



9CFE-1645

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1

Organiza





Propuesta de gestión del Catálogo de Bosques Maduros de Cataluña y aplicación en las Reservas Forestales de la Diputación de Girona

PALLARÉS, M. (1), BELTRÁN, M. (1) y PIQUÉ, M. (1)

(1) Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC)

Resumen

La escasez de bosques maduros en el mediterráneo hace que sea especialmente relevante tanto la conservación de rodales con abundantes elementos de madurez como su fomento en rodales más jóvenes. Con el objetivo de avanzar en la tecnificación de la diagnosis y de las actuaciones sobre rodales de bosque maduro en el mediterráneo, se ha creado el "Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña. Definición y Propuesta de gestión", que es un documento técnico que permite caracterizar los bosques con atributos de madurez y facilita la definición de acciones de gestión para su conservación y mejora.

Su potencia radica precisamente en que sienta las bases para definir una gestión según el grado de madurez del rodal, que viene determinado por los umbrales establecidos en las 3 categorías de bosque maduro descritas para el contexto catalán: *bosque senescente*, *bosque maduro* y *bosque premaduro*.

La propuesta de gestión del Catálogo se ha aplicado a las Reservas Forestales de la Diputación de Girona, lo que ha permitido testarla, identificar situaciones que plantean retos y definir soluciones al respecto, avanzando hacia la meta de conservar los bosques maduros y su biodiversidad asociada.

Palabras clave

Bosques maduros, reservas forestales, gestión, conservación.

1. Introducción

La presencia de bosques en estados avanzados de la sucesión ecológica es casi inexistente en la zona mediterránea, y la mayoría de los que existen se encuentran relegados a zonas con suelos pobres, baja calidad de estación y difícil acceso.

Para identificar, conservar y mejorar las zonas de bosque y/o bosques que presentan rasgos de madurez destacados, la Dirección General de Ecosistemas Forestales y Gestión del Medio de Cataluña promovió la elaboración del "Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña. Definición y Propuesta de gestión" (PALLARES et al., 2022). Este documento facilita la caracterización de los bosques con atributos de madurez y la definición de acciones de gestión para su conservación y mejora.

Por un lado, en el Catálogo se presenta una definición de tipologías de bosques que mantienen un nexo común relacionado con la presencia de elementos maduros (y por tanto ligados a la edad y a la conservación de la biodiversidad), una forma común de nombrar los bosques que formarán parte del Catálogo y el grado de intervención humana admisible en dichos bosques.

Por otro lado, se propone un modelo de gestión para la conservación de los bosques maduros de Cataluña, que se aplica siguiendo un esquema basado en tres pilares: asignar un objetivo exclusivo de conservación en los rodales y mantenerlo perpetuamente; determinar si es necesario realizar actuaciones y definirlas a escala operativa para cada caso; y gestionar la matriz adyacente para mitigar los



impactos negativos que puedan afectar al rodal maduro (y, si cabe, mejorar la conectividad, integrar medidas de conservación en rodales vecinos e incluso ampliar la superficie inicial del rodal).

La gestión propuesta va destinada a avanzar en la madurez, con un gradiente de mayor a menor intensidad y recurrencia de las actuaciones silvícolas en función del estado del bosque, hasta que no se pueda mejorar ningún indicador o hasta que se considere que la evolución natural es la mejor opción para conseguir los atributos de madurez.

Es importante destacar que fuera de los rodales destinados a la libre evolución, la formación de elementos estructurales característicos de etapas avanzadas del ciclo silvogenético puede ser compatible con la gestión forestal multifuncional, si las actuaciones se diseñan a tal fin. Por eso, la propuesta de gestión definida en el Catálogo es también una herramienta útil para aumentar la madurez en rodales con diversos objetivos.

La red de Reservas Forestales de la Diputación de Girona fue creada en 2005 con el objetivo de establecer rodales de referencia de bosque maduro y dejarlos a libre evolución, con la posibilidad de aplicar intervenciones puntuales para potenciar su valor, y estudiar sus dinámicas y procesos naturales. Los bosques que la integran son áreas con indicios de madurez y/o con otras características ecológicas relevantes, como la presencia de una especie destacada, lo que los diferencia de otros bosques del entorno.

Para determinar el grado de madurez de las reservas, en 2023 se analizaron, siguiendo los criterios establecidos en el Catálogo, las 49 reservas inventariadas previamente. Dado que sólo 10 de las Reservas analizadas alcanzaban los umbrales mínimos para ser consideradas bosques maduros, y teniendo en cuenta los objetivos que motivaron la creación de la red, se consideró oportuno definir una propuesta de gestión dirigida a aumentar su madurez (y siempre teniendo en cuenta que para actuar en una reserva es necesario analizarla en detalle y asegurar que los beneficios de actuar superan el impacto asociado a la huella humana).

Para ello, en los rodales que alcanzaban los umbrales definidos en el Catálogo, se siguieron las directrices de gestión de la categoría correspondiente (Tabla 1). En el caso de los rodales que no cumplían las condiciones mínimas para ser considerados bosques maduros, la gestión se definió teniendo en cuenta la relación entre las características de madurez que se deseaba potenciar y las técnicas silvícolas que pueden servir para conseguirlas.

La potencia del Catálogo radica en que sienta las bases para definir una propuesta de gestión según el grado de madurez del rodal, que viene determinado por los umbrales establecidos en las 3 categorías de bosque maduro descritas en el contexto catalán (Tabla 1). Las Reservas Forestales de la Diputación de Girona ofrecen una gran oportunidad para testar el Catálogo de Bosques Maduros de Cataluña, pasando de la teoría a la práctica y aplicando la propuesta de gestión a casos diversos y reales.

