



E. Arrechea

Gobierno de Aragón. Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza
Corre electrónico: earrechea@aragon.es

49

Los efectos de las intervenciones selvícolas en las masas de monte bajo de *Quercus pyrenaica* en los montes públicos de la Sierra del Moncayo en Aragón

Resultados clave

- Los fenómenos de decaimiento observados en los montes bajos de *Quercus pyrenaica* en las últimas décadas se han relacionado con el abandono de las prácticas selvícolas tradicionales. En circunstancias de sequía estival este decaimiento se agrava hasta suponer el marchitamiento precoz de muchos individuos de la masa.
- La conservación de estas masas forestales, incluidas entre los Hábitat de Interés Comunitario, implica la ejecución de cortas de mejora encuadradas en el concepto genérico de “resalveos”.
- La mejora observada en el estado de estas masas tras las intervenciones incluye un aumento de su crecimiento de hasta tres veces al cabo de cuatro años y que aún resulta evidente diecisiete años después. Esta respuesta conlleva una mayor resistencia al estrés hídrico, aspecto fundamental que debe tenerse en cuenta en un escenario de cambio climático, ya que los modelos ecológicos actuales predicen una alta mortalidad para este tipo de bosques que actualmente están cercanos a su límite de tolerancia ambiental.

Contexto

Los montes bajos (masas forestales cuyos individuos son todos de la misma edad y provienen de rebrote de cepa o raíz y no de semilla) han supuesto durante siglos la principal fuente de energía en amplias zonas de nuestro territorio. En los macizos silíceos del interior de la península ibérica, el rebollo o melojo (*Quercus pyrenaica*) era una de las especies aprovechadas con este método de beneficio, tal vez desde comienzos del neolítico, tanto quemando directamente su leña como

transformándola en carbón vegetal. La implantación generalizada de la electricidad y de los combustibles fósiles durante la segunda mitad del siglo XX supuso la lenta disminución del interés por los productos de estos montes y el abandono de las cortas de regeneración tradicionales.

Las cortas consistían en el apeo de todos los pies (cortas “a hecho” o “a matarrasa”) en una superficie delimitada cada año (tranzón). En muchos de los montes públicos del Sistema Ibérico aragonés esta superficie de corta se dividía a su vez en “sestras” o “suertes” que correspondían a distintas familias del pueblo. Los turnos eran cortos, pero no abusivos, y oscilaban entre los 20 y los 40 años. En muchos casos se establecía una corta (aclareo) a mitad de turno que proveía a los vecinos de leñas finas y tras la cual se permitía el acceso del ganado al monte, lo que tenía el doble propósito de controlar el rebrote de raíz y fertilizar el suelo, mejorando el crecimiento de la masa que llegaba a final de turno. Los rebollares así tratados mantenían el vigor hasta final de turno, aunque apenas llegaban a producir fruto. Sólo unos pocos ejemplares se respetaban turno tras turno por ejercer funciones de mojón entre tranzones o sestras o en los linderos de zonas de cultivo.

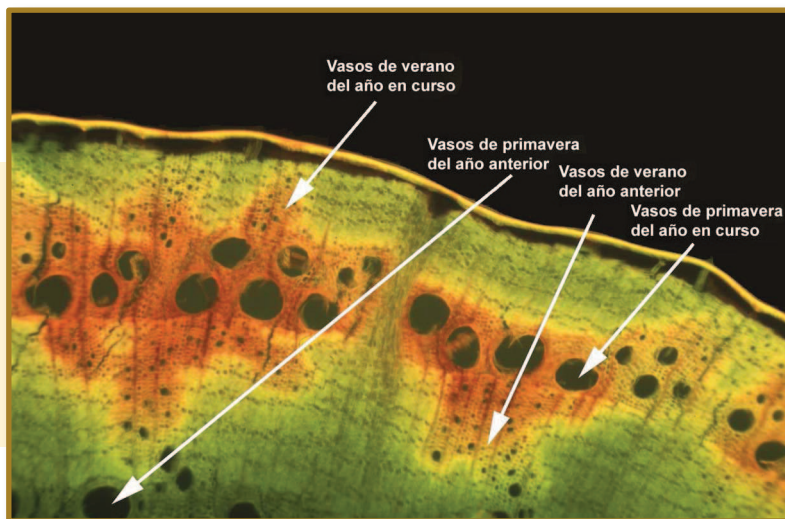
Al abandonarse las cortas descritas, la masa coetánea de pies de rebollo sigue creciendo hasta que la competencia por los recursos tróficos y el agua producen el inicio del decaimiento de la masa, con la aparición de copas secas, empezando en las peores localizaciones y coincidiendo con periodos de sequía.

