

# EFFECTOS SOBRE LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS POR CORTAS FINALES EN PINARES DE *PINUS HALEPENSIS*.

F. GALIANA<sup>1</sup>; R. PÉREZ BADIA<sup>1</sup>; S. REYNA<sup>1</sup>; J. SANCHO<sup>1</sup>; G. PRATS<sup>1</sup>; & E. GONZÁLEZ LÓPEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universidad Politécnica de Valencia. I.T. Forestal. Cra. Nazaret-Oliva s/n. 46730 Gandía (Valencia). E-mail (FG): fgaliana@agf.upv.es

<sup>2</sup>Consellería de Medi Ambient. Direcció Territorial de Valencia. C/ Gregorio Gea, 27. 46009 Valencia.

## RESUMEN

Los cambios en la diversidad y estructura de los pinares de *Pinus halepensis*, sometidos a tratamientos selvícolas de cortas finales *de entresaca por bosquetes* y cortas con *reserva de masa o aclareo sucesivo uniforme*, se estudian en parcelas experimentales ubicadas en los montes de Tuejar y Chelva (Valencia), en altitudes comprendidas entre los 880 y 930 m. Se controla el efecto que producen las cortas y se establecen muestreos de la estructura y la composición florística, definiéndose las situaciones de antes y después de las actuaciones selvícolas. Además, se estudia el crecimiento de las encinas (*Quercus rotundifolia*), presentes en el estrato arbustivo del pinar, tras las cortas.

**Palabras clave:** silvicultura, diversidad, vegetación, *Pinus halepensis*

## SUMMARY

Vegetation structure and diversity changes in *Pinus halepensis* forest, subjected to silviculture management treatments (patches clear cutting, clear cutting with canopy reservoir or shelterwood uniform system) are studied in experimental plots located at around 880-930 m altitude, in the mountains of Tuejar and Chelva (Valencia, Spain). The effects are controlled by the samplings previous and after clear cutting. The growth, after those cuts, of the holm-oak (*Quercus rotundifolia*), present in the shrub layer of the pine forest, is also studied.

**Keys words:** silviculture, diversity, vegetation, *Pinus halepensis*

## INTRODUCCIÓN

Gran parte de los estudios de silvicultura del pino carrasco tienen como objetivo común la protección del suelo o la mejora de la producción y la calidad la masa. En ese sentido, este estudio se enmarca en un proyecto cuya finalidad es establecer unas bases que permitan conocer y en su caso recomendar cual de los tratamientos de cortas aplicados sobre pinares de *Pinus halepensis* son los más adecuados para convertir una masa de pinar, en la que bajo la cubierta existe un estrato arbustivo con encina, en una masa mixta. Los principales resultados de la comunicación se refieren a la descripción de las situaciones que se establecen antes y después de las cortas analizando los cambios en la diversidad florística y la estructura de estos pinares.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### El área de estudio.

El área estudiada se localiza en la provincia de Valencia, en los términos municipales de Tuejar y Chelva. Las características generales del área definen a las parcelas con pendientes suaves (menores siempre del 5%), de fácil accesibilidad sobre sustratos calizos y margosos. Las orientaciones son fundamentalmente noroeste y norte. Las altitudes oscilan alrededor de los 900 m. La precipitación media anual, para las estaciones meteorológicas más cercanas, es de 441 mm en el

caso del observatorio de Tuejar y 511 mm la del observatorio de Titaguas. El régimen térmico de la zona muestra una tendencia continental, con una temperatura media anual entorno a los 13,2 °C. Desde el punto de vista del piso bioclimático, el territorio está situado en el piso mesomediterráneo, de ombroclima seco. La vegetación del territorio corresponde a un pinar de *Pinus halepensis* con estrato arbustivo dominado por los arbustos, *Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, etc., perteneciente a la asociación *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*, que a su vez forma parte de la serie *Querceto rotundifoliae sigmetum*.