2. Objetivos

El objetivo de esta comunicación es presentar las definiciones y propuestas de gestión establecidas en el Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña, mostrando su puesta en práctica en las Reservas Forestales de la Diputación de

Girona para testar su aplicabilidad en casos reales, identificar escenarios favorables y problemáticos y definir, en caso necesario, posibles soluciones o mejoras.

3. Metodología

El primer paso ha consistido en adecuar los parámetros de los inventarios forestales realizados previamente en las Reservas a los del protocolo establecido en el Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña, que corresponde al de la Fase II de Redbosques (REDBOSQUES, 2019). Dado que los inventarios de las Reservas también se basan en este protocolo, las adecuaciones entre ambos han sido mínimas, siendo el cambio más importante el de desestimar los pies inventariados de Dn <17,5 cm. para realizar los cálculos. Además, para poder realizar el análisis, ha sido necesario constatar que se cumplía el mínimo de 20 pies/parcela de Dn $\geq$ 17,5 cm. determinado en el citado documento.

Por otra parte, en las reservas hasta ahora sólo se ha hecho una parcela permanente por rodal, y por tanto no se alcanza el mínimo requerido por Redbosques, ya que éste es variable en función de la superficie. Sin embargo, dado que el inventario está dirigido, localizando la parcela en la zona más madura del rodal (tal y como se indica en dicho protocolo), se ha considerado que los datos son igualmente válidos para determinar las características de madurez de las Reservas.

Una vez adecuados estos factores, se han procesado los datos siguiendo las indicaciones del Catálogo, que coinciden también con lo establecido en Redbosques (EUROPARC-ESPAÑA, 2020b), para obtener el valor general y desglosado de madurez (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios e indicadores que conforman el ámbito de la madurez (EUROPARC-ESPAÑA, 2020)

Ámbito	Criterios	Indicadores	Unidades	Unidad de muestreo
Madurez	Composición específica	Especies arbóreas	n	Rodal
Complejidad estructural	Área basimétrica	m ² /ha		Parcela
Estratos verticales	n			Parcela
Clases diamétricas	n			Parcela
Senectud	Árboles excepcionales	n/ha		Parcela
Abundancia madera muerta	m ³ /ha			Parcela
Proporción madera muerta	%			Parcela
Microhábitats	Microhábitats de pies vivos	n		Parcela
Dinámica	Fases silvogenéticas	n		Rodal

En función del estado y de un peso predefinido en Redbosques, a cada factor (ámbito, criterios e indicadores) se le asocia un valor del 0 al 10, lo que permite clasificar cada rodal según los umbrales establecidos en las 3 categorías definidas



para Cataluña (*bosque senescente*, *bosque maduro* y *bosque premaduro*) y concretar las directrices de gestión asociadas al grado de madurez (Tabla 2). Las puntuaciones se calculan automáticamente al introducir los datos requeridos en la base de datos de Redbosques, y para que un rodal pueda asociarse a una categoría del Catálogo debe superar, a la vez, los umbrales establecidos para la madurez, la complejidad horizontal y la senectud.

Tabla 2. Categorías, umbrales y directrices de gestión de los bosques maduros según el Catálogo de Bosques Maduros de Cataluña

Categoría	Umbrales mínimos	Definición		Directrices de gestión		
Madurez	Complejidad			Senectud		
<i>Bosque senescente</i>	[7 – 10]	[7 – 10]	[8 – 10]	Rodal de al menos 2 ha que ya era bosque antes de mediados del siglo XX, constituido por especies autóctonas y con un elevado grado de madurez. Se distingue por los atributos estructurales propios de la fase de senectud, que se caracteriza por una estructura muy compleja y un aspecto caótico, con bastantes árboles senescentes o muertos porque han llegado al límite de su longevidad.	El enfoque para los bosques senescentes	es dejarlos a dinámica natural, sin intervenciones silvícolas. La propia dinámica natural es la que genera y mantiene los elementos de madurez, sobre todo si la superficie es lo suficientemente grande. Por tanto, la gestión se centrará en la matriz adyacente y sólo se actuará en el rodal si es estrictamente indispensable para la conservación de sus valores de madurez o para evitar riesgos.
<i>Bosque maduro</i>	[6 – 7]	[5 – 7]	[5 – 8]	Rodal de al menos 2 ha que ya era bosque antes de mediados del siglo XX y que tiene una madurez y una complejidad estructural muy elevadas. Se distingue por los atributos estructurales propios de la fase de maduración. Pueden ser visibles signos de la huella humana debido a intervenciones forestales, pero que han permitido que buena parte de los atributos de madurez se hayan mantenido.	Hay que valorar detalladamente el efecto de actuar en estos rodales, ya que el margen de mejora puede ser muy variable y depende del estado de todos los indicadores de madurez. Dada la importancia de los atributos de complejidad y senectud, las actuaciones que se lleven a cabo deberán tener una atención especial en su mantenimiento o mejora, sobre todo en relación a la madera muerta grande y a los árboles muy grandes.	
<i>Bosque premaduro</i>	[4 – 6]	[5 – 7]	[0 – 5]	Rodal de al menos 2 ha que ya era bosque antes de mediados del siglo XX y que reúne parte de los atributos de bosque maduro o que cumple con una parte de	Los rodales clasificados en esta categoría tendrán el mayor peso de las actuaciones. Al	presentan un gran margen de mejora, y en muchos casos será necesario actuar para incrementar su valor ecológico y acelerar el

Para definir las actuaciones específicas en cada rodal y con la intención de concentrar los esfuerzos en los factores que presenten una mayor oportunidad de mejora, en este trabajo se han considerado deficitarios (y en consecuencia prioritarios para su fomento) los indicadores con valor inferior a 5.

