

Revisión bibliográfica

¿Claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en montes bajos de *Quercus* mediterráneos?

Crown thinning with future trees selection in Mediterranean *Quercus* coppices?

Dopazo, C.*

*Instituto Universitario de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (IIAMA).
Grupo de Ciencia y Tecnología Forestal. Universitat Politècnica de València.
Camino de Vera s/n. 46022 Valencia*

* Autor de correspondencia: cardogon@agf.upv.es

Resumen

Los montes bajos de *Quercus ilex* L., *Quercus faginea* Lam. y *Quercus pyrenaica* Willd. han tenido en el pasado un uso tradicional para la obtención de leñas y carbón, así como para pastoreo. Tras la reducción drástica de su aprovechamiento, iniciada hace varias décadas, se ha incrementado su espesura y la competencia entre los pies; la regeneración por brote o semilla es muy limitada y en algunas ocasiones existe decaimiento. Los tratamientos de resalveo con cortas por lo bajo ha sido la opción recomendada para mejorar la situación de estas masas a través de la silvicultura. Otros tipos de cortas que podrían ser de interés, como son las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir, únicamente han sido realizadas en estas especies en algunos casos muy puntuales y con objetivos específicos. Se hace una revisión de las publicaciones realizadas sobre el tema donde se constata esta situación. Las evidencias disponibles sobre claras por lo alto con selección de árboles del porvenir muestran posibles ventajas desde el punto de vista de la sostenibilidad y adaptación al cambio climático, como pueden ser: el desarrollo de pies con más vigor; una más temprana y mayor producción de bellota; el fomento de estructuras más heterogéneas y productos leñosos de mayores dimensiones. Combinadas con otros tipos de clara también permiten una reducción del riesgo de incendios forestales. Se sugieren temas de investigación para disponer de información científica sobre el efecto de este tipo de claras en montes bajos de *Quercus* mediterráneos.

Palabras claves: *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Quercus pyrenaica*, resalveo, adaptación, regeneración.

Abstract

Quercus ilex L., *Quercus faginea* Lam. and *Quercus pyrenaica* Willd. coppices have been traditionally used in the past for firewood and charcoal, as well as for grazing. Following the drastic reduction of their use, which began several decades ago, the competition between trees has increased; regeneration by sprouting or seed is very limited and in some occasions there is decay. The recommended option to improve the situation of these stands through silviculture has been thinning from below treatment. Other types of thinning that could be of interest, such as thinning from above with selection of the future trees, have only been carried out on these species in some very specific cases and with specific objectives. A review of the publications on the subject confirms this situation. The available evidence on the use of thinning from above in the neighborhood of target trees shows possible advantages from the point of view of sustainability and adaptation to climate change, such as: development of more vigorous trees; earlier and greater acorn production; promotion of more heterogeneous structures and larger woody products. Combined with other types of thinning it can also reduce the risk of forest fires. Research topics are suggested in order to obtain scientific information on the effects of this type of thinning on Mediterranean *Quercus* coppices.

Keywords: *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Quercus pyrenaica*, selective thinning, adaptation, regeneration

1. Introducción

Los montes bajos de *Quercus* mediterráneos y submediterráneos dominados por *Quercus ilex* L, *Quercus faginea* Lam. y *Quercus pyrenaica* Willd. han tenido en el pasado un uso tradicional para la obtención de leñas y carbón, así como para pastoreo. Estos aprovechamientos fueron abandonados o se redujeron de forma drástica hace varias décadas, coincidiendo con el uso generalizado de combustibles fósiles. Los cambios en la sociedad agraria a partir de la década de los años cincuenta del siglo pasado y la fuerte emigración de la población rural hacia las ciudades también contribuyeron a una reducción del consumo de leñas y del pastoreo con ganado en estos montes.

Tras el abandono de los aprovechamientos estas masas han incrementado su espesura. El aumento de la competencia ha producido una reducción del crecimiento de los pies procedentes de rebrote. La producción de bellota y la regeneración por semilla están muy limitadas por la espesura excesiva (Bravo *et al.*, 2008). Otros factores también pueden haber influido, como es el caso del cambio climático (Seidl *et al.*, 2017). El incremento de espesura y las nuevas condiciones climáticas también traen consigo (Vericat y Piqué, 2012): la reducción en la capacidad de fijar carbono y de las producciones forestales; el debilitamiento de las masas, decaimiento y mortalidad; problemas adicionales en la regeneración; y mayores riesgos relacionados con los incendios forestales. A su vez, el establecimiento e importante incremento de las poblaciones de ungulados silvestres durante este periodo de tiempo también suponen un cambio, tanto por el interés de estas masas como hábitat para estos animales, como por el efecto de estas poblaciones sobre la cubierta vegetal y su dinámica (Gómez *et al.*, 2003; Perea *et al.*, 2014)

La superficie de monte bajo representa en España alrededor de un 20 % de la superficie forestal arbolada. De esta superficie, las tres especies a las que se refiere este artículo son las más abundantes, con cifras en conjunto en torno al 82 % de la superficie de monte bajo y un papel muy destacado de la encina, especie a la que le corresponde aproximadamente un 57 % de la superficie total de monte bajo (Bravo *et al.*, 2008). Son especies con madera dura, excelente para leña y carbón vegetal (Serrada *et al.*, 1992). Permiten el empleo de tratamientos selvícolas que hacen compatible el aprovechamiento de otros recursos valiosos, como los pastos, ya sea en forma de cubierta herbácea, de bellota o de ramón; para la fauna silvestre o el ganado doméstico. A esta potencialidad productiva se añaden otros importantes servicios sociales y ecológicos, como pueden ser aspectos culturales, el uso recreativo, el paisaje, la fijación de CO₂, la protección frente a la erosión, la mejora de los suelos y su contribución a la biodiversidad. Los bosques de las tres especies están incluidos entre los hábitats de interés comunitario declarados en España (V.V.A.A., 2009) con los códigos 9230 (incluye a los robledales marcescentes mediterráneos o submediterráneos dominados por *Quercus pyrenaica*), 9240 (incluye a los robledales ibéricos de *Quercus faginea*) y 9340 (incluye a los bosques esclerófilos mediterráneos de *Quercus ilex*). Existe por lo tanto un interés en mantener o mejorar la calidad ecológica y la estabilidad a medio y largo plazo de estas masas para que provean a la sociedad de los importantes y variados servicios de la que son capaces.