En el caso de que se cumplan las previsiones de cambio climático que apuntan a mayores temperaturas y a la disminución de las precipitaciones estivales, estas masas forestales corren peligro de entrar en un proceso irreversible de degradación.

Estos fenómenos de decaimiento por competencia son comunes a todas las especies forestales, pero en el monte bajo de Rebollo tienen especial relevancia por la anatomía de la madera de esta especie, que presenta poros en anillo. En este tipo de madera existen una “madera de primavera”, con vasos grandes por donde circula la mayor parte del flujo de savia, y una “madera de verano”, con vasos finos que transportan poca savia pero son menos vulnerables a la cavitación ante situaciones de tensión producidas por el frío o el estrés hídrico (Corcuera et al.

2007). La madera de verano es más “cara” en términos energéticos y son necesarios más recursos para producirla debido a la gran cantidad de elementos estructurales que la forman, como se aprecia en la Figura 1. Cuando el árbol enfrenta escasez de recursos deja de producir este tipo de madera, resultando más sensible ante heladas o escasez de agua, y se produce el puntisecado de las copas. La homogeneidad que existe en el rebollar facilita que el decaimiento afecte a gran número de pies, llegando a paralizarse el crecimiento.

■ **Figura 1.**



▲ **Figura 1.** Madera de primavera y de verano en *Quercus pyrenaica*.

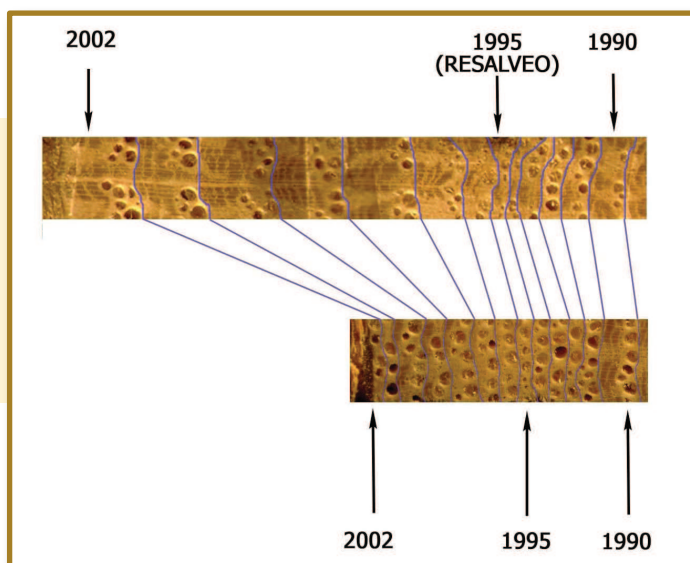
Fuente: Gil-Peigrín, comunicación personal.

En los tratamientos tradicionales, el inicio del puntisecado señalaba el momento de la corta de regeneración, ya que el estancamiento del crecimiento producía la pérdida de la productividad de la masa y, además, la poca madera que el tronco almacenaba era más hueca y, por tanto, menos valiosa como leña o para producir carbón.

El resalveo consiste en la corta de pies de la masa de monte bajo dejando en pie un número determinado de brotes o “Resalvos” para su desarrollo posterior, siendo

este número mayor o menor según los objetivos de la masa forestal tratada (Vericat et al. 2012). Al disminuir la competencia, se ponen más recursos a disposición de los rebollos que se dejan en pie. De este modo, como se ve en la Figura 2, pueden volver a producir madera de verano aumentando el crecimiento diamétrico (Roig et al. 2007) y, lo que es también importante, la resistencia a las heladas y a la sequía. Además, los pies resalveados comienzan la producción de bellota, casi inexistente previamente.