Una vez identificados los factores deficitarios en cada rodal, se ha relacionado cada atributo con las intervenciones selvícolas identificadas en el Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña para fomentarlos (Tabla 3). Estas prácticas han sido la base para la definición de las actuaciones de gestión, siempre incorporando los condicionantes generales y específicos asociados a cada intervención y descritos en el Catálogo.

Tabla 3. Principales relaciones establecidas en el Catálogo de Bosques Maduros de Cataluña entre las características de madurez y las técnicas selvícolas que pueden servir para conseguirlas, realizado a partir de BAUHUS et al., (2009) y EUROPARC-ESPANYA (2020a)

Atributos estructurales de madurez	Intervenciones selvícolas
Estratos verticales de vegetación	• Claras selectivas discontinuas (sin patrón espacial y con diferente intensidad dentro del mismo rodal) • Claras bajas • Liberación de la regeneración • Desbroces selectivos • Quemas prescritas en rodales adaptados al fuego
Diversidad de especies arbóreas	• Claras selectivas de liberación para favorecer especies acompañantes
Presencia de vegetación intermedia y de sotobosque de sucesión tardía (plantas esciófilas)	• Conservación de zonas sin cortas • Desbroces selectivos
Diversidad de diámetros y edades en la masa principal	• Extracción de pies codominantes • Mantenimiento de pies menores y dominados • Claras selectivas por irregularización o por grupos pequeños
Árboles de grandes dimensiones	• Inventario y preservación • Claras selectivas de liberación para reducir la competencia e incrementar el crecimiento • Reservación para pasar de bosque de rebrote a bosque medio

Madera muerta grande en pie	• Anillado selectivo de árboles grandes o por descope • Retención de árboles de gran tamaño
Madera muerta grande en el suelo	• Apeo o derribo sin saca de árboles grandes • Mantenimiento in situ de pies caídos • Retención de árboles de gran tamaño
Dendro-microhábitats	• Veteranización de pies • Generación de dendro-microhábitats
Claros por caída de árboles viejos	• Apeo o derribo sin saca de árboles grandes • Cortas por bosquetes (sin saca)
Regenerado avanzado	• Exclusión de herbívoros

Además de este análisis, se han tenido en cuenta otros datos dasométricos obtenidos en los inventarios forestales, datos relativos al sotobosque y los pies menores, y las imágenes disponibles de cada rodal. Hay que tener en cuenta que para la toma de decisiones de gestión en los bosques maduros deben usarse los datos más completos posibles, siendo necesario evaluar toda la información adicional disponible para detectar si en el rodal hay presencia de especies de flora o fauna amenazada u otros condicionantes que puedan afectar su gestión.

4. Resultados

Las Reservas Forestales de la Diputación de Girona analizadas se han introducido en la Red de Rodales de Referencia de Redbosques y están disponibles para su consulta en la web (<http://redbosques.creaf.cat/redbosques/herramientas#mapaFase2>).

En la Tabla 4 se presentan los valores de los indicadores de madurez para cada reserva y la categoría de bosque maduro a la que correspondería según el Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña. Como se ha establecido en la metodología, los factores con valor <5 se consideran deficitarios y es donde se concentran las actuaciones de fomento de la madurez.

Existen 16 rodales con un valor de madurez >4, requisito mínimo para optar a formar parte del Catálogo. De éstos, 10 cumplen también con los valores de complejidad estructural y senectud necesarios para poder categorizarse, siendo considerados 4 *maduros* y 6 *premaduros*. No se identifica ningún rodal en fase de senescencia.

En los 6 rodales que superan el umbral mínimo de madurez pero que no cumplen con el resto de requerimientos, el valor de complejidad estructural es el que no alcanza el valor mínimo. Por tanto, aunque se superen los umbrales de madurez y de senectud, no pueden catalogarse como bosques maduros.



Por otra parte, se identifican 8 rodales en los que el criterio de complejidad alcanza el valor mínimo de 5, pero donde el ámbito madurez o el criterio de senectud no es suficientemente elevado.

Tabla 4. Valores de los factores de madurez de las Reservas Forestales analizadas y categoría del Catálogo de Bosques Maduros en la que se podrían incluir. Se resaltan en verde los valores que superan el umbral mínimo para entrar en alguna categoría y en rojo los indicadores con valor <5. “FFA” (Formación forestal arbolada, según PIQUÉ et al., 2014), “Sp.” (especies arbóreas autóctonas), “AB” (área basimétrica, en m²/ha), “Estratos” (estratos verticales de vegetación), “CD” (clases diamétricas), “A_ex” (árboles excepcionales), “MM_abun” (abundancia de madera muerta), “MM_prop” (proporción de madera muerta), “DMH” (dendromicrohábitats) y “Fases silvo” (fases silvogenéticas).