También hay un reconocimiento de los riesgos presentes, derivados en gran medida del estado actual, tras el abandono de siglos de aprovechamiento intenso, del cambio climático y de la posibilidad de incendios forestales. Todo ello justifica su estudio y manejo adecuado.

Las tipologías de montes bajos sobre las que actuar son muy variadas (Serrada *et al.*, 1993; Bravo *et al.*, 2008) y su clasificación compleja. A la heterogeneidad y complejidad del medio físico se unen otros factores, como son los diferentes tratamientos empleados cuando las masas eran aprovechadas, así como la realización de cortas en momentos posteriores con objetivos diversos. También son múltiples los posibles parámetros a considerar en dichas clasificaciones: las especies arbóreas o arbustivas presentes, la edad, el grado de desarrollo, la sociabilidad y el tipo de estructuras, entre otros. Es común la presencia de masas regulares, procedentes de cortas a matarrasa tras las que se ha producido una regeneración por rebrote, pero no una regeneración por semilla apreciable. Esta situación es frecuente a nivel de rodal y también puede encontrarse únicamente a nivel de cepa, con chirpiales de la misma edad dentro de una misma cepa, pero diferentes edades entre distintas cepas. También pueden ser comunes masas con un piso superior de mayor edad y otro inferior procedente de rebrote tras cortas más o menos intensas.

Las alternativas de gestión planteadas en nuestro país para solucionar los problemas que afectan a estas masas han sido diversas y aparecen detalladas en Bravo *et al.* (2008). De entre estas alternativas destaca la preferencia por aquellas que promueven la conversión del monte bajo a monte alto. En ellas se trata de reducir la espesura del monte bajo buscando un aumento del vigor de los pies que permanecen para permitir su evolución a un fustal sobre cepas y posteriormente conseguir un monte alto procedente de regeneración por semilla. De esta forma se pretende renovar las masas, incrementar su diversidad (genética, funcional y estructural) y hacerlas más resistentes y resilientes a los riesgos actuales. Las actuaciones selvícolas y pascícolas pueden ser un factor determinante para conseguir este cambio en la estructura de la masa (Gracia and Retana, 1996; Manetti *et al.*, 2020), que de forma natural precisaría de largos periodos de tiempo, en los que existiría una probabilidad elevada de perturbaciones que causaran un retorno a fases previas no deseadas.

Las propuestas de intervención para lograr la conversión de monte bajo a monte alto en estas especies también han sido variadas (Bravo *et al.*, 2008). Existe una alternativa de roza entre dos tierras con selección de brotes y diversos tipos de claras. Dentro de estas últimas, las realizadas por corta por lo bajo son las indicadas como más adecuadas en la mayoría de las ocasiones en los principales textos de Silvicultura publicados en España (González, 2005; Bravo *et al.*, 2008; Serrada, 2011;). Se trata de cortas selectivas en las que se eliminan una parte de los pies dominados de la cepa; preferentemente los de menores dimensiones, así como los individuos enfermos, puntisecos o con morfología no deseada. Es el tipo de clara presente en una gran parte de las investigaciones en montes bajos de encina, quejigo y rebollo en España. También el tipo de corta más común en montes bajos en los que se aplica algún tipo de tratamiento selvícola de mejora. Se trata de un tratamiento adecuado, pero presenta diferentes limitaciones que dificultan su aplicación y pueden retrasar el logro de los resultados buscados durante periodos muy largos. Son tratamientos

que suponen costes elevados y unos efectos condicionados por el peso (cuantía) de la corta y limitados en el tiempo. El incremento del peso de las cortas para paliar estos inconvenientes favorece la aparición de nuevos rebrotes no deseados, que pueden ser de difícil control y efectos contraproducentes.

Dentro del panorama de alternativas de intervención mediante cortas de mejora, en las últimas décadas se observa un cambio con la incorporación de las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en diferentes tipos de masas. En el caso de las frondosas del género *Quercus* son recomendadas por Serrada (2011) para robledales regulares en monte alto con producción preferente de madera, así como para fomentar el subpiso de *Quercus* en pinares. González (2005) hace referencia a la actualidad de este tipo de claras en otros países de Europa con muy diversas utilidades, destacando su empleo para todas las especies principales, incluidos los robles. Sin embargo, llama la atención la escasez de referencias a la investigación y resultados de experiencias de este tipo de claras en montes bajos de *Quercus* esclerófilos y marcescentes netamente mediterráneos, como son *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*.

Tras la observación en campo de diferentes situaciones de este tipo de masas en el Sistema Ibérico, se plantea que podrían ser las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir el tipo de clara más adecuado para lograr los objetivos buscados con los tratamientos de conversión a monte alto en un buen número de casos. No solo desde un punto de vista ecológico o selvícola, sino también considerando aspectos de sostenibilidad económica y social. A partir de esta hipótesis se proponen los siguientes objetivos para este trabajo:

- Revisar los tipos de clara empleados en las propuestas y experiencias realizadas hasta el momento para la mejora de los montes bajos de las principales especies de *Quercus* mediterráneas y submediterráneas de la península Ibérica: *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*.
- Analizar las evidencias disponibles sobre el posible interés de las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en las masas del punto anterior.
- Sugerir temas de investigación futura sobre la aplicación de las claras altas selectivas en *Quercus* mediterráneos.

2. Ámbito del análisis y métodos

El análisis se realiza para montes bajos de las principales especies de *Quercus* mediterráneas y submediterráneas en áreas montañosas del Sistema Ibérico (España): *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*. Sus aprovechamientos principales han sido leñas y carbón vegetal, con turnos entre 15 y 30 años, y pastos (Bravo *et al.*, 2008). La estructura de las masas puede ser diversa en función de, entre otros, las especies presentes y los tratamientos realizados con anterioridad: el número de cortas, el tiempo transcurrido entre las mismas, el tipo de tratamiento (re-

lativo a los estratos afectados) y el peso (relativo a la cuantía de espesura extraída). Los casos más frecuentes para los que se plantea la alternativa de aplicación de claras son relativos a masas en las que se ha producido regeneración por rebrote hace alguna década, ya sea por corta a matarrasa para la producción de leñas o por incendio forestal, en las que puede haberse realizado con posterioridad a la regeneración algún tipo de tratamiento de reducción de la densidad.