■ **Figura 2.**



▲ **Figura 2.** Efecto del resalveo en el crecimiento radial de *Quercus pyrenaica*. La muestra superior corresponde a un resalveo de una clara ejecutada en 1995 y la inferior corresponde a un testigo de una zona no aclarada. Se aprecia el incremento de la madera de verano y, consecuentemente, del crecimiento anual.

Fuente: Gil-Peigrín, comunicación personal.

Uno de los aspectos más importantes a controlar es la intensidad de la corta o, como consecuencia, la densidad final resalveada. Esta variable debe ajustarse en toda corta de mejora en función de la calidad de estación, generalmente reflejada por el binomio altura/edad. Sin embargo, para el resalveo del rebollar ha de tenerse en cuenta la capacidad de rebrote de raíz y de emisión de brotes epicórmicos de esta especie (Serrada & Bravo 2012).

En los rebollares provenientes de antiguas cortas a hecho se han realizado diversos tratamientos con objetivos muy variados: disminución del riesgo de incendios, mejora ganadera, mejora del paisaje, producción de leñas o incluso madera, etc. En general, se aplican resalveos que buscan la conversión a monte alto o, al menos, medio, pero la incertidumbre de alcanzarlos hace que se considere un éxito el alcanzar un fustal sobre cepa con “aspecto” de monte alto. También se pueden citar resalveos de conversión de monte bajo a monte alto y medio, conversión a dehesas, cortas a hecho en uno o varios tiempos, tratamientos de monte medio regular y otras combinaciones de cortas y mejoras (García 2007).

Hoy en día, la consideración de los rebollares como parte del Hábitat 9230 “Robledales de *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*” según la Directiva 92/43/CEE obliga a gestionarlos de forma que “se mejore su estado de conservación”, al menos en las masas que se encuentren dentro de los Lugares de Importancia Comunitaria y Zonas de Especial Conservación que hayan designado nuestras administraciones, tal y como establece la legislación española forestal y de conservación de la naturaleza (Cantero 2007).

Para el Hábitat 9230, el estado de conservación favorable se alcanza cuando la masa forestal presenta una estructura madura, con alta diversidad específica, presencia significativa de árboles gruesos, distribución de edades de tipo irregular, presencia de madera muerta gruesa, crecimiento de masa positivo y buen estado fitosanitario. Aunque para llegar a este estado nuestros montes bajos de rebollo necesitan mucho tiempo,

el resalveo se muestra como una opción viable para devolverles el vigor necesario para crecer y envejecer saludablemente con posibilidades de defensa ante un clima más adverso y evitar retornar una y otra vez al estado juvenil al que los devuelven las cortas a matarrasa (Serrada & Bravo 2012).

■ Adaptación

Tratamientos selvícolas aplicados

La base de todos los tratamientos selvícolas para *Quercus pyrenaica* que se ejecutan hoy en día en los montes públicos del Moncayo aragonés es la ejecución de resalveos, pero según las distintas situaciones en las que se encuentren las masas y el objetivo prioritario para su gestión se aplican tres tratamientos distintos: Resalveos de conversión a monte alto, Resalveos de conversión a monte medio regular y Resalveos de conversión a monte adhesado.

El primero de ellos se aplica en los rebollares incluidos en el Parque Natural del Moncayo ya que, con la situación de conocimiento actual, es el modelo de tratamiento que puede llevar a la masa a un estado de conservación favorable en menor tiempo.

Los rebollares que se encuentran fuera del Parque se resalvean para su conversión en monte medio en caso de que el Ayuntamiento propietario del monte demande leñas vecinales, haya fácil acceso y no exista presión ganadera sobre la masa. En caso de que sí exista dicha presión (sobre todo en zonas que sirven de nexo entre las superficies agrícolas y el bosque) se opta por un resalveo destinado al adhesamiento de la masa.

Conversión a Monte Alto

Se denomina “Monte Alto” a la masa forestal cuyos individuos provienen de reproducción sexual (semilla). El objetivo principal de la conversión es la mejora del estado de conservación del hábitat de

■ **Figura 3.**



▲ **Figura 3.** Ovejas y cabras pastando en un rodal en conversión a monte alto, doce años después de la primera corta de resalveo.