### Las parcelas

Las parcelas se han ubicado en pinares de espesura completa (fracciones de cabida cubierta, FCC, entre el 80% y el 90% y densidad de 900 pies/ha) que están próximos al final del turno. Las parcelas poseen distintas dimensiones según el tratamiento aplicado y son de forma cuadrada para facilitar su replanteo y establecer una orientación clara en todas ellas.

De los posibles tratamientos para el pinar se han ensayado tratamientos aplicando **criterio de aclareo sucesivo uniforme con variación de intensidades de corta** (dos intensidades y con parcelas cuadradas de 45x45 m<sup>2</sup>) y **entresaca por bosquetes con variación del tamaño** (tres parcelas múltiplos de la estimación de referencia de la altura dominante de la masa, 15x15 m<sup>2</sup>, 30x30m<sup>2</sup> y 45x45m<sup>2</sup>) (Tabla 1). El ensayo se ha replicado 3 veces en emplazamientos semejantes, para poder contrastar resultados. Las réplicas se han denominado Chelva, Tuejar I y Tuejar D respectivamente.

Tabla 1

Tratamiento	Dimensión	Características	Nº parcelas/ réplica
Criterio de aclareo sucesivo uniforme	45x45 m <sup>2</sup>	Variación de intensidades	2
Entresaca por bosquetes	h x h, 2h x 2h, 3h x 3h	Variación de tamaños	4 (una de 2h y 3h, dos de h)
Control	parcela 30x30 m <sup>2</sup>	Mejor representación	1

Tipo de tratamiento, dimensión, características y número de parcelas señaladas. (h= altura dominante de referencia tomada como 15 metros).

### Medidas de cobertura y fracción de cabida cubierta de las especies vegetales

Las variaciones en la cobertura de la vegetación derivadas del efecto directo de las cortas, se han estudiado a partir de la realización de dos muestreos, el primero para describir la situación inicial, y el segundo para evaluar los posibles efectos. El método empleado para analizar la cobertura de la vegetación fue el de intercepción por transectos lineales (BONHAM, 1989) en dirección norte-sur de la parcela. Para medir la cobertura arbórea se emplea la misma malla y se percibe la cubierta mediante un densitómetro. El número de transectos varía según las dimensiones de las parcelas (2 en el caso de las de 15x15; 4 en las de 30x30 y 6 en las de 45x45). Se han calculado los valores medios de cobertura de cada especie en cada réplica y los valores medios de las coberturas de grupos de especies definidos por biotipos para cada uno de los tratamientos. Finalmente se ha calculado a partir de los valores de cobertura el índice de diversidad de Shannon (MAGURRAN, 1989).

### Seguimiento del crecimiento de la encina

La cuantificación del efecto que sobre el crecimiento de los pies de encina hayan podido producir las cortas se ha medido sobre 69 encinas. La medida de su crecimiento se aborda mediante técnicas sencillas del crecimiento de los ramillos en pies aislados, aplicadas sobre grupos de características comunes tanto por su estructura, como por su posición relativa dentro de la parcela. Para cada pie de encina se ha practicado la señalización al azar de los ramillos susceptibles de crecimiento mediante anillas numeradas. Se han marcado hasta 30 ramillos en las encinas más grandes y hasta 15 ramillos en encinas de pequeño porte. Se valora un total de 1305 ramillos de crecimiento: longitud del brote, altura, orientación y número de brotes por ramillo.

Para el análisis estadístico se realizan comparaciones múltiples no paramétricas por el test de Kruskal-Wallis. A su vez se procede a efectuar un test de rangos múltiples, mediante el contraste de

Tukey para un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS

### Primer muestreo

En el momento anterior a las cortas las coberturas o Fracción de Cábida Cubierta (FCC) del dosel arbóreo de pino carrasco estaban entre 68.5% (parcela C-4-45) y el 98.4% (parcela Td-6-15) (Tabla 2).