Se plantea la realización de claras que se basan en la eliminación de competencia a los pies que se consideran de mayor interés para la conformación de la masa principal futura. Esos individuos, que se pueden denominar del porvenir (González, 2005; Serrada, 2011), serán pies con vigor y con los mejores desarrollos de copa y conformación, señalados con un cierto espaciamiento entre sí que permita su desarrollo vigoroso durante un periodo amplio de tiempo (de varios años a décadas), que se puede corresponder con el espaciamiento y número de árboles deseados a una edad madura. Serán los mejores ejemplares de acuerdo con las características buscadas y normalmente serán pies dominantes del estrato superior. Los pies a eliminar serán aquellos que compiten por la luz con los árboles del porvenir y dificultan su desarrollo y buena conformación en el corto plazo. Es muy posible que estos pies a apeaar también pertenezcan a los estratos superiores de la masa, pero siempre con peores características que el árbol del porvenir con el que compiten y posiblemente con un menor grado de dominancia. Este hecho es el que hace que se caractericen como claras por lo alto en relación con el tipo de clara. El peso de la corta no será muy elevado, pues lo que se busca es una liberación de competencia por la luz para los árboles seleccionados como del porvenir sin llegar a favorecer un rebrote de raíz, cepa o parte inferior del tronco.

En el corto plazo se trata de crear cepas con pies de diferente grado de desarrollo, sea cual sea la procedencia del monte bajo y su grado de irregularidad. Puede tener un gran interés en montes bajos regulares, y especialmente en masas relativamente jóvenes, donde la selección de pies en las primeras décadas tiene una gran relevancia para regular la competencia y de esta forma conseguir mejor conformación, crecimiento y vitalidad de los pies del estrato dominante.

Se hace una primera búsqueda bibliográfica en la base de datos de la Web of Science con diversas combinaciones de los términos coppice, conversion, thinning, selective, crown thinning, coppice with standards, monte bajo, claras, claras por lo alto, claras selectivas, *Quercus*, *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*. A continuación se amplía la búsqueda de evidencias disponibles en publicaciones y artículos científicos y técnicos no incluidos en la Web of Science con el uso de los mismos términos y el buscador Google Scholar.

Se analizan las ventajas e inconvenientes de los tratamientos de clara por lo alto con selección de los árboles del porvenir en la conversión a monte alto. Para valorar la viabilidad de la alternativa propuesta para la conversión a monte alto y alcanzar una mayor diversidad estructural se consideran los requisitos que pueden significar una preferencia de acuerdo con la propuesta de Bravo *et al.* (2008). Para valorar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático del tratamiento se emplean los principios establecidos por García-Güemes y Calama (2015).

3. Resultados y discusión

3.1 Experiencias de claras realizadas en montes bajos de *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*

La búsqueda en la Web of Science (*Tabla 1*) con términos en inglés aporta un resultado de 245 artículos relativos a claras en montes bajos de *Quercus*, de los que 56 hacen referencia a *Quercus ilex*, 22 a *Quercus pyrenaica* y 6 a *Quercus faginea*. Al incorporar términos de búsqueda relativos a claras selectivas los resultados se reducen considerablemente; con un término relativo a claras por lo alto no se obtienen resultados para las especies objeto de estudio. Los resultados adicionales que aparecen con los términos en castellano son muy limitados. En la información que ha podido ser consultada no se ha localizado ningún artículo relativo a claras altas con selección de árboles del porvenir para ninguna de las tres especies analizadas. Dominan los artículos en los que se emplean claras por lo bajo y aparecen publicaciones en las que no es posible conocer con certeza el tipo de clara realizada. En estos casos, la situación más común es la reserva de pies del estrato dominante, pero sin precisar con detalle el tipo de pies cortados en la clara. Teniendo en cuenta la información disponible en los artículos es muy posible que se trate de claras por lo bajo con diversos pesos de clara. En otro grupo de experiencias se realizan cortas selectivas, algunas de las cuales se podrían considerar próximas a cortas de entresaca en monte bajo irregular.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la búsqueda en la Web of Science con diferentes combinaciones de palabras clave relativas a las cortas de mejora en montes bajos de *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica* (enero de 2024).

	<i>Quercus</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus faginea</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>
coppice and conversion and	276 ¹	39	2	13
coppice and thinning* and	245	56	6	22
coppice and selective and thinning* and	20	8	0	2
coppice and "selective thinning*" and	17	7	0	1
coppice and "crown thinning*" and	4	0	0	0
"c. with standards" and "crown thinning*" and	3	0	0	0
"monte bajo" and	12	4	2	1

¹ 88 publicaciones relativas a *Quercus cerris* y 58 a *Quercus petraea*

Al ampliar la búsqueda de información a publicaciones no indexadas en la Web of Science los resultados obtenidos aumentan muy considerablemente (*Tabla 2*). Se ha realizado una selección de artículos a partir del título y de la información contenida en el resumen. También se han revisado documentos de divulgación procedentes de diversos tipos de proyectos. Tras el análisis de las publicaciones se mantiene una clara dominancia de las claras por lo bajo, pero aparecen algunas referencias a

diferentes tipos de claras por lo alto. Los principales resultados se reflejan y discuten a continuación.

Tabla 2. Número de artículos obtenidos en la búsqueda con Google Scholar con diferentes combinaciones de palabras clave relativas a las cortas de mejora en montes bajos de *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica* (enero de 2024).

	<i>Quercus</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus faginea</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>
coppice and conversion and	10.500	2.130	284	716
coppice and thinning* and	11.900	3.590	446	1.160
coppice and selective and thinning* and	16.600	2.200	208	755
coppice and “selective thinning*” and	804	299	61	134)
coppice and "crown thinning*" and	292	49	9	32
“c. with standards” and “crown thinning*” and	98	7	2	6
"monte bajo" and conversión and	766	326	195	268
"monte bajo" and clara* and	1.380	630	372	470
"monte bajo" and resalveo and	180	100	88	102

3.2 *Experiencias con claras por lo bajo y otros tipos de clara diferentes de las claras por lo alto con árboles del porvenir*

El resalveo de conversión de monte bajo a monte alto mediante claras bajas aparece descrito con detalle en Serrada (2011) y Bravo *et al.* (2008). En las cortas se eliminan los pies dominados, de menor diámetro y volumen relativo, con preferencia por los situados en el interior de las cepas para favorecer la traslación de las mismas. También se extraen los individuos enfermos, puntisecos y con morfología indeseable. Es el tipo de clara empleado en la mayoría de experiencias realizadas en el Sistema Central y Sistema Ibérico, como son las parcelas permanentes establecidas por el CIFOR-INIA (Montero *et al.*, 2004). Entre las investigaciones para otros tipos de corta destacan las llevadas a cabo por el CREAM (Mayor and Roda, 1993; Gracia and Retana, 1996) con cortas selectivas que se podrían considerar próximas a cortas de entresaca y mantienen un monte bajo irregular, de acuerdo con las tipologías descritas por González (2005) y Serrada (2011).

