

RESPUESTA A LA REITERACIÓN DE PERTURBACIONES DEL MONTE BAJO DE ENCINA Y ROBLE Y POSIBLES TRATAMIENTOS DE MEJORA

Josep María Espelta Morral¹, Consuelo Bonfil² y Javier Retana Alumbrosos¹

¹ CREA. Edificio C. Campus Universitat Autònoma de Barcelona. 08193-BELLATERRA (Barcelona, España). Correo electrónico: josep.espelta@uab.es

² Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. MÉXICO D. F. 04510 (México)

Resumen

El aumento de grandes incendios puede inducir importantes cambios en el paisaje forestal. En Cataluña, destaca la disminución de la superficie ocupada por bosques de pino laricio (*P. nigra*), y su sustitución por extensas masas mixtas de roble (*Q. cerrrioides*) y encina (*Q. ilex*), favorecidas por la vigorosa capacidad de rebrotar de estas especies. Ante este nuevo escenario ecológico será importante valorar la capacidad de respuesta de estas masas a la reiteración de perturbaciones, así como evaluar que tratamientos silvícolas podrían aplicarse para su progresiva conversión de monte bajo a monte alto. La aplicación de diferentes combinaciones de perturbación, con varias frecuencias y en diferentes épocas del año, ha puesto de manifiesto una elevada supervivencia en ambas especies, así como la disminución en su recuperación cuando aumenta la reiteración de perturbaciones y/o estas se producen a finales de verano, la estación de máximo estrés fisiológico. La aplicación de un resalveo moderado, conservando 2-4 resalvos por cepa, se ha mostrado como la mejor alternativa de manejo puesto que con él se consiguen niveles de estímulo del crecimiento y de la producción de bellotas similares al de tratamientos más intensos, pero un menor desarrollo de nuevos rebrotes no deseados.

Palabras clave: *Incendio*, *Producción de bellotas*, *Quercus ilex*, *Quercus cerrrioides*, *Rebrote*, *Resalveo*

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de bosques de encina y roble de Cataluña presentan una estructura de monte bajo fruto de un tradicional e intenso aprovechamiento para la obtención de carbón y leñas (TERRADAS, 1999). Asimismo, la presencia de estas masas ha aumentado en las últimas décadas debido a los importantes cambios producidos en los paisajes forestales por la reiteración de grandes incendios. Entre estos casos, destaca la disminución de la superficie ocupada por bosques de pino laricio (*P. nigra* Arn.), debido a la

escasa capacidad de regeneración natural después del fuego de esta especie, y su sustitución por extensas masas mixtas de roble (*Q. cerrrioides* Willk. et Costa) y encina (*Q. ilex* L.), favorecidas por la vigorosa capacidad de rebrotar de estas especies (ESPELTA et al., 2003).

La capacidad de rebrotar es un eficaz atributo vital por el que las plantas pueden recuperar la biomasa perdida después de una perturbación (BELLINGHAM, 2000). La rápida recuperación de la vegetación después de una perturbación (ej. fuego) a partir de la rebrotada previene la erosión del suelo y evita la pérdida de nutrientes

(TRABAUD, 1994) y facilita el restablecimiento de condiciones favorables para la recuperación de la fauna (PRODON et al., 1984). Sin embargo, la regeneración por rebrotada de bosques de encina y roble después del fuego conduce a formaciones con una gran homogeneidad estructural, caracterizadas por una elevada densidad de cepas con multitud de rebrotes, que muestran un escaso desarrollo vertical y una baja productividad (ESPELTA et al., 2003). En este contexto, se han propuesto diferentes prácticas para mejorar el desarrollo de estas formaciones conduciéndolas a estructuras de mayor madurez, entre las que destaca su progresiva conversión a “fustales sobre cepa” o en la medida de lo posible hacia monte alto (SERRADA et al., 1996). Este proceso implica un resalveo intensivo para disminuir la competencia entre los rebrotes reservados y aumentar su crecimiento. Esta práctica ha sido propuesta para incrementar la productividad de estos montes, mejorar la estructura de la masa, posibilitar otros usos alternativos del bosque (ej. pastoreo, aprovechamiento cinegético, etc.), disminuyendo el riesgo de incendio y favoreciendo la regeneración por bellota (sexual) del bosque (CAÑELLAS et al., 1996). Sin embargo, todavía existe escasa información sobre las posibles diferencias que pueden existir entre la encina y el roble a este tipo de tratamientos, con que intensidad deben aplicarse, hasta que punto la nueva rebrotada que puede producirse después del resalveo puede comprometer los resultados a obtener, así como sus efectos sobre la reproducción sexual (producción de bellotas).