Tabla 2

Réplica	Cobertura inicial media (%)
Chelva	91.5
Tuéjar derecha	92.1
Tuéjar izquierda	85.3

Coberturas medias del dosel arbóreo en el momento inicial.

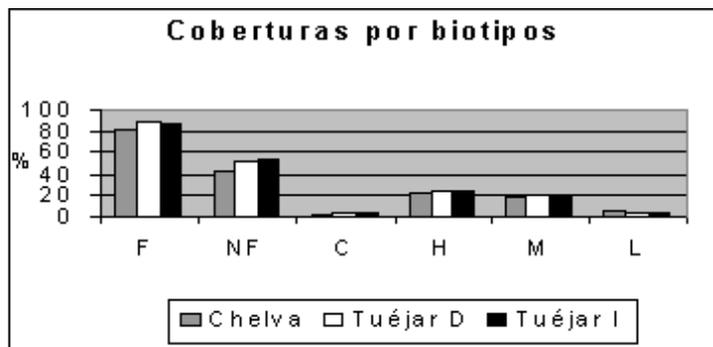


Figura 1. Coberturas medias por biotipos antes de las cortas (F: fanerófitos, NF: nanofanerófitos, C: caméfitos, H: hemcriptófitos, M: musgos, L: líquenes).

Respecto al análisis de cobertura de las otras especies (Tabla 3), de un total de 57 táxones, las que aportan mayor cobertura son el enebro, *Juniperus oxycedrus*, la sabina mora, *Juniperus phoenicea*, la encina, *Quercus rotundifolia*, la coscoja, *Quercus coccifera*, el romero, *Rosmarinus officinalis* y el lastón, *Brachypodium retusum*.

Tabla 3

RÉPLICA	% de Cobertura relativa				
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Brachypodium retusum</i>
Chelva	9.7	6.4	25.4	8.5	16.3
Tuéjar I	20.7	9.2	24.8	3.5	21.9
Tuéjar D	14.4	17.7	19.4	3.7	21.4

Porcentajes de cobertura relativa de las especies principales.

La coscoja, *Quercus coccifera*, es la especie que posee mayor cobertura en las parcelas. Cubre aproximadamente un 25% de la superficie en dos de las zonas estudiadas (Tuéjar I y Chelva) y poco menos del 20% en Tuéjar D.

La siguiente especie en importancia es el lastón, *Brachypodium retusum*, con valores de cobertura comprendidos entre el 16% y el 22%. Le siguen el enebro, *Juniperus oxycedrus*, con valores en torno al 10%-20% y la sabina mora, *Juniperus phoenicea*; estas dos son, además de la coscoja, las especies arbustivas con mayor representación en todas las parcelas.

La cobertura de la encina representa algo más del 8% en las parcelas del término de Chelva y no alcanzó el 4% en las situadas en el término de Tuéjar.

El análisis de cobertura por biotipos (figura1) muestra que los fanerófitos tienen en todas las

parcelas porcentajes de recubrimiento superiores al 80% debido a la cobertura que aporta el pino carrasco. Los nanofanerófitos poseen una media del 50%, (únicamente se obtienen datos inferiores al 30% en la parcela C-6-15).

El porcentaje de superficie ocupado por los hemicriptófitos representa el 20% y los caméfitos están en torno al 6%. Respecto al resto de biotipos, no se encontró ningún geófito y los térofitos no se han tenido en cuenta al estar apenas representados. Los otros grupos analizados fueron los musgos y los líquenes terrícolas. Los primeros representan un 17% de cobertura y los líquenes un 5%.

Las coberturas de los biotipos presentes muestran que las tres réplicas son similares, aunque en las dos Tuéjar las coberturas son por lo general mayores.

### Segundo muestreo

El segundo muestreo se realizó un año después del primero y diez meses después de las cortas, aproximadamente.