Las cortas por lo bajo suponen un incremento en diámetro del fuste promedio. Por lo general se aprecia un incremento del crecimiento en diámetro del fuste, tanto en valor absoluto como relativo, en las claras bajas y en otros tipos de claras selectivas (Mayor and Roda, 1993; Cañellas *et al.*, 2004; Roig *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2009; Rodríguez-Calcerrada *et al.*, 2011; Bravo y Serrada, 2012a; 2012b; Moreno-Fernández *et al.*, 2021; Carvalho, 2023). Los efectos sobre el crecimiento en altura y la producción de semilla han sido menos estudiados, debido a la complejidad de su medición. Los resultados obtenidos para el crecimiento en altura no son tan evi-

dentes; existen referencias a mejoras (Espelta *et al.*, 2003; 2007; Bravo y Serrada, 2012a; 2012b; Ruiz-Peinado *et al.*, 2012), pero menos acentuadas y con un posible estancamiento (Cañellas *et al.*, 2004; Ruiz-Peinado *et al.*, 2012; Carvalho, 2023). La producción de semilla tras los tratamientos puede ser más temprana (Espelta *et al.*, 2003; Espelta *et al.*, 2007) y mayor (Espelta *et al.*, 2003; Espelta *et al.*, 2007; Cotillas *et al.*, 2009; Rodríguez-Calcerrada *et al.*, 2011; Ruiz-Peinado *et al.*, 2012), pero en ocasiones sin obtener un incremento significativo en el número de las sanas o infestadas por aumentar las semillas abortadas (Rodríguez-Calcerrada *et al.*, 2011).

Las masas sometidas a claras también presentan una mayor resistencia a las sequías extremas (Rodríguez-Calcerrada *et al.*, 2011; Domingo *et al.*, 2020), aunque no necesariamente una mayor resiliencia (Domingo *et al.*, 2020). Las claras por lo bajo presentan grandes ventajas desde un punto de vista de prevención de incendios, pues reducen la cantidad de combustible (Cañellas *et al.*, 2004) y permiten establecer una discontinuidad vertical de la vegetación que dificultará el paso del fuego a las copas en caso de incendio.

Cuando el objetivo es la conversión a monte alto, la elección del peso es muy relevante y presenta dificultades. Para reducir la competencia y obtener los beneficios indicados se precisan pesos relativamente altos. Con el aumento del peso de la corta se potencia el rebrote (Gracia and Retana, 1996; Montes *et al.*, 2004; Espelta *et al.*, 2007; Cotillas *et al.*, 2009; Bravo y Serrada, 2012a; 2012b), que puede ser difícil de controlar y contraproducente a medio plazo en relación con los objetivos buscados a todos los niveles (continuidad vertical de la vegetación; empleo de recursos de la cepa en los pies de rebrote en lugar de en los resalvos). Un peso elevado que implique resalvos aislados y frágiles también puede ser desfavorable frente a factores bióticos y abióticos, como fitófagos y nieve. Para reducir estos posibles inconvenientes y conseguir los objetivos deseados se debe aumentar la frecuencia y reducir el peso de cada una de las intervenciones. Esta modificación puede suponer un incremento muy elevado de los costes, especialmente en las primeras claras, en las que se extraen productos de menor valor. La importancia del peso de la clara ha supuesto que sea un factor considerado en la mayor parte de las investigaciones. Sin embargo, el tipo de clara no parece haber suscitado la misma atención. No se emplea como factor en las experiencias e incluso su descripción es incompleta en algunos casos, lo que dificulta la interpretación y discusión de los resultados.

3.3 *Experiencias con claras por lo alto con un objetivo de conversión a monte alto*

Son numerosas las experiencias positivas de claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en Europa y desde hace tiempo aparecen como una buena alternativa para producir madera de calidad en árboles propensos a emitir brotes epicórmicos (González, 1996; González, 2005). En montes bajos de áreas en torno al mediterráneo se han empleado con climas y especies de mayor potencial productivo. En estos casos presentan un objetivo adicional de mejora cualitativa de la producción de madera, así como para promover la diversidad y en general la presencia de otras especies de mayor valor (Manetti *et al.*, 2020).

En España y para montes bajos de las especies que nos ocupan, Mesón y Montoya proponen diversos tipos de resalveo, entre los que se encuentran dos que hacen referencia a claras por lo alto. Hay una alternativa denominada “resalveo intensivo” (Montoya y Mesón, 1979; Montoya, 1987; Montoya y Mesón, 2004) con una reserva cuantiosa de resalvos que parece presentar diferencias relevantes, y otra propuesta de “clara selectiva” (Montoya y Mesón, 2004) en una línea similar a las claras aquí descritas. En ambos casos no existe bibliografía de referencia para conocer el posible origen de dichos métodos, que muy probablemente se encuentre en experiencias realizadas y publicadas en otros países europeos. Por otra parte destacan las publicaciones relacionadas con propuestas y experiencias acometidas en Cataluña y Castilla y León en los últimos años.

En Cataluña aparecen referencias a las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en masas de *Quercus* mediterráneos en el marco del Proyecto Mix-ForChange, que tiene un objetivo de aumentar la capacidad adaptativa de los bosques mixtos mediterráneos subhúmedos. Se promueve este tipo de claras en los encinares para potenciar los pies de otras frondosas que fomenten la diversificación de especies y la producción de madera de calidad (Coello *et al.*, 2022). No aparece esta misma propuesta de una forma nítida en el caso del resalveo sobre las cepas de encinar, para las que se promueve dejar 1, 2 o 3 pies por cepa, los mejor desarrollados y posicionados, actuación que parece asemejarse más a una clara mixta o baja de peso elevado. Pero sí que se refleja en la descripción de uno de los ensayos realizados la liberación adicional de encinas bien conformadas mediante la eliminación de uno a dos competidores directos de copa, actuación que se corresponde con el tipo de clara propuesto en el presente trabajo.