El objetivo de esta comunicación es presentar los resultados obtenidos en diferentes experimentos realizados por el CREAM desde 1998 con el objetivo de: i) valorar la capacidad de respuesta de estas masas de encina y roble a diferentes intensidades y reiteración de perturbaciones, así como ii) evaluar su respuesta a diferentes intensidades y tipos de resalveo. Parte de estos trabajos se han continuado realizando en el marco del seguimiento ecológico de los tratamientos silvícolas realizados por la Oficina de Prevención Municipal de Incendios Forestales (OTPIF) de la Diputación de Barcelona para la recuperación de bosques afectados por grandes incendios en la provincia de Barcelona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Area de estudio

Este estudio se ha desarrollado en las comarcas del Bages, Berguedà y Solsonés (Cataluña), en una área afectada por dos grandes incendios que en 1994 y 1998 destruyeron respectivamente 24.300 y 18.000 ha. Las condiciones climáticas corresponden al Mediterráneo seco-subhúmedo según el índice de Thornthwaite con una temperatura media de 10-13°C y una precipitación de 550-700 mm. De acuerdo con los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (ICONA, 1993), antes del fuego, la mayor parte de la superficie (81%) estaba ocupada por bosques de pino laricio (*P. nigra* Arn), con una abundante presencia de encina (*Q. ilex* L.) y roble cerrioide (*Q. cerrioides* Willk. et Costa) en el sotobosque. Después del fuego, la escasa regeneración del pino laricio y la vigorosa rebrotada de encinas y robles, transformó la mayor parte del paisaje forestal en masas mixtas de encinas y robles en regeneración con una elevada densidad de rebrotes.

Diseño experimental

Respuesta de la encina y roble a diferentes intensidades y recurrencia de perturbaciones

Para este estudio se escogieron 3 zonas con abundante regeneración de encina y roble y un diferente historial de incendios forestales (F94 = afectada por el incendio de 1994, F98 = afectada por el incendio de 1998, y F94+98 = afectada por ambos incendios). En cada zona se aplicaron tratamientos de creciente intensidad de perturbación (corta parcial, corta total y quema) en dos épocas del año (antes y después del verano) y un tratamiento control (no perturbado). Cada uno de estos 7 tratamientos se aplicó en 1999 sobre 16 encinas y 16 robles (un total de 1344 individuos). Antes de la aplicación se caracterizó el tamaño y biomasa de cada individuo. La respuesta a los tratamientos aplicados se evaluó un año después (2000), midiendo la biomasa aérea producida por cada individuo. El efecto de los tratamientos experimentales sobre la supervivencia se analizó mediante modelos log-lineales aplicados a una tabla de contingencia múltiple en la que se recogían por separado el número de individuos muertos y vivos en cada

combinación de factores considerados (especie, historial de fuego y tipo de perturbación). El efecto de los tratamientos experimentales sobre el incremento neto en biomasa se analizó mediante tests ANOVA, utilizando en estos análisis el residuo de la regresión de esta variable respecto a la superficie del tocón, con el objetivo de sustraer el efecto de las diferencias en el tamaño de los individuos antes de los incendios forestales. Un mayor detalle sobre el diseño experimental de este estudio puede obtenerse en BONFIL *et al.* (2004).

Respuesta de la encina y roble a diferentes intensidades y tipos de resalveos

Este experimento se realizó entre 1999 y 2001 en 2 áreas con abundante regeneración de encina y roble localizadas en la zona afectada por el incendio de 1994. En cada zona se establecieron 5 parcelas de 30x20 m donde se aplicaron los siguientes tratamientos de resalveo y poda: i) resalveo y reserva del rebrote dominante (S1), ii) resalveo y reserva del rebrote dominante con poda del 40% de su altura (S1P), iii) resalveo y reserva de 3 rebrotes dominantes (S3), resalveo y reserva de 3 rebrotes dominantes con poda del 40% de su altura (S3P) y iv) control (C). De cada parcela se escogieron al azar 20 robles y 20 encinas, de los cuales se midió en 2000 y 2001 el crecimiento en diámetro y altura de los pies reservados, la producción de nuevos rebrotes y la producción de bellotas. El efecto de los tratamientos aplicados sobre

estas variables se analizó mediante modelos ANCOVA de medidas repetidas, incluyendo los factores especie, parcela, tratamiento, y la superficie del tocón (con el objetivo de incluir el efecto de las diferencias en el tamaño de los individuos antes del incendio). Un mayor detalle sobre el diseño experimental de este estudio puede obtenerse en ESPELTA *et al.* (2003).

RESULTADOS

Respuesta de la encina y roble a diferentes intensidades y recurrencia de perturbaciones

La supervivencia de *Q. ilex* y *Q. cerrioides* no se vio significativamente afectada por los diferentes tipos de perturbación aplicada. La supervivencia en ambas especies superó el 99%, con una mortalidad de tan solo 14 individuos (7 por especie) de los 1344 analizados. Sin embargo en ambas especies, el incremento neto en biomasa disminuyó en las zonas afectadas por el incendio más reciente (F98) y especialmente en aquellas zonas afectadas por dos incendios (F94+98), siendo este efecto mayor en *Q. ilex* en comparación a *Q. cerrioides* (ANOVA, $F = 5.9$, $p=0.003$). Asimismo, el tipo de perturbación aplicada también modificó el patrón de desarrollo aunque existieron diferencias entre ambas especies (Figura 1). El crecimiento neto en biomasa fue similar entre los individuos control y aquellos que se sometieron a una corta parcial

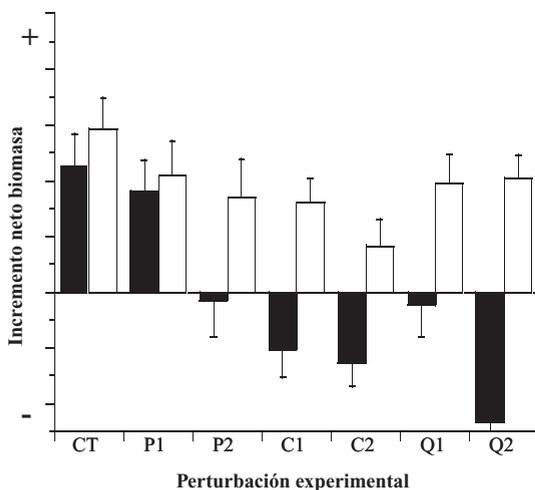


Figura 1. Media (\pm ES) del residuo de la relación entre incremento de biomasa y el tamaño previo de individuos de *Q. ilex* (en negro) y *Q. cerrioides* (en blanco) bajo diferentes tratamientos experimentales de perturbación. CT = Control; P1 = Corta parcial antes de verano; P2 = Corta parcial después de verano; C1 = Corta antes de verano; C2 = Corta después de verano; Q1 = Quema antes de verano; Q2 = Quema después de verano. Valores positivos indican un crecimiento mayor y valores negativos un crecimiento menor al esperado según el tamaño previo del individuo

(tanto antes como después del verano) en ambas especies, pero alcanzó valores más elevados en *Q. cerrrioides* que en *Q. ilex* en los otros tratamientos experimentales, especialmente en el caso de individuos en los que se aplicó la quema después del verano.

Respuesta de la encina y roble a diferentes intensidades y tipos de resalveos

Dos años después de la aplicación del resalveo experimental *Q. cerrrioides* mostró mayores tasas de crecimiento que *Q. ilex*, tanto en altura (ANCOVA, $F = 7.02$, $p=0.017$; *Q. cerrrioides* = 18.4 ± 0.6 cm. y *Q. ilex* = 24.0 ± 0.9 cm.), como en diámetro (ANCOVA, $F = 8.54$, $p=0.008$; *Q. cerrrioides* = 0.61 ± 0.02 mm y *Q. ilex* = 0.75 ± 0.02 mm). En ambas especies la aplicación del resalveo y poda de los pies reservados estimuló el crecimiento en altura y diámetro en comparación con el tratamiento control (Figura 2), obteniéndose las tasas más elevadas en aquellos individuos en los que se reservó únicamente un rebrote dominante (Figura 2A y Figura 2B). Por lo que respecta a la poda, los individuos con o sin poda mostraron un crecimiento similar en diámetro y altura. Después de la aplicación del resalveo, la aparición de nuevos rebrotes de cepa y su altura se vio significativamente influida por diversos factores. El número de nuevos rebrotes producidos fue mucho mayor en *Q. ilex* (35.0 ± 1.1) que en *Q. cerrrioides* (14.1 ± 0.4). En ambas especies, una mayor intensidad de resal-