Las coberturas obtenidas para la FCC o cobertura del dosel arbóreo posterior a las cortas están relacionadas directamente con el tipo de tratamiento aplicado en cada parcela. Así, en las parcelas con tratamiento de *entresaca por bosque*, las coberturas obtenidas rondan, tal y como era esperado el 0%, pues carecen de estrato arbóreo en el interior. No obstante, a veces se obtienen valores de FCC aportados por la cobertura de los árboles situados en los bordes norte y sur de la parcela.

En las parcelas en las que se aplicó tratamiento con criterio de *aclareo sucesivo uniforme* (ASU) se obtienen valores del 20% si la intensidad ha sido fuerte y cercanos al 40% si la intensidad de las cortas ha sido baja.

Los resultados de las coberturas agrupados por especies indican que los táxones con porcentajes de cobertura mayores siguen siendo los mismos (Tabla 4), el enebro, *Juniperus oxycedrus*, la sabina mora, *Juniperus phoenicea*, la encina, *Quercus rotundifolia*, la coscoja, *Quercus coccifera*, y en el grupo de las herbáceas el lastón, *Brachypodium retusum*.

Tabla 4

RÉPLICA	% de Cobertura				
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Brachypodium retusum</i>
Chelva	6.9	6.3	16.5	9.5	16.6
Tuéjar I	7.6	7.5	21.6	6.5	15.9
Tuéjar D	6.8	12.5	14.1	3.2	15.7

Porcentajes de superficie ocupados por las especies principales.

Como se observa, las coberturas del enebro y del lastón son muy similares en las tres réplicas, en tanto que la sabina, la coscoja y la encina presentan porcentajes de cobertura desviantes en alguna de las réplicas.

El análisis por biotipos (figuras 2, 3 y 4), pone de manifiesto que los fanerofitos descienden hasta una media de un 10, 5% en parcelas con tratamiento de *entresaca por bosquetes*, hasta un 47% en parcelas con tratamiento de ASU Débil y hasta un 23% en parcelas con tratamiento de ASU Fuerte. El grupo de los nanofanerofitos, hemicriptófitos y musgos también ven disminuidos sus porcentajes en todos los tratamientos, en tanto que los caméfitos presentan un ligero aumento en las parcelas ASU Débil y permaneciendo prácticamente constante la cobertura de los líquenes.

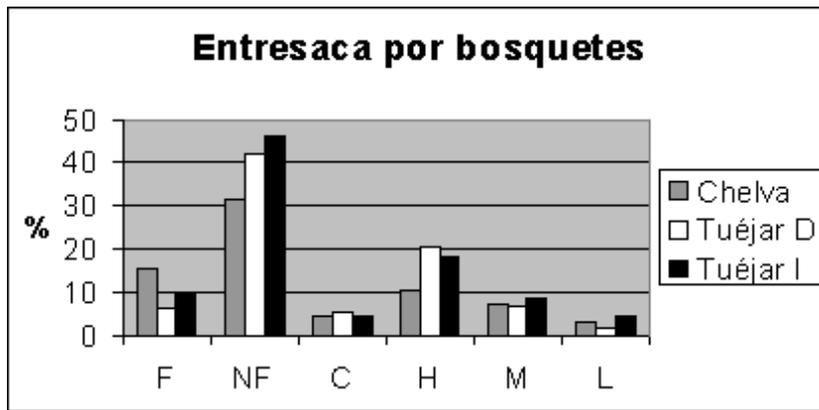


Fig. 2: Porcentajes de cobertura en las parcelas de entresaca (F: fanerófitos, NF: nanofanerófitos, C: caméfitos, H: hemicriptófitos, M: musgos, L: líquenes).