MT 5: HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD



Reserva	FFA	Madurez	Complejidad estructural	Senectud	Categoría Catálogo	Sp.	AB	Estratos	CD	A_ex	MM	_abun	MM	_prop	DMH	Fases silvo
R01	Qh_Pl	3,3	3,8	1,2	7	5	7	3	5				5			
R04	Qh_Pl	3,5	6,0	0,0	10	6	10	2	5				5			
R05	Qh_Pl	4,2	5,6	3,2	<i>Premaduro</i>	7	6	7	4	5	2	2	4		4	
R08	QiiMUN_Pl	2,2	4,4	0,0	5	8	7	4				2				
R10	PhLIT	2,5	3,2	2,4	1	2	4	3	2	5	3			2		
R11	Aa	3,4	2,4	3,2	1	10	1	10	3	5			5			
R12	Pu	3,9	3,4	3,2	1	1	7	1	4	6	7			5		
R13	Pu	5,3	3,8	7,2	2	5	7	3	10	10	4			5		
R14	Pu	6,3	5,2	9,8	<i>Maduro</i>	1	10	7	1	10	9	10	2		4	
R15	Pu	3,2	3,6	3,4	1	10	4	7	5	3			3			
R18	Fs	3,8	4,8	3,2	4	8	4	4	10	3	5			3		
R20	Fs	2,3	4,6	0,0	4	7	4	4	3				3			
R22	Fs	1,6	1,8	0,0	2	1	4	4				3				
R23	QiiMun	2,7	6,0	0,2	10	7	3	1	7				2			
R29	Ps_Al	2,7	4,0	1,0	5	10	1	2	4				3			
R31	Fs	2,2	3,8	0,0	4	5	4	3	4				3			

MT 5: HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD



R32	Qpe	1,5	2,8	0,0	4	7						3		
R34	Fs	2,0	2,8	0,8	1	7	2	3					3	
R35	Qh_Qii	1,9	4,6	0,0	2	9	7					3		
R36	QiiMUN	4,3	6,8	3,4	<i>Premaduro</i>	2	10	10	2	5	3	2	5	3
R37	Cs_Pl	4,3	2,8	6,0	7	7	10	10	2				3	
R38	Acc	3,6	5,4	3,0	5	3	10	2	2	4	3	4		2
R42	Ps_Fs	2,8	3,6	1,8	4	8	4	1	5	2	4			3
R43	Aa	5,3	2,8	7,4	5	7	6	9	8	6			4	
R46	Qh	4,4	5,0	4,0	<i>Premaduro</i>	7	5	7	3	10	4			4
R48	Qpe	3,7	5,2	1,4	10	10	3	2	1	1	5			4
R50	Fs_Qpe	6,9	5,0	10,0	<i>Maduro</i>	5	10	10	10	10	8			4
R52	PsPIR	2,8	6,4	0,6	4	8	10	2	3	2			3	
R54	PsPIR	3,8	2,4	5,8	4	4	4	10	3	3	1			3
R56	PsPIR	2,7	4,4	1,2	4	10	1	2	2	3			3	
R57	PsPIR	5,0	5,6	4,8	<i>Premaduro</i>	4	10	7	2	6	6	3	7	4
R59	PsPIR	4,2	4,0	4,0	2	10	4	1	10	5	5			5
R61	Pu	2,6	4,6	0,4	1	3	10	1	4				4	
R62	PsPIR	5,0	6,8	5,2	<i>Premaduro</i>	10	10	2	10	4	1	2		5

MT 5: HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD



R65	Pu	7,2	6,6	10,0	<i>Maduro</i>	1	5	10	4	10	10	10	5	5
R66	Pu_Ps	3,4	4,0	2,8	4	6	7	3	2	3	3			4
R67	Pu	3,7	3,0	4,0	1	7	4	3	4	5	5			4
R72	Pu	3,5	2,8	3,0	1	7	3	6	5				5	
R73	Fs	6,9	6,8	8,4	<i>Maduro</i>	4	10	4	8	10	10	6	4	6
R74	Pu	3,3	6,8	1,0	10	10	10	2	3	1	1			3
R75	Fs	2,6	4,0	0,0	4	6	4	3	6				4	
R78	Fs_Ps	3,3	4,4	2,6	5	6	7	1	7	3	3			3
R79	Pu	4,6	4,4	6,0	1	10	4	2	10	4	3	4		3
R81	Pu_Ps	3,6	6,8	1,8	2	10	10	2	3	1	1	5		3
R82	Pu_Ps	4,5	5,8	3,8	<i>Premaduro</i>	5	7	10	1	3	5	4	5	4
R83	Fs	3,1	6,0	1,0	1	8	4	7	2	1	5			3
R84	Fs	1,4	3,2	0,0	1	2	7	1				2		
R85	Fs_Pl	3,9	2,8	4,4	7	7	6	2	4	5			3	
R86	Pu	5,5	2,0	9,8	4	2	4	10	9	10	3			3

Si se analizan los resultados de todos los rodales conjuntamente (Tabla 5) se observa que los factores más deficitarios en el conjunto de las Reservas son las clases diamétricas, los árboles excepcionales y la proporción de madera muerta, con puntuaciones medias de 2, 3 y 3 respectivamente, y que sólo los factores de estratos verticales de vegetación y área basimétrica (AB) alcanzan una media igual o superior a 5.

Por otro lado, todos los indicadores presentan puntuaciones con valor 0 excepto los estratos y fases silvogenéticas, y no se observa ningún rodal que alcance la puntuación máxima (10) en cuanto a clases diamétricas, dendromicrohábitats o fases silvogenéticas.

Además, el factor de clases diamétricas sólo tiene puntuaciones superiores a 5 en 2 rodales, y la mayoría de los rodales tienen valores deficitarios en cuanto a especies, mientras que en el resto de factores existen más rodales con puntuaciones ≥ 5 que deficitarios.

Tabla 5. Media de cada factor en el conjunto de las reservas analizadas y número de rodales según la puntuación. “Sp.” (especies arbóreas autóctonas), “AB” (área basimétrica), “Estratos” (estratos verticales de vegetación), “CD” (clases diamétricas), “A_ex” (árboles excepcionales), “MM_abun” (abundancia de madera muerta), “MM_prop” (proporción de madera muerta), “DMH” (dendromicrohábitats) y “Fases silvo” (fases silvogenéticas).

