el presente trabajo se han contabilizado, en cada uno de los inventarios realizados y en las parcelas de

regeneración consideradas, el número de ejemplares de pinsapos, encinas y quejigos con altura inferior a 150 cm y edad superior a 1 año, pertenecientes a las siguientes clases de altura: < 15 cm; 15-50 cm; 50-100 cm. No se encontró ningún arbolito mayor de 100 cm de altura en los estratos A y B de pinsapar puro.

Para el estudio de la dinámica del regenerado consolidado se han utilizado los datos del inventario realizado después del verano (Octubre 1998). Este estudio se ha planteado a través de dos tipos de análisis:

- El estudio de la estructura del regenerado consolidado a través del análisis de la distribución de alturas del mismo
- El estudio del crecimiento y la evolución del regenerado desde la fase de plántula hasta la de pie menor

Estos análisis se han realizado para cada tipo estructural (estrato), estudiándose también las similitudes o diferencias existentes entre estratos a este respecto.

Para el cálculo del crecimiento medio en altura del regenerado se ha medido la edad del arbolito más próximo al centro en cada parcela de regeneración. La comparación del crecimiento medio de cada uno de los dos estratos se realizó según el test no paramétrico de Mann-Whitney.

Para el cálculo de la edad de los pies menores de pinsapo (arbolitos de altura superior a 1,5 m y diámetro normal inferior a 5 cm) se tomó una muestra de 32 árboles, a razón de cuatro por cada una de las ocho parcelas de 2,1 has, a los que se midió la altura y la edad por conteo de anillos desde la base.

## RESULTADOS

### I.-ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ALTURAS DEL REGENERADO CONSOLIDADO

La Figura 1 presenta la distribución por clases de alturas del regenerado consolidado en los dos estratos de pinsapar puro. Las mayores diferencias se dieron en la clase de altura < 15 cm, para la cual se registraron valores de 11.300 pinsapos por hectárea en el estrato A (pinsapar estructurado) frente a tan sólo 3.200 en el estra-

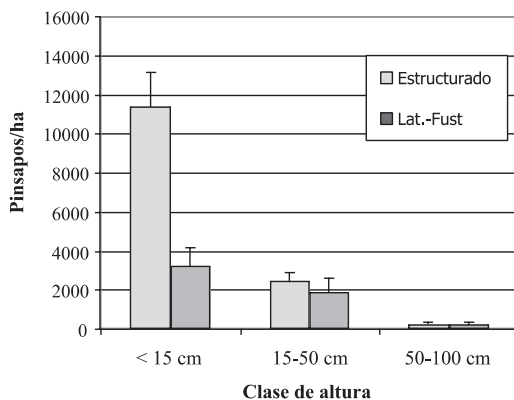


Figura 1. Distribución de alturas (+ EE) del regenerado de pinsapo para los estratos A y B en otoño de 1998

to B (latizal-fustal). El análisis de varianza resultó significativo ( $n.s. = 0,05$ ).

La clase de altura 15-50 cm no presentó diferencias significativas por estratos (2.470 y 1.880 pinsapos por hectárea en A y B respectivamente); lo mismo sucedió para la clase de altura 50-100 cm, cuyos valores son además muy inferiores: 246 y 242 pinsapos por hectárea para los estratos A (Pinsapar estructurado) y B (Pinsapar Latizal-fustal), respectivamente, con dispersiones muy elevadas ( $EE = 110$  y  $160$  respectivamente), indicando gran variabilidad superficial. No se encontraron pinsapos en la clase de altura 100-150 cm. En conjunto, el estrato A posee una densidad de pinsapos de regenerado consolidado significativamente superior al B (14.080 frente a 5.300 por hectárea, respectivamente), aunque esta significación se debe exclusivamente a la mayor abundancia en la clase de altura < 15 cm.

Por otra parte, si hacemos válida la relación altura-edad en el regenerado consolidado<sup>1</sup>, concluimos que el descenso en la densidad conforme se incrementa la clase de altura responde a la mortalidad propia de las condiciones de crecimiento en el interior de la masa, hasta llegar a las clases superiores a 50 cm, momento en el que, independientemente del estrato, los efectivos que alcanzan este tamaño son muy bajos o, incluso, nulos.

El tiempo que tardan las plantitas del regenerado consolidado en alcanzar las diferentes clases de altura varía en ambos estratos: así,

mientras que en el estrato A (Pinsapar estructurado) el crecimiento medio en altura de todas las clases es de 2,6 cm/año ( $EE = 0,44$ ), en el estrato B (Pinsapar Latizal-fustal) es menor: 1,9 cm/año ( $EE = 1,3$ ). El test no paramétrico realizado indicó diferencias significativas ( $p = 0,011$ ). Una vez más, las diferentes condiciones de competencia en ambos estratos indican una situación más favorable para el regenerado consolidado en el Pinsapar estructurado. Debe destacarse en cualquier caso la lentitud del crecimiento, reflejo de la situación a la espera de esta clase bajo el fuerte dominio del dosel adulto.