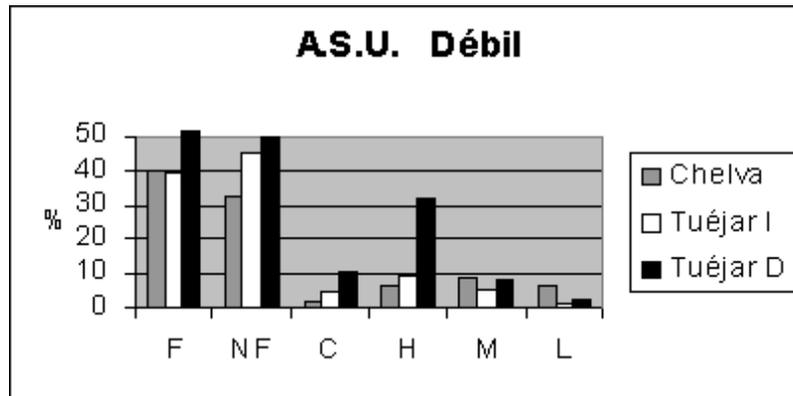


Fig. 3: Porcentajes de cobertura en las parcelas de ASU Débil (F: fanerófitos, NF: nanofanerófitos, C: caméfitos, H: hemicriptófitos, M: musgos, L: líquenes).

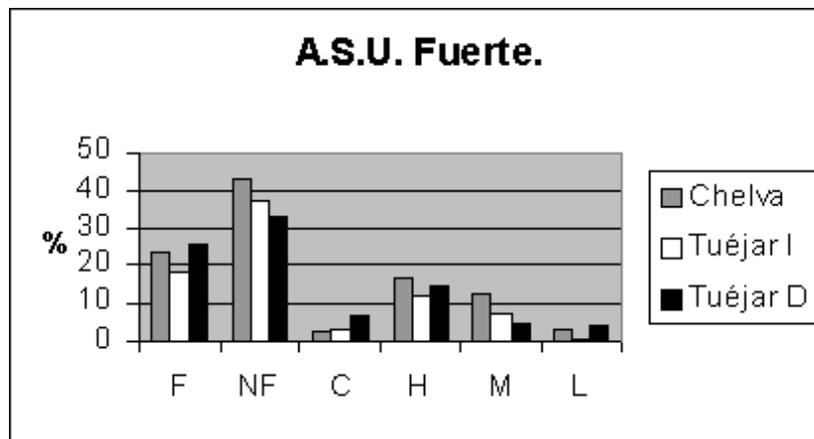


Fig. 4: Porcentajes de cobertura en las parcelas de ASU Fuerte (F: fanerófitos, NF: nanofanerófitos, C: caméfitos, H: hemicriptófitos, M: musgos, L: líquenes).

### Análisis de la variación de la cobertura de la vegetación

Las variaciones encontradas en cuanto a la cubierta del pino indican que la señalización y la corta se han realizado correctamente, tal y como muestran los resultados obtenidos. En las parcelas en las que se aplicaron tratamientos con criterio de **entresaca por bosquetes** se obtuvieron resultados del 0%, con ligeras variaciones debidas a los árboles de borde, tal y como se ha indicado anteriormente. En cambio, en los casos en los que los criterios utilizados prescribían que deben quedar árboles en pie, es decir, en las parcelas de **aclareo sucesivo uniforme**, las coberturas resultantes son del orden de 23% en el caso de las cortas fuertes, y muy próximas al 47% en el caso

de cortas débiles. Con diferencias máximas entre la prescripción y el resultado obtenido en torno al 3%, es decir, los resultados de las cortas fueron casi con exactitud los diseñados para el experimento. Así pues, tras los tratamientos las parcelas han quedado divididas en tres grupos en cuanto al nivel de insolación, lo que permitirá poder realizar comparaciones futuras en la cobertura de la vegetación, su composición y evolución frente a los tratamientos aplicados.

El descenso en las coberturas ha afectado a los diferentes biotipos. La figura 5 representa los cambios para cada biotipo según el tratamiento aplicado. Además de las cortas, la disminución de la cobertura se ha debido al paso de la maquinaria que realizó los trabajos selvícolas. Un año después de la finalización los tratamientos selvícolas, la vegetación no había recuperado los niveles iniciales de recubrimiento.

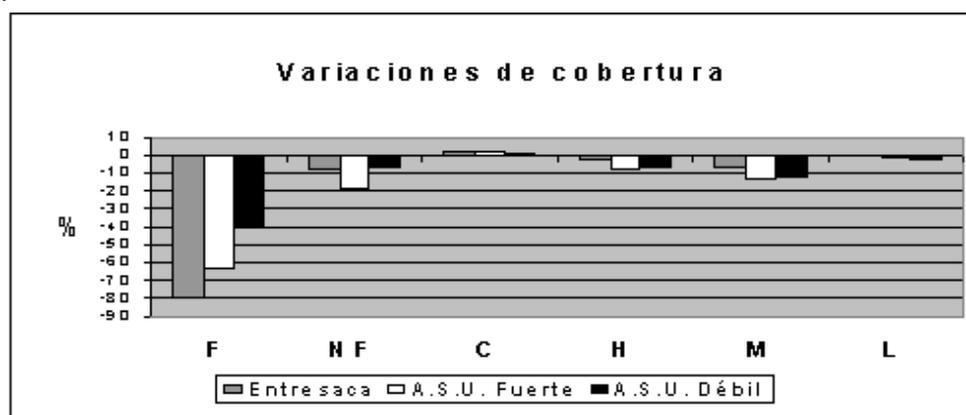


Fig. 5: Variaciones de las coberturas de los grupos de especies agrupados por biotipos y tipos de tratamiento (F: Fanerófitos, NF: Nanofanerófitos, C: Caméfitos, H: Hemicriptófitos, M: Musgos, L: Líquenes).

Tal y como se aprecia en la figura, el único grupo que tiene un descenso directamente relacionado con las diferentes intensidades de corta es el de los fanerófitos, puesto que incluye al pino carrasco que es la especie sobre la que se actuó.

Las especies que mayores descensos han sufrido son las que mayores coberturas aportaban en el inventario inicial, y se corresponden al grupo de los nanofanerófitos, probablemente debido a que su porte les hace más expuestas a ser dañadas por la maquinaria (enebros, sabinas, coscoja, etc.).

El lastón, *Brachypodium retusum*, incluido en el grupo de los hemicriptófitos y de porte herbáceo, ha sido la única especie que no ha sufrido descensos importantes. El enebro, *Juniperus oxycedrus*, posee después de las cortas una media de un 8% menos de lo que cubría antes de realizar las cortas y, aunque en las parcelas de entresaca de 30 m de lado el descenso ha sido del 12%, el análisis de la varianza indica que las diferencias entre tratamientos no son estadísticamente significativas. *Juniperus phoenicea* ha sufrido un descenso ligeramente menor al de *Juniperus oxycedrus*. La variación de cobertura de *Quercus coccifera* entre el primer y el segundo muestreo es menor debido a la fuerte intensidad de rebrote que ha mostrado esta especie tras la remoción del sustrato por la maquinaria de arrastre, efecto que se observa en campo y que queda representado en los datos obtenidos. En el caso de la cobertura de *Quercus rotundifolia* se aprecia que la superficie cubierta se ha mantenido constante, debido sin duda a las extremadas precauciones que se tomaron al realizar las cortas.

El resto de las especies que presentes en los muestreos como *Argilolobium zanonii*, *Heliantemum marifolium*, *Ononis minutissima*, *Sedum sediforme* o *Teucrium capitatum*, tienen presencias tan bajas que no aportan datos suficientes para ser analizados.

**Índice de diversidad de Shanon.** Al calcular este índice para cada una de las parcelas en el primer y segundo muestreo se obtienen resultados semejantes que indican que no existen variaciones significativas y está en todos los casos muy próximo a dos.