veo incrementó la altura de estos nuevos rebrotes (ANCOVA, $F = 4.09$, $p=0.012$). La altura fue mayor en los tratamientos S1 y S1P (68.6 ± 2.3 cm. y 71.5 ± 2.5 cm., respectivamente) que en S3 y S3P (48.9 ± 2.0 cm. y 49.6 ± 2.1 cm., respectivamente). Pese a la corta edad de regeneración después del fuego (7 años), tanto en *Q. ilex* como en *Q. cerrrioides*, el resalveo favoreció un mayor porcentaje de individuos que iniciaron la producción de bellotas (ANCOVA, $F = 16.19$, $p=0.002$; control = 19 ± 5 % vs. resalveo = 50 ± 11 %), así como una mayor producción de bellotas por individuo (ANCOVA, $F = 18.54$, $p=0.001$; control = 23 ± 8 bellotas vs. resalveo = 93 ± 31 bellotas).

DISCUSIÓN

Aunque la reiteración de perturbaciones prácticamente no modificó la supervivencia de *Q. ilex* y *Q. cerrrioides*, su desarrollo se vio afectado por el régimen de perturbación (historial de fuegos, perturbación experimental inducida) y especialmente por el momento en que esta se produjo (a principios o finales del verano). En ambas especies el crecimiento neto se redujo en aquellos individuos que soportaron dos incendios (1994 y 1998) en un intervalo 4 años, posiblemente debido a un progresivo descenso en las reservas necesarias para la rebrotada (CANADELL & LÓPEZ-SORIA, 1998). En la mayor

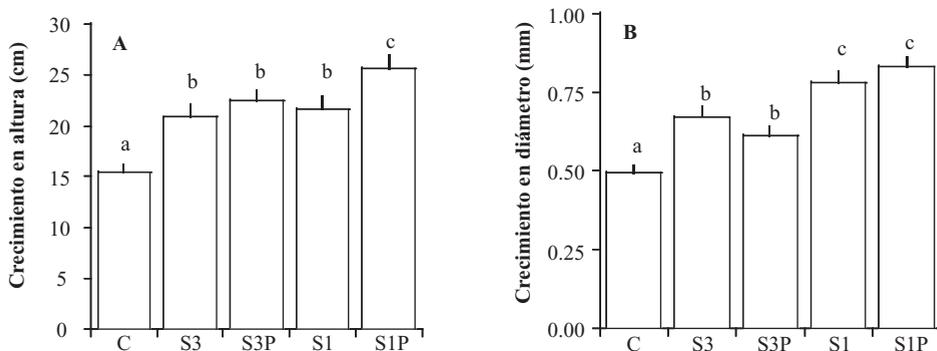


Figura 2. Media (\pm ES) del crecimiento absoluto en altura (A) y diámetro (B) del rebrote dominante en individuos de *Q. cerrrioides* y *Q. ilex* sometidos a diferentes intensidades de resalveo y tratamiento de poda. C = control, S3 = resalveo y reserva de 3 rebrotes dominantes, S3P = resalveo y reserva de 3 rebrotes dominantes con poda del 40% de su altura, S1 = resalveo y reserva del rebrote dominante y S1P = resalveo y reserva del rebrote dominante con poda del 40% de su altura. Letras diferentes indican diferencias significativas según el test de Fisher PLSD

parte de perturbaciones experimentales inducidas (corta o quema) la reducción del crecimiento fue mayor en aquellos individuos que recibieron el tratamiento después del verano, probablemente como resultado del estrés hídrico que los individuos soportaron durante esta estación y que requiere de una importante movilización de las reservas acumuladas. Este resultado proporciona evidencias experimentales del importante efecto negativo que se ha atribuido al estrés hídrico en la pérdida de la capacidad de rebrotar en especies Mediterráneas (BONFIL et al., 2004) y es especialmente relevante en el marco de la disminución de la precipitación y la mayor frecuencia de sequías prevista en la Cuenca Mediterránea fruto del cambio climático.