En Castilla y León, González (1996) propone el empleo de claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en masas mixtas de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica* con un objetivo de producción de madera de calidad de grandes dimensiones para ambas especies. El mismo autor describe posteriormente este tipo de claras (González, 2005) y plantea el interés de su empleo con algunas especies de luz, pero no hace referencia a su aplicación en los resalvos de conversión de montes bajos en *Quercus* mediterráneos. Para estos últimos propone el resalveo con cortas selectivas por lo bajo fundamentado en las experiencias realizadas hasta ese momento. Sí existen en esta comunidad autónoma referencias posteriores a actuaciones promovidas por parte de la administración forestal en masas de *Quercus pyrenaica* con claras por lo alto con selección de árboles del porvenir. Se trata de propuestas de gestión para favorecer diversas utilidades, como la producción pastoral o la producción de madera de calidad de los mejores pies de rebollo y de otras especies de mayor interés que puedan aparecer en el interior del rebollar (Sevilla, 2005; Broto *et al.*, 2009; Sevilla, 2012; Crespo y García, 2013). Se hace referencia a su aplicación en zonas de transición entre clima mediterráneo y clima atlántico. También se indica en un proyecto de ordenación con monte bajo de encina la posible incorporación de claras por lo alto en fases posteriores, una vez ejecutada una primera rotación con claras por lo bajo (Reque, 2007).

Por el momento no parecen ser prácticas implantadas o promovidas de una forma clara a nivel administrativo para la conversión de monte bajo a monte alto en Cata-

luña, donde todos los modelos ORGEST de gestión forestal sostenible para los montes bajos regulares de *Quercus ilex* (Vericat *et al.*, 2011a) y *Quercus faginea* (Vericat *et al.*, 2011b) plantean claras por lo bajo. En Castilla y León no son propuestas de forma específica en la normativa, aunque se considera que podrían tener cabida en rebollares (*Quercus pyrenaica*) de calidad alta en monte alto estructural, para los que se hace referencia en los modelos de gestión selvícola a claras selectivas (Dirección General del Medio Natural, 2012). En otras comunidades en el entorno del centro, este y sur del Sistema Ibérico las condiciones establecidas por la administración para el aprovechamiento de leñas se ajustan a cortas por lo bajo.

3.4 Ventajas e inconvenientes de los tratamientos de clara por lo alto con selección de los árboles del porvenir en la conversión a monte alto

El empleo de los tratamientos con selección de los árboles del porvenir (los mejores pies, con un cierto espaciamiento entre ellos) y claras por lo alto (eliminar el árbol o árboles que más compiten por la luz con cada uno de los árboles del porvenir) se considera que puede tener las siguientes ventajas e inconvenientes cuando se busca la conversión de monte bajo a monte alto.

Es previsible que los mejores pies, que deben ser ya dominantes y presentar un cierto vigor, puedan responder mejor que el resto al quitarles parte de la competencia directa por la luz al nivel de las copas. Este hecho redundará en una mejora en su vitalidad y en un desarrollo de copa más equilibrado, así como en una más rápida y mayor diferenciación de los pies del porvenir en actuaciones futuras. Esta reducción de competencia a nivel de copas solo podría ser lograda en una clara por lo bajo con pesos de clara elevados, para los que es previsible la generación de un nuevo rebrote con efectos no deseados ya indicados. Por otra parte, el mantenimiento de pies dominados, sin futuro, puede suponer un consumo de recursos de la cepa, pero también una reducción del rebrote inducido por la corta, pues su mantenimiento supone una menor reducción de la parte aérea de la cepa, así como un sombreado de la parte baja de la misma.

En el mismo sentido, parece razonable pensar en una más temprana y mayor producción de bellota, motivada por la reducción de competencia y el previsible aumento de la vitalidad y desarrollo de copa de los pies del porvenir. En el caso de conseguirse este aspecto se dispondría de una más temprana y mayor cantidad de bellotas, de interés tanto para lograr la regeneración sexual, como para aumentar la calidad pastoral. La mejora pastoral por producción de frutos puede afectar tanto a la ganadería doméstica, como a la fauna cinegética y muchos otros tipos de fauna silvestre que los emplean para su alimentación. La regeneración sexual es uno de los objetivos buscados para una mayor estabilidad y longevidad de las masas. Los nuevos brinzales pueden favorecer la adaptación genética al cambio climático y a largo plazo pueden suponer el mantenimiento de pies con diferentes capacidades funcionales debido a la edad, como puede ser la capacidad de rebrote o la vitalidad frente a perturbaciones.

Permite incorporar a la masa principal otras especies de interés de una forma fácil, con sólo ser consideradas como árboles del porvenir en el momento de esta-

blecer y aplicar los criterios de selección. Este hecho puede favorecer un incremento de la diversidad y resiliencia de las masas frente a las perturbaciones.

Se favorece la formación de estructuras más heterogéneas al fomentar pies más desarrollados, diferenciados del resto de la masa, y al mismo tiempo mantener el estrato inferior. Estas estructuras pueden favorecer la creación de microhábitats a medio y largo plazo. También se favorece la resistencia de los pies seleccionados a los ungulados silvestres, tanto por no facilitar en exceso el acceso a los mismos, al mantener en la cepa los pies de menores dimensiones, como por proporcionar con estos últimos una alternativa de alimento a los animales. También pueden dotar a las masas de un mayor valor paisajístico que con un tratamiento de clara baja, debido a su menor uniformidad y mayor desarrollo de las copas de más tamaño. Puede favorecer una mayor resiliencia de las masas frente a perturbaciones, pero no una mayor resistencia frente a los incendios forestales, como sí ocurre con las claras por lo bajo.