Fuente: Enrique Arrechea.

interés comunitario 9230 mediante la revigorización del rebollar. El primer tratamiento sobre la masa de monte bajo envejecida consiste en una clara por lo bajo sobre los rebollos, respetando los pies más gruesos y seleccionando de entre los demás los más vigorosos hasta alcanzar una densidad de resalvos de 900 a 1.200 pies/ha, correspondiendo los valores más bajos a los rebollares con pies de mayor tamaño y mejor calidad de estación.

El rebrote de raíz ha de ser evitado mediante roza con herramientas o pastoreo intenso, ya que se pretende que todos los recursos sean utilizados por los resalvos. El resto de especies arbóreas presentes (*Sorbus*, *Fraxinus*, *Prunus*) se respetan en el resalveo para favorecer la diversidad específica del futuro bosque. La única especie que se elimina casi sistemáticamente es el haya, ya que resulta evidente su capacidad de regeneración dentro del rebollar y, por tanto, el riesgo que supone para el mantenimiento del mismo a medio plazo. Las leñas generadas se ponen a disposición de los vecinos del municipio a cuyo Ayuntamiento pertenece

el monte. Los residuos de ramas son escasos y se dejan sobre el terreno.

Los trabajos llevados a cabo hasta ahora han sido realizados por cuadrillas de trabajos selvícolas contratadas con los presupuestos de conservación del Parque Natural del Moncayo, contando a veces con financiación de fondos europeos (FEADER) o mediante convenios con entidades financieras (La Caixa).

Las primeras cortas de este tipo se realizaron hacia 1995 con densidades finales de entre 700 y 900 pies/ha. La baja densidad facilitó un profuso rebrote de raíz que debió ser controlado durante algunos años mediante desbroce y pastoreo (Figura 3). En intervenciones posteriores se ha ido aumentando la densidad de resalvos, sobre todo en las estaciones más pobres, controlando así el rebrote con la menor iluminación del suelo. En todos los casos se ha constatado el inicio de la producción de bellota, paso imprescindible para la conversión futura a monte alto.

■ **Figura 4.**



▲ **Figura 4.** Resalvos y sarda nueve años después de la intervención para conversión a monte medio regular. Los dos pisos crecen vigorosamente.

Fuente: Enrique Arrechea.

Conversión a Monte Medio Regular

El Monte Medio Regular es aquel en el que todos los individuos proceden de rebrote de cepa o raíz, pero de edades distintas. En este caso el objetivo principal es el mantenimiento de una producción sostenida de leñas vecinales pero sustituyendo los tranzones coetáneos de monte bajo por superficies con pies de varias edades y tamaños. En la primera rotación se seleccionan para resalvos entre 300 y 400 pies/ha de entre los más vigorosos que son señalados por los agentes forestales buscando un espaciamiento más o menos homogéneo. La corta se realiza por parte de los propios vecinos, que apean y sacan la leña de la superficie del tranzón que se les ha asignado por sorteo. Como en el caso anterior, se señalan todos los individuos de otras especies para que sean respetados.

Los trabajos de este tipo se iniciaron en el año 2000. Las rotaciones son de 27 o 30 años, con turno de resalva de 120 años. En este caso sí que es necesario el rebrote de raíz que es el que da lugar a la nueva masa (sarda) que debe crecer a la vez que los resalvos. Por tanto no se realiza ninguna intervención sobre el rebrote

y es imperativo el acotado al ganado (Figura 4). Hasta ahora, los tranzones tratados por este sistema muestran un crecimiento vigoroso en los dos pisos (Arrechea & Hernández 2012).

Conversión a dehesa

Cuando los rebollares a tratar se encuentran en el entorno de instalaciones ganaderas municipales, pastizales o colindan con zonas agrícolas, el resalveo se dirige a la conversión del monte bajo en una dehesa de rebollos. Este tipo de formación se encuentra en la zona soriana del Moncayo (La Cueva de Ágreda) y tiene como objetivo principal el suministro de pasto al ganado, sobre todo en la época estival.

En la primera intervención se seleccionan los pies más vigorosos, con copas amplias y espaciados de forma más o menos regular, para llegar a una densidad de entre 600 a 800 resalvos/ha. Para que tenga éxito el tratamiento, se ha de conseguir una rápida instalación de cubierta herbácea y evitar el rebrote de raíz. Para ello, las leñas se ponen a disposición de los vecinos, se recogen y acordonan los residuos y se trituran con una

■ **Figura 5.**



▲ **Figura 5.** Rodal adhesionado a los diez años de la intervención.