Tanto en *Q. ilex* como en *Q. cerrioides*, el resalveo incrementó en los pies reservados el crecimiento absoluto y relativo en diámetro y altura, así como la producción de bellotas, debido a la reducción de la competencia entre rebrotes (MAYOR & RODÀ, 1993). En cambio, la aplicación de la poda afectó al crecimiento diametral o en altura, debido a la falta de una clara dominancia apical en individuos todavía de corta edad (7 años) de regeneración (MONTROYA, 1996). El número de nuevos rebrotes producidos tras el resalveo fue similar independientemente de la mayor (S1) o menor (S3) intensidad aplicada, si bien su tamaño fue mayor en S1. La producción de nuevos rebrotes es un proceso controlado por el efecto combinado de cambios hormonales, de humedad e insolación (CHAMPAGNAT, 1989) que probablemente se producen con mayor intensidad en aquellos individuos en los que se aplicó un resalveo más intenso. La interpretación conjunta de estos resultados indica los beneficios de practicar un resalveo en masas de encina y roble en regeneración tras incendio para estimular su desarrollo, incluso a edades relativamente tempranas (7 años). Por el contrario, la poda tuvo escasos efectos en el crecimiento de los individuos. El balance de los resultados obtenidos en el crecimiento de los pies reservados y la nueva producción de rebrotes, uno de los factores que puede comprometer el resultado del resalveo, indica la conveniencia de realizar un resalveo moderado (conservando de 2 a 4 resalvos por

cepa) por su efecto inhibitorio sobre el desarrollo de nuevos rebrotes (ESPELTA et al., 2003).

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Pilar Cortés y al Dr. Abdessamad Habrouk su colaboración en estos estudios. La continuidad de estos experimentos esta siendo actualmente financiada por la OTPIF (Diputación de Barcelona) y el proyecto INIA (RTA2005-00100).

BIBLIOGRAFÍA

- BELLINGHAM, P.J.; 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos* 89: 409-416.
- BONFIL, C.; CORTÉS, P.; ESPELTA J.M. & RETANA, J.; 2004. The role of disturbance in the coexistence of the evergreen *Quercus ilex* and the deciduous *Quercus cerrioides*. *J. Veg. Sci.* 15: 423-430.
- CANADELL, J. & LÓPEZ SORIA, L.; 1998. Lignotuber reserves support regrowth following clipping of two Mediterranean shrubs. *Funct. Ecol.* 12: 31-38.
- CAÑELLAS, I.; MONTERO, G. & BACHILLER, A.; 1996. Transformation of Quejigo oak (*Quercus faginea* Lam.) coppice into high forest by thinning. *Annali Istituto Sperimentale Selvicultura* 27: 143-147
- CHAMPAGNAT, P.; 1989. Rest and activity in vegetative buds of trees. *Ann. Sci. For.* 46: 9-26
- ESPELTA, J.M.; RETANA, J. & HABROUK, A.; 2003. Resprouting patterns after fire and response to stool cleaning of two coexisting Mediterranean oaks with contrasting leaf habits on two different sites. *Forest. Ecol. Manage.* 179: 401-414.
- ICONA; 1993. *Segundo inventario forestal nacional. Cataluña. Barcelona.* 1986-1995. Publ. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAYOR, X. & RODÀ, F.; 1993. Growth response of holm oak (*Quercus ilex* L.) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain). *Ann. Sci. For.* 50: 247-256.

- MONTOYA, J.M.; 1996. *La poda de los árboles forestales*. Mundi-Prensa. Barcelona.
- PRODON, R.; FONS, A. & PETER, A.M.; 1984. L'impact du feu sur la vegetation, les oiseaux et les micromamifères dans les formations méditerranéennes des Pyrénées Orientales. Premiers résultats. *Terre et Vie* 39: 129-158.
- SERRADA, R.; BRAVO, A.; SÁNCHEZ, I.; ALLUÉ, M.; ELENA, R. & SAN MIGUEL, A.; 1996. Conversion into high forest in coppices of *Quercus ilex* subsp. *ballota* L. in Central region of Iberian Peninsula. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura* 27: 149-160
- TERRADAS, J.; 1999. Holm oak and holm oak forests: an introduction. In: F. Rodà, J. Retana, C.A. Gracia & J. Bellot (eds.), *Ecology of Mediterranean evergreen oak forests*: 3-14. Springer-Verlag, Berlin.
- TRABAUD, L.; 1994. The effect of fire on nutrient losses and cycling in a *Quercus coccifera* garrigue. *Oecologia* 99: 379-386