Los aspectos económicos y de gestión pueden ser ventajosos frente a las claras por lo bajo en algunas situaciones. Un buen ejemplo puede darse en casos en los que el objetivo preferente es la conversión a monte alto y la producción de leñas se realiza con una intensidad limitada. Desde un punto de vista de coste de las operaciones, la realización de la corta sobre individuos de mayores dimensiones que en las claras por lo bajo supone un menor coste por unidad de peso o volumen de producto (leñas). La selección para la corta de pies de mayor tamaño también repercute en la obtención de productos de mayores dimensiones. Este aspecto es de mayor interés en masas relativamente jóvenes, en las que permite obtener pies de diámetros más adecuados para su empleo como leñas, que es el producto más demandado en la actualidad. En un futuro sería previsible la obtención de resalvos de mayores dimensiones, hecho que podría suponer una oferta de productos más amplia y de mayor calidad para posibles demandas futuras. Podría ser el caso de algunos productos de madera aserrada, como el parqué, el cuadradillo o las duelas para tonelería (Broto *et al.*, 2009; Sevilla, 2012). El señalamiento se considera sencillo y de más fácil delimitación con una buena preparación de los criterios básicos, tanto para la selección de los pies del porvenir (vigor, conformación, espaciamiento y posición en la cepa y respecto a pies de otras cepas) como para la determinación de los pies a eliminar (número de pies competidores por árbol del porvenir y características). Los sucesivos señalamientos podrán ser más sencillos, al ser previsible una diferenciación más fácil de los árboles del porvenir en sucesivas rotaciones. El control de la corta también se puede ver facilitado, al ceñirse la misma a un número de pies por cada árbol señalado como del porvenir. Estas circunstancias pueden favorecer la ejecución actual de algunos tratamientos en condiciones sostenibles cuando exista la posibilidad de participación de la población local asociada a una demanda de leñas.

Al igual que en otros tipos de clara, cuando se quiera obtener una rentabilidad económica con pesos de corta elevados, que faciliten la reducción de costes unitarios, es previsible un rebrote excesivo no deseado.

Una menor rotación de claras (mayor frecuencia) no será tan precisa como en una clara de peso equivalente por lo bajo, al haberse concentrado la reducción de

competencia en los pies seleccionados. Tras la corta es previsible que estos árboles mejoren su predominancia respecto a los pies situados a su alrededor, lo que reduce en gran medida las posibilidades de competencia por la luz que puedan tener en un futuro. En el caso de no poder realizar nuevas claras posteriores, se considera que la situación de la masa será más favorable para una transición a monte alto que en una situación similar en la que únicamente se hayan realizado claras por lo bajo.

Son de fácil incorporación variantes que diversifican las actuaciones y aportan flexibilidad para adaptarse a diferentes situaciones y objetivos:

- Con un peso adecuado de clara por cepa no se condiciona el uso futuro de la superficie. Si sólo hay extracción de pies en las cepas con espesura excesiva se mantiene el mismo número de cepas y la capacidad de rebrote futuro.
- Es posible mejorar la resistencia a los incendios forestales incorporando un porcentaje de clara baja en los lugares diseñados como prioritarios para este tipo de actuaciones en las planificaciones de prevención de incendios. La actuación en estos casos puede ser una clara mixta que contemple tanto un porcentaje de clara por lo alto con selección de árboles del porvenir, con otro porcentaje de clara por lo bajo para establecer una mayor discontinuidad vertical del combustible.
- Al igual que en otros tipos de clara, el acompañamiento de un pastoreo adecuado puede ser de gran interés, tanto en las fases previas a la regeneración por semilla, como especialmente para aumentar la resistencia en las áreas consideradas estratégicas para la prevención de incendios forestales a través de una clara mixta. En las claras propuestas se ve favorecido por la disponibilidad de ramón (al mantener pies dominados a corto y largo plazo); por el menor riesgo de daños a los resalvos (más protegidos del ramoneo de los animales por los pies dominados en torno a los mismos); por la previsible mayor facilidad para evitar un rebrote excesivo, difícil de controlar por los animales (no son precisas cortas de peso tan fuerte para favorecer a los pies del porvenir); y por un mayor potencial de producción de fruto (al concentrar la reducción de la competencia en los pies del porvenir). La movilidad de los animales no se verá tan favorecida como en una clara por lo bajo en los momentos iniciales tras la corta; en sentido contrario, pueden ser más fáciles de evitar dificultades de movimiento a medio y largo plazo causadas por rebrotes intensos tras claras de peso fuerte.
- Es posible considerar el anillamiento para casos especiales en los que sea de interés acelerar la conversión a monte alto y dejar los restos de los árboles en el monte en pie, ya sea por motivos de conservación o de coste del tratamiento o saca de los productos. Es una alternativa ya empleada para frondosas caducifolias en árboles de edades superiores (Reque and Bravo, 2007). En este caso habría que incorporar al análisis los posibles ventajas e inconvenientes adicionales del anillamiento frente a la corta.

También hay alternativas en las que su uso puede quedar limitado. Puede ser el caso de cepas cuyos pies han crecido inclinados y con defectos de forma muy marcados por el exceso de competencia. Las cortas en esta situación podrían llegar a incrementar el riesgo de derribos y daños por nevadas.

3.5 ¿Pueden las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir ser una alternativa en montes bajos de *Quercus mediterráneos*?

Especialmente en aquellos casos que buscan la conversión a monte alto y una mayor diversidad estructural es una alternativa que puede cumplir con todos los requisitos que pueden significar una preferencia en cuanto a las posibles alternativas a adoptar. Estos requisitos (Bravo *et al.*, 2008) son relativos a:

- 1º Mantener e incluso mejorar la calidad ecológica asegurando la estabilidad a medio y largo plazo.
- 2º No perder los beneficios indirectos más importantes.
- 3º Obtener rentas a través de la producción de uno o varios recursos, con relevancia para el desarrollo rural y el empleo.
- 4º No condicionar totalmente el futuro uso de una superficie, manteniendo el número de cepas por unidad de superficie y permitir flexibilidad frente a diversas utilidades futuras.
- 5º Producir una mejora en el aprovechamiento por parte del ganado silvestre o doméstico.

También cumple con los principios considerados en la silvicultura para reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático a través del aumento de la resiliencia de las masas, como son (García-Güemes y Calama, 2015):

- 1º Un posible incremento de la diversidad intraespecífica a medio y largo plazo al favorecer la regeneración por semilla.
- 2º Incrementar la diversidad estructural al favorecer la diversidad de dimensiones y, a medio o largo plazo, de edades.
- 3º Incrementar la resiliencia individual frente a agentes bióticos y abióticos al dotar a los pies de mayor vigor.

- 4º Flexibilizar y diversificar la selvicultura, al facilitar la incorporación de acciones sostenibles de baja intensidad.

3.6 Propuestas en relación con las claras altas por lo alto con selección de los árboles del porvenir en la conversión a monte alto

Una vez vista la posible utilidad del empleo de claras por lo alto con selección de los árboles del porvenir en la conversión a monte alto de masas de *Quercus* mediterráneos y submediterráneos, se indican algunas propuestas para su consideración:

- Es de gran interés que en los ensayos a realizar en un futuro se considere el tipo de clara como un factor determinante. En este sentido, en las experiencias deben ser caracterizadas de forma precisa, tanto las masas sobre las que se actúa, como las cortas realizadas (peso, tipo y criterios de selección de los árboles). En las claras por lo alto con selección de los árboles del porvenir será preciso indicar, de forma adicional, el número de árboles del porvenir seleccionados por unidad de superficie y el número de competidores a eliminar por cada árbol del porvenir. La falta de caracterización precisa en las experiencias hace su estudio farragoso y puede limitar su utilidad.
- Se deben incorporar las claras por lo alto con selección de árboles del porvenir en los programas y proyectos de investigación en *Quercus* mediterráneos y submediterráneos para poder disponer de evidencias científicas sobre sus efectos. Son variables a estudiar las ya empleadas con otros tipos de clara: los crecimientos (diámetro normal, altura total, diámetro de copa y altura de copa), con un especial interés en los pies del porvenir; el rebrote generado; la evolución en la producción de bellota; el decaimiento y la vulnerabilidad a sequías severas. La comparación de resultados de las variables objetivo entre claras de diferente tipo, realizadas de forma simultánea y en el mismo lugar, puede ser un primer tema de investigación futura, tanto por su menor complejidad como por el gran interés para la toma de decisiones en la gestión forestal.
- En la actualidad este tipo de tratamiento no está contemplado dentro de las normas que regulan las cortas en montes bajos en, al menos, una buena parte de las áreas centro, sur y este del Sistema Ibérico. Este hecho limita la posibilidad de su ejecución. Se considera que se debe plantear la posibilidad de modificar algunas de las normas administrativas actuales relativas a la ejecución y control de los tratamientos selvícolas en montes de estas especies. El objetivo sería permitir, facilitar e incluso fomentar su empleo en aquellas situaciones en las que las evidencias sean favorables.

4. Bibliografía

- Bravo, J.A.; Roig, S.; Serrada, R.; 2008. Selvicultura en montes bajos y medios de *Quercus ilex* L., *Q. pyrenaica* Willd. y *Q. faginea* Lam. En Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J.A.; (coord.), *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Educación y Ciencia, pp. 657-744.
- Bravo, J.A.; Serrada, R.; 2012a. Resalveos de conversión en montes bajos envejecidos de encina (*Quercus ilex* ssp *ballota*). En: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R.; (eds.), *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic de Catalunya, Solsona, pp. 142-145.
- Bravo, J.A.; Serrada, R.; 2012b. Resalveos de conversión en montes bajos envejecidos de quejigo (*Quercus faginea*). En: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R.; (eds.), *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic de Catalunya, Solsona, pp. 146-147.
- Broto, M.; Lizarralde, I.; Ezquerro, F.; Prieto, C.; Sevilla, F.; Torre, M.; 2009. Selvicultura del rebollo para obtención de productos de alto valor añadido. Estrategias silvícolas y técnicas innovadoras en Castilla y León. *Actas del V Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Ávila.
- Cañellas, I.; Del Río, M.; Roig, S.; Montero, G.; 2004. Growth response to thinning in *Quercus pyrenaica* Willd. coppice stands in Spanish central mountain. *Ann. For. Sci.* 61, 243–250. <https://doi.org/10.1051/forest:2004017>
- Carvalho, J.P.F.; 2023. Improvement Cuttings in the Conversion of Pyrenean Oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) Coppice. *Forests* 14, 575, 12 pp. <https://doi.org/10.3390/f14030575>
- Coello, J.; Piqué, M.; Beltrán, M.; Coll, L.; Palero, N.; Guitart, L.; 2022. *Gestión adaptativa y naturalística en bosques mixtos mediterráneos subhúmedos: encinares, castañares, robledales y pinares*. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Solsona (Lleida) y Centre de la Propietat Forestal, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona).
- Cotillas, M.; Sabaté, S.; Gracia, C.; Espelta, J.M.; 2009. Growth response of mixed mediterranean oak coppices to rainfall reduction Could selective thinning have any influence on it?. *For. Ecol. Manage.* 258, 1677-1683. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.07.033>
- Crespo, A.; García, I.; 2013. Guía de gestión para los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Actas del VI Congreso Forestal Español. Montes: Servicios y desarrollo rural*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Vitoria.
- Dirección General del Medio Natural, 2012. Modelos de gestión selvícola compatibles con la obtención de la calificación de orientación energética (Art. 4.3 de la Orden FYM/133/2012). Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/bioenergia.html> Consulta. 23 febrero 2024.
- Domingo, J.; Zavala, M.A.; Madrigal-González, J.; 2020. Thinning enhances stool resistance to an extreme drought in a Mediterranean *Quercus ilex* L. coppice: insights for adaptation. *New Forests* 51, 597–613. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09755-4>
- 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. *For. Ecol. Manag* 179, 401-414. [https://doi.org/10.1016/S03781127\(02\)00541-8](https://doi.org/10.1016/S03781127(02)00541-8)
- Espelta, J.M.; Bonfil, C.; Retana, J.; 2007. Respuesta a la reiteración de perturbaciones del