Fuente: Enrique Arrechea.

desbrozadora de martillos (Figura 5). Una vez limpio el suelo, se permite la entrada de ganado ovino que resulta la herramienta imprescindible para la instalación del pasto (Arrechea 2012).

La ejecución de estos trabajos supone una importante inversión, por lo que son financiados por los presupuestos de conservación del Parque Natural del Moncayo, mediante fondos europeos FEADER, como en el caso de la conversión a monte alto. Los primeros rodales se trataron hacia 1998 y, hoy en día, se ha tratado ya toda la superficie proyectada.

Un caso particular de este tipo de resalveo se encuentra en algunas fajas auxiliares de defensa contra incendios que se han realizado junto a pistas forestales que atraviesan el rebollar. El número de resalvos es de 500-600 pies/ha y se mantiene controlado el rebrote mediante desbroces y pastoreo intensivo o redileo con pastor eléctrico para mantener el suelo con la menor carga de combustible posible (Figura 6).

Duración de los efectos del resalveo

Los efectos positivos del resalveo en cuanto al aumento del crecimiento de los resalvos y la creación de madera de verano se muestran de forma patente comparando el crecimiento radial de los mismos con el de pies situados en masas no resalveadas (Roig et al. 2007). Sin embargo el incremento disminuye según va pasando el tiempo, siendo evidente que en algún momento se ha de llegar a un nivel de competencia entre individuos que establezca de nuevo un estado de insuficiencia de recursos.

En los rebollares del Moncayo donde se han realizado intervenciones hasta el momento no se han producido fenómenos significativos de puntiseado. Los resalvos siguen creciendo con vigor incluso en los rodales cortados hacia mitad de los años 90 del siglo pasado.

Parece evidente que la duración de los efectos del resalveo depende de la calidad de la estación, la

■ **Figura 6.**



▲ **Figura 6.** Ganado ovino descansando en un redil instalado mediante pastor eléctrico en una faja auxiliar en rebollar.

Fuente: Enrique Arrechea.

densidad de resalvos que se ha dejado y el manejo posterior de la masa intervenida.

Actualmente se están llevando a cabo trabajos dendrométricos por investigadores de la Universidad de Zaragoza en los que se analiza el crecimiento radial de rebollos situados en rodales donde se han aplicado los diversos tipos de resalvos que se han descrito anteriormente (Figura 7).

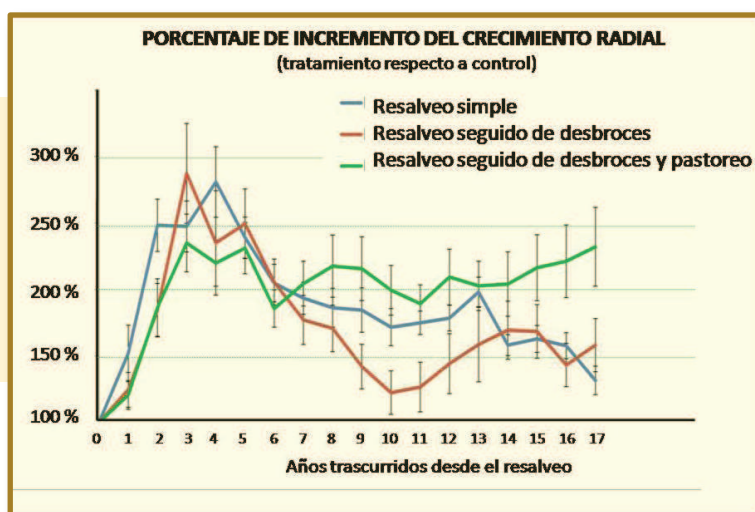
Aunque es necesario realizar más muestreos para poder comprobar los efectos del tratamiento en todas las combinaciones de densidad, estación y manejo, ya se observan algunas tendencias (Longares et al. 2013):

- Todas las parcelas muestreadas en rodales resalvados presentan un aumento significativo del crecimiento radial (entre 1,5 y 2 veces más que los testigos) incluso 17 años después de la corta.