## Seguimiento del crecimiento de la encina

Los análisis se basan en la comparación del crecimiento en conjunto de todas las encinas sometidas al mismo tratamiento o grado de insolación. En los resultados se observa que el crecimiento es mayor en las parcelas control (Tabla 5). La hipótesis apunta como causa de una detención en el crecimiento al efecto del estrés hídrico a que podrían estar sometidas las encinas cuando son puestas en luz al abrir la masa y existirtir una mayor evapotranspiración (DUCREY & TOTH, 1992; SABATÉ, 1993).. Siguiendo esta hipótesis, en los tratamientos con criterio de entresaca deberían encontrarse los menores crecimientos, como ocurre para los tamaños de bosquete menores, pero en los bosquetes de 45x45 m<sup>2</sup> se da el segundo mayor crecimiento.

Tabla 5

Tratamiento	Crecimiento	Desv	Error
<b>Ent 45</b>	<b>110,35</b>	60,306	3,677
<i>Ent 30</i>	<b>63,979</b>	30,457	3,837
<i>Ent 15</i>	<b>82,533</b>	45,241	3,923
<i>ASUF</i>	<b>88,449</b>	45,549	2,847
<i>ASUD</i>	<b>93,411</b>	55,272	2,971
<i>Control</i>	<b>119,365</b>	68,350	4,739

Crecimiento medio en milímetros de los brotes de encinas agrupadas según tratamiento. Desv: desviación estándar; Error: error estándar.

Esto es debido a que las encinas difieren significativamente en su crecimiento según su tamaño (MAYOR & RODÁ, 1994), y en las parcelas, tras la realización de una clasificación por tamaños, se ha encontrado que las encinas están en distintos grados de desarrollo, habiendo una mayor proporción de encinas grandes, con mayores crecimientos, en las parcelas control y de criterio de entresaca por bosquetes de 45x45 m<sup>2</sup>. Esto podría explicar las diferencias de crecimiento encontradas que resultan contradictorias con la hipótesis del estrés hídrico.

## CONCLUSIONES

Las variaciones encontradas en cuanto a la cubierta del pino indican que la señalización y la corta se han realizado correctamente, tal y como muestran los resultados obtenidos.

Las especies que tenían mayor cobertura antes de efectuar los tratamientos selvícolas, ven disminuidos sus porcentajes, siendo *Juniperus oxycedrus* la más afectada, con una media de un descenso del 8%. No obstante, estas especies se mantienen dominantes y no se observan diferencias que pudieran ser relacionadas con las diferentes intensidades de las cortas.

La intensidad del muestreo realizado para la evaluación de las variaciones de la cobertura de las especies parece la adecuada pero se deben realizar repeticiones espaciadas en el tiempo para poder extraer conclusiones representativas de cómo evoluciona cada una, debiéndose utilizar un sistema de puntos de referencia fijos instalado en las parcelas.

La comparación de los resultados obtenidos de la aplicación del índice de Shannon para el primer y segundo muestreo, indica que las cortas, pese a haber modificado la superficie cubierta por la vegetación, no han afectado a las importancias relativas de cada una de las especies respecto del total de la vegetación.

Por el momento no se puede establecer ninguna relación entre el crecimiento de las encinas respecto a los tratamientos de corta realizados, pues no se constatan diferencias importantes entre estos, aunque se deja entrever un mayor crecimiento en las parcelas controles, siendo necesario continuar con el seguimiento y control de estos crecimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BONHAM, C.D. (1988). *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley & Sons. New York.
- DUCREY, M. & TOTH J. (1992). Effect of cleaning and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (*Quercus ilex* L.). *Vegetatio*, 99-100. Pp: 331-343.
- MAGURRAN, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedralà.
- SABATE, S. (1993). *Canopy structure and nutrient content in a Quercus ilex L. Forest of Prades Mountains: effect of natural and experimental manipulation of growth conditions*. PhD. Thesis. Univ. Barcelona.