Valor	Sp.	AB	Estratos	CD	A_ex	MM_abun	MM_prop	DMH	Fases silvo
Media	4	5	7	2	3	4	3	4	4
2	10	21	25	13	15			2	
1	13	2	1	7	5	5		3	
2	6	3	9	4	5	5	4		5
3	2	6	6	5	8	8		22	
4	13	1	15	4	5	2	12		12
Total <5	34	18	16	47	35	33	35	29	39
5	7	5	2	2	4	14		9	
6	5	3	1	3	2			1	
7	5	3	19	1	2			3	
8	5	1	1				1		
9	1					3			
10	3	12	14	9	8			6	
Total ≥ 5	15	31	33	2	14	16	14	20	10



4.1 Propuesta de gestión general

Los primeros condicionantes que deben cumplir las actuaciones para ser implementadas en las Reservas Forestales son el carácter selectivo y el señalamiento completo de las acciones a realizar.

En segundo lugar, para determinar y definir las posibles intervenciones silvícolas es necesario tener en cuenta que una actuación puede mejorar un factor, pero empeorar otro. Por ello, es necesario analizar cada uno de los indicadores y actuaciones por separado y en relación con la posible afectación sobre el resto.

Aunque la intensidad dependerá del grado de madurez, las actuaciones por lo general serán suaves, especialmente en los rodales más maduros. Además, como en las reservas menos maduras no se conseguirá el objetivo en una sola intervención, es necesario tener una visión a medio – largo plazo, lo que implica una mayor recurrencia de actuación si la magnitud del cambio que se busca lo requiere.

Por otra parte, la retención de los elementos estructurales relevantes, como los árboles muy grandes o la madera muerta, es imprescindible si se actúa en una Reserva Forestal. Asimismo, el fomento de las especies secundarias es prioritario.

Adicionalmente, se considera que la apertura de claros (de mayor diámetro en rodales más jóvenes y generados mediante la corta de algún árbol grande en rodales más maduros) es un elemento importante para crear estructuras más heterogéneas y para el fomento de la regeneración y la biodiversidad asociada a espacios abiertos.

Aunque el objetivo de la corta no sea generar madera muerta, se aconseja dejar pies enteros sin desemboscar (3 pies/ha) y valorar la posibilidad de anillar pies de coníferas que deban cortarse (3 pies/ha). Por lo general, se desaconseja el anillamiento de frondosas, y especialmente de las especies con mayor capacidad de rebrote, porque se ha observado una tasa relevante de reconexiones de tejidos funcionales que hacen que el árbol siga vivo y, por lo tanto, no se consigue el objetivo de aportar madera muerta de la manera prevista. Los árboles cortados en rodales senescentes o muy maduros deben dejarse en el bosque, siempre que eso no suponga un factor de riesgo por incendios o daños bióticos.

Se recomienda que se sigan los condicionantes específicos definidos en el Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña para cada tipo de actuación. De forma complementaria a las actuaciones selvícolas, se recomienda también seguir las directrices en cuanto a la gestión de la herbivoría, el uso público y los daños bióticos y abióticos.

Más allá de la propuesta definida en el Catálogo, es necesario tener en cuenta las condiciones de la masa en el momento de la actuación, sobre todo los posibles impactos potenciados por el cambio climático (plagas y enfermedades, sequía...) sobre la vitalidad. Así, por ejemplo, si uno de los objetivos de la actuación es la creación de madera muerta, será necesario evaluar sus existencias justo antes de actuar.

Por último, tal y como se establece en el Catálogo, en un bosque maduro no se pueden realizar técnicas silvícolas que (i) supongan una intensidad que altere repentinamente la cantidad de luz dentro de la masa o suponga una remoción significativa del suelo (ii) promuevan la simplificación de la masa, con la eliminación de la estratificación vertical y del sotobosque, o con actuaciones

homogéneas dentro del rodal, (iii) impliquen la alteración significativa de elementos singulares o (iv) introduzcan elementos de contaminación genética (regeneración artificial).

4.2 Propuesta de gestión para los *bosques maduros*

Esta categoría comprende una gran variabilidad de situaciones, desde rodales cercanos a la senescencia hasta otros con presencia solamente de algunos elementos de madurez. Por lo tanto, en este grupo hay que analizar con mucho detalle cada rodal para ver el grado de madurez que tiene.

Las actuaciones que se implementen en estos rodales serán de menor intensidad que las de la categoría siguiente. Se aconseja que en los bosques muy maduros sean puntuales, y sólo se actuará si las ganancias superan con creces los impactos negativos sobre la naturalidad.

Asimismo, se recomienda que las actuaciones que impliquen cortas no superen en una sola intervención el 15% del AB ni de la densidad inicial, que el período mínimo entre intervenciones sea de 5 años y que, siempre que no suponga un factor de riesgo por incendios o daños bióticos, la madera cortada se deje en el rodal.

Además de estas especificaciones, deben seguirse las directrices definidas para la categoría de *bosque maduro* y la propuesta general de gestión, descritas anteriormente.

4.3 Propuesta de gestión para los *bosques premaduros*

El efecto negativo asociado a la intervención es menor en los *rodales premaduros* que en el resto de categorías del Catálogo, ya que la naturalidad es también inferior y, además, el tiempo que necesitan para alcanzar niveles elevados de madurez paliará los posibles efectos perjudiciales de implementar actuaciones de mayor intensidad, como la mayor entrada de luz en el sotobosque. Por ello, las actuaciones selvícolas tendrán más peso en esta categoría, aprovechando así el gran margen de mejora.

Se recomienda que las actuaciones que impliquen cortas no superen en una sola intervención el 15% del AB ni de la densidad inicial, que el período mínimo entre intervenciones sea de 5 años y que, siempre que no suponga un factor de riesgo por incendios o daños bióticos, la madera cortada se deje en el rodal.

Para definir las actuaciones deben seguirse las directrices definidas para la categoría de *bosque premaduro* y la propuesta general de gestión, descritas anteriormente.

4.4 Propuesta de gestión para los bosques que no alcanzan los umbrales del Catálogo

Las Reservas Forestales que no alcanzan los umbrales mínimos establecidos en el Catálogo tienen aún más margen de mejora de la madurez y un efecto negativo asociado a la huella humana menor, si se implementan actuaciones adecuadas.

Las primeras actuaciones pueden ser de mayor intensidad para conseguir los objetivos deseados (y especialmente en rodales que presenten una estructura simplificada y/u homogénea, o en aquellos donde existan signos de estancamiento en las dinámicas naturales, como el crecimiento).

Las diferencias entre las reservas que no alcanzan los umbrales son muy grandes, existiendo casos donde todos los indicadores se encuentran por debajo de 5 (por



ejemplo, el rodal R22), y casos donde los valores de madurez son elevados, aunque no alcanzan todos los umbrales mínimos (como en el R43). Incluso en reservas que tienen una estructura bastante madura los elementos más relevantes son diferentes (como en el R12 y el R13), por lo que es necesario que igualmente la propuesta de gestión se adapte a las características intrínsecas e indicadores de cada Reserva.

En el caso de Reservas que han sido seleccionadas por singularidades ecológicas especiales y no tanto por los valores de madurez, es necesario que las actuaciones definidas respeten siempre estas singularidades.

En Reservas con una estructura relativamente joven o simplificada, se considera prioritario que el objetivo de las actuaciones sea conseguir una estructura más heterogénea, diversa y compleja, y que la madurez que se desarrolle esté en consonancia con la fase del ciclo silvogenético en la que se encuentra el rodal (entre otros, por ejemplo, no tendría sentido generar madera muerta grande en un rodal donde los diámetros son pequeños o medianos).

Por otro lado, si el volumen a cortar es elevado no se recomienda dejar toda la madera en el rodal, especialmente si los pies abatidos son pequeños, ya que podría afectarse negativamente al riesgo de incendio o causar daños bióticos.

Por último, dado el gran número de reservas que conforman la red, se recomienda que se priorice realizar actuaciones en aquellos rodales donde los efectos positivos de actuar sean más beneficiosos en términos de madurez (por ejemplo, rodales donde en una sola intervención se podrían alcanzar los umbrales establecidos en el Catálogo).

4.5. Ejemplos de propuestas de gestión para cada caso

A continuación, se muestran ejemplos de propuestas de gestión para diversas situaciones encontradas en las Reservas Forestales de la Diputación de Girona (Tabla 6) e imágenes de referencia para cada caso (Figura 1). En ambos casos se incluyen, siguiendo este orden, casos que abarcan todo el rango de madurez observado: rodal maduro cercano a la senescencia, rodal maduro con bastantes elementos de madurez, rodal premaduro y rodal que no alcanza los umbrales mínimos para ninguna categoría del Catálogo.

Tabla 6. Ejemplos de propuestas de gestión para diversos escenarios reales observados en las Reservas Forestales de la Diputación de Girona.

Reserva	FFA	Categoría del Catálogo	Factores deficitarios	(valor <5)	Propuesta de gestión para aumentar la madurez			Observaciones		
R65	Pu	Bosque maduro	Especies, CD	No se proponen actuaciones silvícolas en este rodal. Se debe delimitar bien la zona madura y excluir la entrada de ganado. Se recomienda mejorar la madurez de la zona adyacente.	Antiguo pasto donde sigue entrando el ganado.					
R14	Pu	Bosque maduro	Especies, CD, DMH, Fases silvogenéticas	Clara selectiva por irregularización o por grupos pequeños con eliminación de pies codominantes, mantenimiento de pies menores y dominados y de todas las CD presentes. Es necesario que las actuaciones favorezcan las especies secundarias que puedan aparecer. Apertura de pequeños claros abatiendo algún árbol grande sin desemboscarse. Intensidad: máximo 15% del AB y 15% de la densidad inicial.	Analizar las oportunidades de mejora de la integridad espacial a nivel de macizo o paisaje.	Delimitar bien la zona de bosque maduro dentro de las 14,6 ha.	Alcanza el umbral de senectud de	bosque senescente.	Rodal con poca integridad espacial.	
				Clara selectiva por irregularización o por grupos pequeños con eliminación de pies codominantes.						

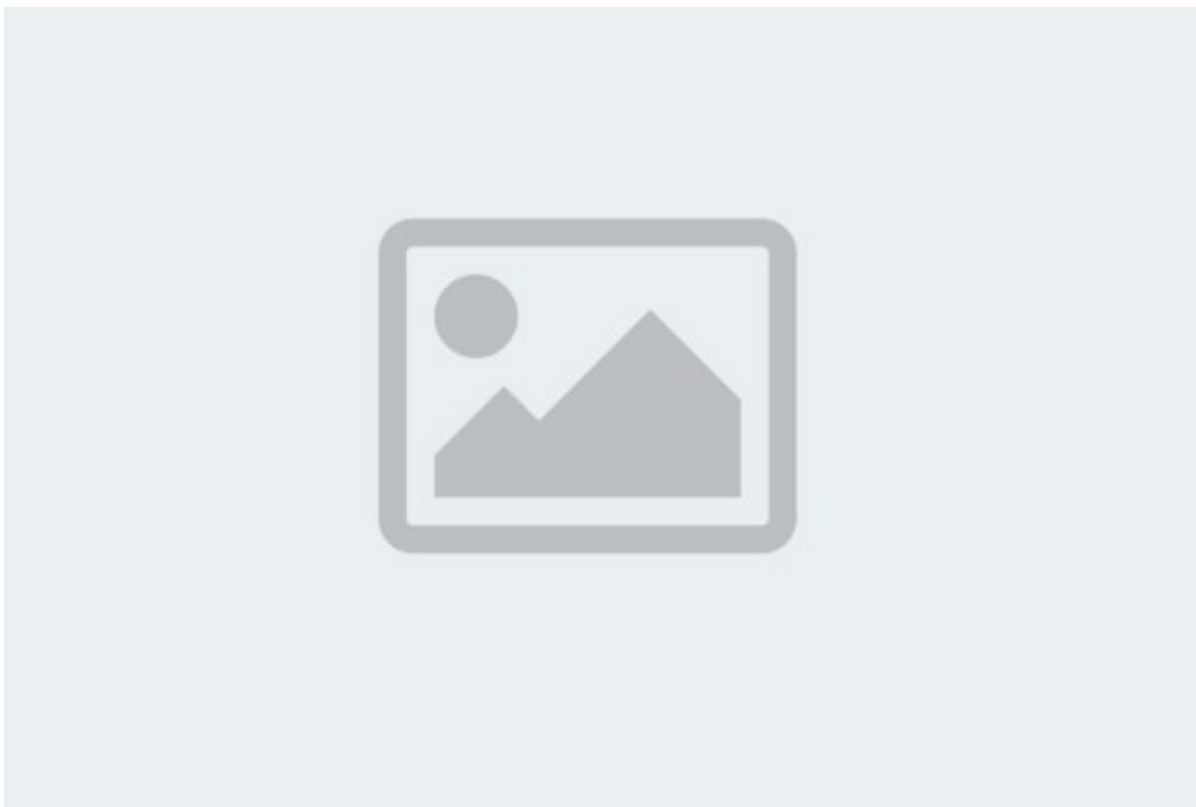


Figura 1. Ejemplos de rodal maduro donde no se proponen intervenciones silvícolas (arriba izquierda) y rodales donde se proponen intervenciones para mejorar la madurez: rodal maduro (arriba derecha), rodal premaduro (abajo izquierda) y rodal que no alcanza los umbrales del Catálogo (abajo derecha).

5. Discusión

5.1 Definiciones y bases de gestión del Catálogo de los Bosques Maduros de Cataluña

Cuando se habla de bosques maduros mediterráneos, a veces es difícil entender a qué nos estamos refiriendo, y dependiendo del bagaje y de la experiencia de cada persona se pueden tener en mente bosques muy distintos. ¿Existe alguna imagen que podamos asociar al concepto de bosques maduros? ¿Son los bosques más maduros del territorio realmente maduros, o simplemente tienen más atributos de madurez que el resto, mayormente joven?

Los bosques maduros engloban situaciones muy diversas, dependiendo de las especies que los componen y del estado del ciclo silvogenético en que se encuentran (no es lo mismo un bosque ligeramente maduro que uno muy senescente), entre otros. Por esto, la categorización establecida en el Catálogo, que abarca un amplio rango en función del grado de madurez, permite acotar condiciones más específicas que ayudan no sólo a entender qué es y qué no es un bosque maduro, sino que facilita también la toma de decisiones de gestión.

Como se ha visto, las actuaciones silvícolas (o la decisión de no implementarlas) en un bosque con elementos de madurez pueden ser diversas, y es necesario adaptarlas a las características específicas de cada rodal (tanto si hablamos de una Reserva como de un bosque multifuncional). En este sentido, la propuesta de



gestión del Catálogo, adaptada al grado de madurez, es un paso hacia delante en la gestión para la conservación y mejora de los bosques maduros, ya que permite adaptarse a contextos y estructuras muy distintas.

Además, los ejemplos concretos y reales, como los que conforman las Reservas Forestales de la Diputación de Girona, sirven como referentes para asociar una imagen a cada categoría, lo que facilita la identificación de bosques maduros, contribuyendo a la concienciación y a la toma de decisiones de gestión.

5.2 Situaciones problemáticas observadas

Los números son muy útiles para disponer de referencias que ayuden a la toma de decisiones, pero no deben impedirnos pensar en profundidad. En el monte, igual que en el cine, la realidad supera la ficción.

En el caso de las Reservas Forestales de la Diputación de Girona se aprecian rodales donde se considera que los valores y umbrales establecidos no reflejan la realidad, pudiéndose sobredimensionar o infraestimar la madurez en algún caso.

A modo de ejemplo, el rodal R65 según los datos es el más maduro, alcanzando casi la categoría de *senescente*. Sin embargo, un paseo por el mismo lleva a pensar que los árboles grandes son los vestigios de antiguas zonas de pastoreo y que la madera muerta se ha formado por alguna perturbación intensa y puntual que no reflejaría la dinámica de un bosque tan maduro. La mirada experta nos lleva a pensar que, si bien es cierto que hay presencia de bastantes elementos maduros, los números sobreestiman la madurez real del rodal.

Por el contrario, hay rodales, como el R13, que no podrían incluirse en ninguna categoría del Catálogo, puesto que incumplen algunas de las condiciones (en este caso, la complejidad tiene un valor de 3,8 y no alcanza el mínimo de 5), pero que claramente presentan una estructura con abundantes elementos de madurez (y así lo refleja su valor de madurez general, que con un 5,3, se acerca más al umbral de *maduro* que al de *premaduro*).

En estos casos en los que se considera que los datos por sí solos no reflejan el grado de madurez del rodal, la gestión basada solamente en los números y categorías sin un razonamiento más amplio podría no ser la más precisa para el objetivo de conservar y mejorar la madurez.

Por otro lado, el criterio de senectud tiene como umbral mínimo el valor 0 en los *bosques premaduros* y, por lo tanto, podría inducir a sobredimensiones de la madurez. Asimismo, dado que el cálculo de los árboles excepcionales en Redbosques depende de la altura, hay bosques con diámetros muy grandes (>70 cm) que se considera que no tienen árboles excepcionales porque las alturas son también muy elevadas, y viceversa, en rodales con alturas muy pequeñas se pueden llegar a considerar árboles excepcionales pies con diámetros relativamente pequeños. Este cálculo puede suponer una diferencia en cuanto a la puntuación de la complejidad estructural y, en consecuencia, de la categorización de un rodal o de la comparación entre varios rodales.

Además, el límite de intensidad máximo del 15% del AB y/o la densidad recomendado en el Catálogo se considera adecuado para claras selectivas, sobre todo en *bosques senescentes o maduros*, pero no en el caso de la apertura de pequeños claros. En un *bosque premaduro* con escasos árboles grandes, por ejemplo, sería mejor cortar varios árboles pequeños o medios (aunque se supere el 15%) que uno grande que no llegue a esa cifra.



Finalmente, en las Reservas Forestales de la Diputación de Girona se han incluido, para promover su conservación, bosques de alto valor ecológico que no son maduros (como rodales con presencia de tejo), lo que puede embrollar los valores y resultados globales del conjunto de las reservas.

5.3 Propuesta de soluciones

En primer lugar y como reflexión principal, se considera que hay que ir más allá de los números y de los datos para determinar el grado de madurez de un rodal. Los números son necesarios como orientación y como base, pero no deben encadenarnos. Dado que por ahora no es posible tener datos de todos los elementos estructurales de un monte (y aunque se dispusiera de datos infinitos), el criterio técnico y la experiencia deben primar en la toma de decisiones, siempre argumentando las discrepancias que pudieran surgir, como se ha hecho en el apartado anterior.

Esto es especialmente relevante para determinar qué rodales son catalogados como bosques maduros (más aun teniendo en cuenta que la Administración catalana otorga subvenciones específicas para la promoción de la biodiversidad asociada a la madurez) y para definir la gestión, si se decide implementar medidas silvícolas para mejorar la madurez en un monte, independientemente de su grado de madurez actual.

No todas las actuaciones silvícolas propuestas en el Catálogo son válidas para todos los rodales maduros, de manera que deberá justificarse cualquier actuación a implementar, siempre teniendo en cuenta las directrices generales y específicas.

Es posible que la revisión o reajuste de algunos umbrales o métodos de cálculo (como la senescencia en la categorización del Catálogo o los árboles excepcionales en la metodología Redbosques) pudiera atenuar la probabilidad de que se produzcan situaciones problemáticas como las observadas en el caso de estudio.

Por último, es necesario separar los bosques maduros y los bosques con valores ecológicos distintos a la madurez, y especialmente sus mecanismos de conservación, para definir las propuestas de gestión más apropiadas y facilitar los estudios en cada caso.

6. Conclusiones

El Catálogo de Bosques Maduros de Cataluña es una herramienta útil para disponer de un lenguaje común y adaptado al grado de madurez de los bosques maduros mediterráneos, y sirve para definir y concretar acciones de gestión en distintos escenarios.

Se considera necesario seguir ajustando los umbrales y dotar de cierta flexibilidad la categorización y las decisiones de gestión en situaciones concretas, priorizando los criterios técnicos y siempre con sus debidas justificaciones.

Los avances teóricos deben ir acompañados de una aplicación a casos reales para testar su adecuación e identificar posibles mejoras.

Desde el CTFC seguiremos haciendo pruebas, recabando información y poniendo en práctica experiencias para ajustar los umbrales y la gestión del Catálogo, con el fin de lograr el objetivo final de conservar, y mejorar si cabe, los bosques maduros y su biodiversidad asociada.



7. Agradecimientos

Agradecemos el apoyo recibido por la Diputación de Girona y del personal del proyecto Life Redbosques en la realización de este trabajo, y a la Dirección General de Bosques del Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, que promovió la realización del Catálogo.

8. Bibliografía

BAUHUS, J., PUETTMANN, K., MESSIER, C.; 2009. Silviculture for old-growth attributes. *For. Ecol. Manag.*, 258:525-537

EUROPARC-ESPANYA; 2020a. Bosques maduros mediterráneos: características y criterios de gestión en áreas protegidas Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

EUROPARC-ESPAÑA; 2020b. Red de Rodales de Referencia. Manual técnico. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

PALLARÉS, M., VAYREDA, J., BELTRÁN, M., COMAS, L., CAMPRODON, J., SAZATORNIL, V., PIQUÉ, M.; 2022. Catàleg dels boscos madurs de Catalunya. Definició i proposta de gestió. Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi, DACC. 42 pp.

PIQUÉ, M.; VERICAT, P.; CERVERA, T.; BAIGES, T.; FARRIOL, R.; 2014. Tipologies forestals arbrades. 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. 354 pp.

REDBOSQUES; 2019. Manual de campo para la identificación de rodales de referencia. Fase II: Identificación mediante parcelas. Ed. Fundación González Bernáldez. Proyecto LIFE Redcapacita_2015. Deliverable B3.2. 53 pp. Madrid.