## II-. EVOLUCIÓN DEL REGENERADO DE PINSAPO DESDE EL ESTADO DE PLÁNTULA HASTA LA CLASE DE PIES MENORES

Si se incorporan a la clasificación anterior las clases de plántula (diseminado menor de un año de edad) y de pies menores (altura superior a 1,5 m y diámetro normal inferior a 5 cm) se obtiene la Figura 2.

La transformación logarítmica de los datos pone de relieve una evolución casi rectilínea de la densidad en ambos estratos desde la fase de plántula hasta la de regenerado consolidado de 50-100 cm, a partir de cuando el número de pies desciende bruscamente. Al incorporar la clase de "Pies menores" en el análisis, se observa un incremento en ambos estratos que no parece corresponderse con la tendencia decreciente en clases anteriores: de ningún pie en la clase 100-

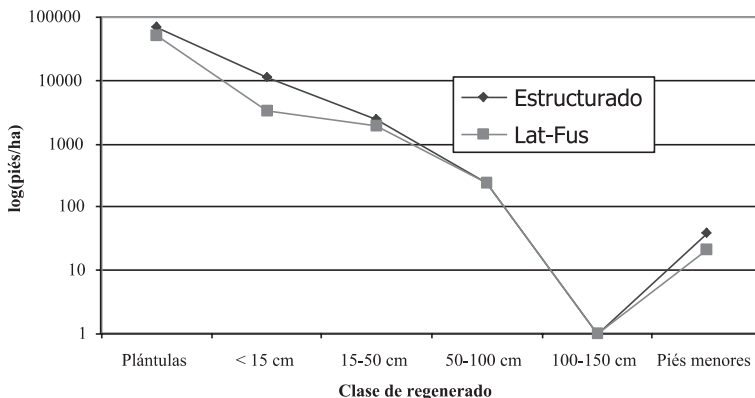


Figura 2. Evolución de la densidad (en escala logarítmica) de regenerado de pinsapos por clases de regenerado en los dos estratos

150 cm se pasa a 40 y 21 pies/ha de pinsapo de la clase pie menor (altura mayor de 1,5 m y diámetro normal menor de 5 cm) para los estratos A y B respectivamente.

Se han realizado análisis de regresión altura/edad para comprobar la dinámica de crecimiento del regenerado y de los pies menores, encontrándose comportamientos diferentes entre una clase y otra.

Para el regenerado se han encontrado relaciones estadísticamente significativas ( $p = 0,01$ ) entre la altura y la edad, lo que indica un estado dinámico de crecimiento en esta clase. Las curvas de regresión obtenidas para los diferentes estratos y sus correspondientes coeficientes de determinación se recogen en la tabla 1.

Sin embargo, el análisis de regresión realizado para los pies menores no resultó significativo, lo que indica una falta de correlación entre la edad de los árboles y su altura en esta clase. Esto significa que estos árboles son árboles estancados. Por otra parte, el rango de edades observado oscila entre 26 y 77 años con una media de 48 años, por lo que, teniendo en cuenta sus dimensiones (diámetro inferior a 5 cm y altura media de 2,4 m.; sin diferencias significativas

entre estratos), se confirma el carácter de dominados o sumergidos de estos árboles.

### CONCLUSIONES

El regenerado consolidado (en valor absoluto y en efectivos pertenecientes a distintas clases de altura) disminuye con el aumento del nivel de competencia que supone pasar del estrato Pinsapar estructurado al de Pinsapar latizal-fustal.

La clase de altura 0-15 cm es la más abundante en todo el pinsapar, al requerir los ejemplares para su mantenimiento menor energía lumínica (relación biomasa respiratoria/biomasa fotosintética más favorable). En el Pinsapar estructurado, con menor limitación de luz, es donde mejor está representada. Árboles con tallas superiores a los 100 cm en el regenerado no son viables, en líneas generales, con la densidad arbórea actual del pinsapar.

El crecimiento del regenerado de pinsapo aumenta con la disminución del nivel de competencia de la masa. En pinsapares estructurados, donde la luz no actúa como limitante en el estra-

ESTRATO	REGRESIÓN ALTURA/EDAD	R <sup>2</sup>
A	$h = 70,9463 + 3,6152 E + 0,7566 E^2$	66%
B	$h = 56,1958 + 5,9754 E + 0,5719 E^2$	73%

Tabla 1. Regresión altura/edad del regenerado en el pinsapar puro

to inferior, el regenerado dominante llega a superar crecimientos medios de 25,6 mm/año. En pinsapares escasamente estructurados, el regenerado rara vez supera los 19 mm/año.

El diferente comportamiento encontrado entre la dinámica de crecimiento del regenerado consolidado y la de los pies menores indica que ha debido producirse un cambio en las condiciones de crecimiento del regenerado. Actualmente, las condiciones del sotobosque no permiten el desarrollo de plantas de más de 100 cm. de altura, salvo la apertura de huecos puntuales; sin embargo la presencia de pies menores de más de 150 cm. de altura implica que en períodos anteriores, las condiciones permitieron el crecimiento del regenerado hasta este estado, quedando posteriormente en estado latente o dominado hasta la actualidad. De hecho, el conocimiento de la historia del pinsapar (ver comunicación previa) permite confirmar este hecho, ya que dada la edad media de estos pies menores (48 años), su establecimiento se produjo en la época en que la espesura del pinsapar era mucho menor que la actual debido a los diversos aprovechamientos que se llevaban a cabo en la zona, fundamentalmente pastoreo y carboneo. Así pues, muchos de estos árboles son coetáneos con aquellos que contribuyeron a cerrar la espesura del pinsapar (especialmente en el estrato B), una vez abandonados tales aprovechamientos. La alta tolerancia a la sombra de esta especie ha permitido su persistencia hasta la actualidad como árboles dominados.

Como resultado de la dinámica del regenerado, y en las condiciones actuales de la estructura del pinsapar, no se está produciendo actualmente una incorporación efectiva de árboles a la clase adulta de forma generalizada. Sin embargo, la estructura del regenerado consolidado presente indica la existencia de una regeneración a la espera, cuyos individuos se convertirían en ejemplares de porvenir en el caso de perturbaciones de mayor intensidad a las sufridas en la actualidad por el pinsapar. La potencialidad de los pies menores como efectivos disponibles para su incorporación a la masa dominante en caso de perturbaciones es más dudosa habida cuenta del largo período de estancamiento que han sufrido; no obstante, es posible que pudieran constituir también una reserva eficaz.

Por todo lo expuesto, se considera que, actualmente, la regeneración del pinsapar se encuentra asegurada frente a posibles perturbaciones siempre que éstas no supongan una destrucción del sotobosque donde se encuentra la regeneración a la espera.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABELLANAS, B., COCA, M., CUADROS, S. OLIET, J., PADRON, E. 2003. La regeneración en el Pinsapar de la Sierra de Grazalema. I: Análisis de la fase de plántula. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 15(2): 21-26.
- ALVAREZ CALVENTE, M. 1994. Los pinsapares malagueños en el recuerdo. En: Gestión y Conservación de los Pinsapares Andaluces. *Monografías Forestales Andaluzas* 1: 77-90. Ed. Asociación Forestal Andaluza – Junta de Andalucía.
- CATALINA, M. A. 1990. *Inventario Forestal del P.N. de Grazalema (Cádiz y Málaga)*. Inédito.
- CATALINA, M. A. 1994. Existencias de Abies pinsapo en Andalucía y aproximación a su estructura de masa. En: Gestión y Conservación de los Pinsapares Andaluces. *Monografías Forestales Andaluzas* 1: 59-69. Ed. Asociación Forestal Andaluza – Junta de Andalucía.
- NAVARRO, F. J. 1994. La gestión forestal del pinsapar del Parque Natural Sierra de Grazalema. En: Gestión y Conservación de los Pinsapares Andaluces. *Monografías Forestales Andaluzas* 1: 47-56. Ed. Asociación Forestal Andaluza – Junta de Andalucía.
- NEVA, J. C. 1994. Evaluación de la gestión y manejo de las masas de pinsapo en el parque natural Sierra de Grazalema. En: Gestión y Conservación de los Pinsapares Andaluces. *Monografías Forestales Andaluzas* 1: 41-46. Ed. Asociación Forestal Andaluza – Junta de Andalucía.
- PADRON, E. 1999. *Estudio de la dinámica y la mortalidad estival de la regeneración de Abies Pinsapo Boiss en la Sierra de Grazalema*. Proyecto Fin de Carrera. Departamento de Ingeniería Rural. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Córdoba.

- RUIZ DE LA TORRE, J. 1994. Los pinsapares andaluces. En: Gestión y Conservación de los Pinsapares Andaluces. *Monografías Forestales Andaluzas* 1: 11-25. Ed. Asociación Forestal Andaluza – Junta de Andalucía.
- SOTO, D. 1996. *Respuesta histórica de los pinsapares a diferentes tratamientos selvícolas y dasonómicos*. Jornadas Técnicas Internacionales sobre Recuperación de Pinsapares.

Consejería de Medio Ambiente- Junta de Andalucía.

**Notas:**

1. Se han realizado ajustes lineales significativos edad-altura que reflejan una relación funcional real entre ambas variables. Los resultados se presentan en el siguiente apartado.