- El mayor incremento se produce entre los 3 y 5 años posteriores a la corta, probablemente porque es en ese momento cuando el árbol ha “perfeccionado” su sistema conductor.
- El efecto del manejo del rebollar se hace patente a partir del sexto año, no habiendo diferencias significativas en el crecimiento radial entre los distintos tipos de resalvo hasta ese momento. A partir de ahí, destaca el efecto positivo del pastoreo que hace que se mantengan, al cabo de 15 años, crecimiento radiales 2 veces mayores que en los testigos.

Para alcanzar los objetivos fijados para la gestión de los rebollares del Moncayo es siempre necesario el mantenimiento del vigor de los árboles de forma que puedan alcanzar mayores diámetros y produzcan semilla. Por tanto, fijar la duración de las intervenciones de forma que se mantenga el crecimiento en valores

■ **Figura 7.**



▲ **Figura 7.** Ratio entre crecimiento radial observado en *Q. pyrenaica* en las parcelas sometidas a tratamientos selvícolas y los crecimientos observados en parcelas control.

Fuente: Elaborado a partir de Longares et al. (2013).

altos se convierte en uno de los retos para la gestión de estos montes. Aunque aún falta evaluar de modo más completo el efecto de la intensidad de las cortas, los indicios preliminares sugieren que las rotaciones de 20 años pueden ser convenientes para la conversión a monte alto, y que pueden demorarse incluso algo más si el rodal en cuestión se pastorea. En el caso del monte medio regular, la rotación establecida hasta ahora de 27 o 30 años puede ser más adecuada para obtener leñas de suficiente diámetro en la sarda y poder hacer una selección adecuada de la resalva.

Efectos sobre el estrés hídrico

Como ya se ha explicado anteriormente, los pies resalvados desarrollan unos cambios en la composición de su madera que otorgaría mayor resistencia al puntisecado asociado al estrés hídrico. Teniendo en cuenta que las predicciones de cambio climático apuntan a un ascenso térmico acompañado de un probable descenso pluviométrico, los métodos que favorezcan la resistencia a la sequía deben ser considerados prioritarios en la gestión de los rebollares.

Se cuenta con indicios observacionales que apoyarían esa hipótesis. Así, al final del verano de 2012, que fue un año excepcionalmente seco, las masas de rebollo no tratadas del Moncayo presentaron síntomas de marchitamiento precoz, comenzando a amarillear las hojas a mediados de agosto. Sin embargo, aquellos rodales resalvados en los últimos años mantuvieron las hojas verdes hasta la época habitual para esta especie, indicando una mayor resistencia a la sequía (Figura 8).

■ Recomendaciones para su aplicación

El resalvo de los montes bajos de *Quercus pyrenaica* es un tratamiento selvícola que mejora el vigor de los pies de la masa y los haría más resistentes a la sequía, favoreciendo además la producción de fruto. Este tratamiento selvícola se presenta como una alternativa de gestión para los rebollares, siendo especialmente útil cuando exista la obligación de mejorar el estado de conservación del hábitat o haya condicionantes paisajísticos o ecológicos que desaconsejen la aplicación de cortas a matarrasa. Hay que destacar que será especialmente aconsejable en montes donde se pueda introducir el ganado tras las cortas o donde existan aprovechamientos vecinales de leñas.

■ Material suplementario

Quercus pyrenaica es una especie con una amplia distribución en la península ibérica apareciendo al pie y en las laderas de todos los sistemas montañosos del centro y oeste peninsular. Al ser una especie estrictamente silicícola está ausente de casi todo el levante español donde es mayoritario el sustrato calizo. En Aragón, el rebollo sólo aparece en áreas silíceas del Sistema Ibérico en Zaragoza y Teruel, con una representación aproximada de unas 5.000 ha, aunque puede haber una superficie potencial de hábitat enmascarada actualmente por repoblaciones de *Pinus sylvestris*, *P. nigra* y *P. pinaster*.