- monte bajo de encina y roble y posibles tratamientos de mejora. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 21, 37-42.
- García-Güemes, C.; Calama, R.; 2015. La práctica de la selvicultura para la adaptación al cambio climático. En: Herrero, A.; Zavala, M.A.; (eds). *Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Gómez, J.M.; García, D.; Zamora, R.; 2003. Impact of vertebrate acorn and seedling predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *For. Ecol. Manage.* 180, 125–134. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00608-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00608-4)
- González, J.M.; 1996. Tipificación de las masas mixtas de pino y rebollo en el centro de España y desarrollo de conceptos para su tratamiento selvícola. Actas de la reunión del Grupo de Trabajo de Selvicultura Mediterránea. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 3, 147-165.
- González, J.M.; 2005. *Introducción a la selvicultura general*. Universidad de León. León.
- Gracia, M.; Retana, J.; 1996. Effect of site quality and thinning management on the structure of holm oak forests in northeast Spain. *Ann. Sci. For.* 53, 571-584. <https://doi.org/10.1051/forest:19960236>
- Manetti, M.C.; Becagli, C.; Bertini, G.; Cantiani, P.; Marchi, M.; Pelleri, F.; Sansone, D.; Fabio, G.; 2020. The conversion into high forest of Turkey oak coppice stands: methods, silviculture and perspectives. *iForest* 13, 309-317. <https://doi.org/10.3832/for3483-013>
- Mayor, X.; Roda, F.; Growth response of holm oak (*Quercus ilex* L.) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain), 1993. *Ann. Sci. For.* 50, 247–256. <https://doi.org/10.1051/forest:19930303>
- Montero, G.; Madrigal, G.; Ruiz-Peinado, R.; Bachiller, A.; 2004. Red de parcelas experimentales permanentes del CIFOR-INIA. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 18, 229-236.
- Montes, F.; Cañellas, I.; del Río, M.; Calama, R.; Montero, G.; 2004. The effects of thinning on the structural diversity of coppice forests in Spain. *Ann. For. Sci.* 61(8), 771-779. <https://doi.org/10.1051/forest:2004074>
- Montoya, J.M.; Mesón, M.L.; 1979. Situación actual y perspectivas futuras de los montes bajos de *Quercus pyrenaica* Willd. *Rev Montes* 193, 211-216.
- Montoya, J.M.; 1987. Montes bajos de frondosas mediterráneas: el resalveo intensivo. Una técnica de restauración de bosques de frondosas autóctonas. *Rev Montes* 15, 46-50.
- Montoya, J.M.; Mesón M.L.; 2004. *Selvicultura mediterránea*. Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi-Prensa. Tomo II. Madrid.
- Moreno-Fernández, D.; Aldea, J.; Gea-Izquierdo, G.; Cañellas, I.; Martín-Benito, D.; 2021. Influence of climate and thinning on *Quercus pyrenaica* Willd. Coppices growth dynamics. *Eur. J. For. Res.* 140, 187–197. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01322-3>
- Palacios, R.; Serrada, R.; Bravo, A.; 2009. Crecimiento diametral del quejigo (*Quercus faginea* Lam.) en monte bajo y respuesta a resalveos de conversión. *Actas del V Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Ávila.
- Perea, R.; San Miguel, A.; Gil, L.; 2014. Interacciones planta-animal en la regeneración de *Quercus pyrenaica*: ecología y gestión. *Ecosistemas* 23(2), 18-26.
- Reque, J.; 2007. Propuesta de tratamientos selvícolas y método de ordenación dasocrática del monte “El Viejo”. Actas de la Reunión Selvicultura y la Gestión de Ordenación de Masas de Monte Bajo. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 21, 75-81.
- Reque, J.; Bravo, F.; 2007. Viability of thinning sessile oak stands by girdling. *Forestry* 80(2), 193-199. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm003>

- Rodríguez-Calcerrada, J.; Pérez-Ramos, I.M.; Ourcival, J.M.; Limousin, J.M.; Joffre, R.; Rambal, S.; 2011. Is selective thinning an adequate practice for adapting *Quercus ilex* coppices to climate change? *Ann. For. Sci.* 68, 575–585. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0050-x>
- Roig, S.; Bravo, A.; Cañellas, I.; del Río, M.; Serrada, R.; 2007. Crecimiento radial en tallares de *Quercus mediterráneos*. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 21, 83-88.
- Ruiz-Peinado, R.; Sánchez, M.; Bravo, A.; Montero, G.; 2012. Resalvos en montes bajos jóvenes de quejigo (*Quercus faginea*) con objetivo de conversión a monte alto adhesado. En: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R.; (eds), *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic de Catalunya, Solsona, pp. 148-149.
- Seidl, R.; Thom, D.; Kautz, M.; Martin-Benito, D.; Peltoniemi, M.; Vacchiano, G.; Wild, J.; Ascoli, D.; Petr, M.; Honkaniemi, J.; Lexer, M.J.; Trotsiuk, V.; Mairota, P.; Svoboda, M.; Fabrika, M.; Nagel, T.A.; Reyer, C.P.O.; 2017. Forest disturbances under climate change. *Nat Clim Chang* 7, 395-402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Serrada, R.; Allué, M.; San Miguel, A.; 1992. The coppice system in Spain. Current situation, state of art and major areas to be investigated. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, XXIII, pp. 266-275.
- Serrada, R.; González, I.; López, C.; Marchal, B.; San Miguel, A.; Tolosana, E.; 1993. Tipificación dasométrica de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Comunidad de Madrid. Alternativas silvopastorales. Diseño de un plan experimental. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Tomo II, pp 623-629. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Lourizán (Pontevedra).
- Serrada, R.; 2011. *Apuntes de Selvicultura*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid
- Sevilla, F.; 2005. Claras altas selectivas: conceptos y experiencias. *Actas del IV Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Zaragoza.
- Sevilla, F.; 2012. Clara en *Quercus pyrenaica* con objeto de mejora de vitalidad y producción de madera de calidad a largo plazo. En: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R.; (eds.). *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic de Catalunya, Solsona, pp. 156-159.
- Vericat, P.; Piqué M.; Beltrán M.; Cervera T.; 2011a. Models de gestió per als boscos d'alzina (*Quercus ilex* subsp. *Ilex*) i carrasca (*Quercus ilex* subsp. *Ballota*): producció de fusta y prevenció d'incendis forestals. Sèrie: *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
- Vericat, P.; Piqué M.; Beltrán M.; Cervera T.; 2011b. Models de gestió per als boscos de roure de fulla petita (*Quercus faginea*) i roure martinenc (*Quercus humilis*): producció de fusta y prevenció d'incendis forestals. Sèrie: *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
- Vericat, P.; Piqué M.; 2012. El cambio global: impactos probables sobre los sistemas forestales mediterráneos dominados por *Quercus* y gestión para la adaptación. En: Vericat, P.; Piqué, M.; Serrada, R.; (eds.). *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida), pp. 29-48.
- VV.AA.; 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de*

interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.