En la parte aragonesa de la Sierra del Moncayo aparece como especie principal en unas 1.600 ha y se mezcla o forma el subpiso de otras 800 o 1.000 ha de repoblaciones de coníferas. Además es en el Moncayo donde se encuentran los rebollares aragoneses sobre mejores estaciones ecológicas para la especie, llegando a mezclarse con el hayedo. Los rebollares están considerados Hábitat 9230 y aproximadamente la mitad de su superficie en el área se localiza dentro del Parque Natural del Moncayo que es, a su vez, Lugar de Importancia Comunitaria. Por otra parte, casi el 100 % de estos rebollares están en Montes de Utilidad Pública con proyecto de ordenación vigente.

En el Moncayo aragonés, todos los rebollares han sido tratados en monte bajo para leñas secularmente

y sufrieron casi al unísono el abandono de las cortas entre los años 60 y 80 del siglo pasado. El puntiseado empezó a hacerse notable hacia mitad de los 90 y desde ese mismo momento se iniciaron los primeros trabajos de resalveo para conversión a monte alto, aunque al principio no había un objetivo general para los trabajos.

Las aprobaciones del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Comarca del Moncayo en 1998 y del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque en 2002 crearon el marco legal que definía la gestión forestal que debía llevarse a cabo en este Espacio Natural Protegido. Ambos documentos legales promovían la desaparición de las cortas a matarrasa y la conversión a monte alto de las masas de fagáceas en monte bajo. Las ordenaciones y revisiones redactadas y aprobadas en esos años establecían tratamientos selvícolas de resalveo con diversos objetivos productivos y de conservación para los rebollares del Moncayo.

Finalmente, la inclusión del Parque Natural en 2007 en la Red Natura 2000 implica que la mejora del estado de conservación del hábitat se convierta en el objetivo principal de la gestión de sus masas de rebollo, y así se explicitará en el Plan Rector de Uso y Gestión actualmente en revisión. Igualmente, este nuevo enfoque conservacionista, propiciado por el actual marco legal en el que se gestionan estas masas, se ha reflejado en las últimas revisiones de las correspondientes ordenaciones de los montes.

■ Figura 8.



▲ **Figura 8.** Aspecto del rebollar de Añón (Zaragoza) el 28 de agosto de 2012. Los rodales resalveados por debajo de la pista permanecen verdes mientras se ha marchitado la mayor parte del rebollar. A la derecha se distingue otro rodal resalveado de forma paralelepípedica que también permanece verde.

Fuente: Enrique Arrechea.

■ Referencias bibliográficas

- Arrechea E, Hernández A (2012) Conversión de monte bajo regular a monte medio regular en masas de *Quercus pyrenaica* en el sistema ibérico. En: Vericat P, Piqué M, Serrada R, editores. *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. pp. 154-155
- Arrechea E (2012) Resalveos para adhesionamiento en un monte bajo regular de *Quercus pyrenaica*. En: Vericat P, Piqué M, Serrada R, editores. *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. pp. 152-153
- Cantero A (2007) La componente forestal de la Red Natura 2000 en España. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 21:101-112
- Corcuera L, Sisó S, Gil E (2007) Respuesta anatómica y funcional de *Quercus pyrenaica* en un monte pasado de turno. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 21:13-17
- García MD (2007) Tratamientos selvícolas observados en masas puras de rebollo (*Quercus pyrenaica* wild.) en Castilla y León. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 21:43-47
- Longares LA, De Luis M, Arrechea E, Saz MA, Novak K, Martínez del Castillo E, Tejedor E (2013) Respuesta del rebollar a las acciones de mejora de su estado de conservación en el Parque Natural del Moncayo (Zaragoza). *Actas del 6^a Congreso Forestal Español*
- Martín-Vide J, Gallart F, López-Bustíns JA (2011) Implicaciones del cambio climático sobre los bosques y la hidrología: una visión general. En: Birot I, Gracia C, Palahí M, editores. *Agua para los bosques y la sociedad en el Mediterráneo*. European Forest Institute, Joensuu, Finlandia
- Roig S, Bravo JA, Cañellas I, Del Rio M, Serrada R (2007) Crecimiento radial en tallares de *Quercus mediterráneos*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 21:83-88
- Serrada R, Bravo JA (2012) Mejora de la vitalidad de las masas. En: Vericat P, Piqué M, Serrada R, editores. *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. pp. 49-66
- Vericat P, Piqué M, Serrada R (2012) Gestión adaptativa al cambio global en masas de *Quercus mediterráneos*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona