

Descripción técnica de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural implementados en la acción C4



Mayo 2021

Socios:

Descripción técnica de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural implementados en la acción C4

Publicación: mayo 2021

Coordinación: Jordi Vayreda, Lluís Comas (CREAF) y Jordi Camprodon (CTFC).

Cita recomendada: Vayreda, J., Comas, L., Camprodon, J. (2021). Descripción técnica de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural. Life Biorgest, 27 p.

LIFE BIORGEST: Innovative Forest Management Strategies to Enhance Biodiversity in Mediterranean Forests. Incentives & Management Tools.

El proyecto LIFE BIORGEST (LIFE17 NAT/ES/000568) está financiado por el programa LIFE de la Unión Europea.

Esta publicación refleja únicamente el punto de vista de los autores. La Comisión Europea/EASME no es responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.

Cofinanciadores:



Socios:



Descripción técnica de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural implementados en la acción C4

Acción C4. Implementación de modelos de gestión para la preparación hacia una dinámica natural

Executive summary

In Action C4, different forestry actions have been carried out in the demonstration stands as a result of the implementation of management models for preparation for natural dynamics. This report describes the technical details of the management models implemented, with the description and quantification of the actions carried out based on the diagnostic (A4) and design of actions (A5) documents. Finally, this report includes a compilation of the lessons learned during the implementation.

The demonstration stands have different structures, compositions and old-growthness degrees, which means that different intensity performances have been applied. The starting situations are pure or mixed forest stands and the applied models are those based on a management for the preparation to the natural dynamics where the objective is not productive (no wood or firewood) but rather seeks to accelerate the maturity processes, improve the conservation status of the habitat and associated biodiversity.

The description of the treatments carried out and the lessons learned will serve as a reference document for the elaboration of the "Guide of recommendations and technical measures for the improvement of the biodiversity of Mediterranean forests. Integration in planning and forest management" (Action E7).

Resumen ejecutivo

En la Acción C4 se han realizado diferentes actuaciones forestales en los rodales demostrativos como resultado de la implementación de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural. Este informe describe los detalles técnicos de los modelos de gestión implementados, con la descripción y cuantificación de las actuaciones realizadas a partir de los documentos de diagnóstico (A4) y diseño de actuaciones (A5). Finalmente, este informe incluye la recopilación de las lecciones aprendidas durante la implementación.

Los rodales demostrativos tienen estructuras, composiciones y grados de madurez distintos con lo que se han aplicado actuaciones de distinta intensidad. Las situaciones

de partida son masas puras y masas mixtas y los modelos aplicados son los basados en una gestión para la preparación a la dinámica natural en donde el objetivo no es productivo (obtención de madera o leñas) sino que busca acelerar los procesos de madurez, mejorar el estado de conservación del hábitat y la biodiversidad asociada.

La descripción de los tratamientos realizados y las lecciones aprendidas servirán de documento de referencia para la elaboración de la "Guía de recomendaciones y medidas técnicas para la mejora de la biodiversidad de los bosques mediterráneos. Integración en la planificación y la gestión forestal" (Acción E7).

Contenido

Descripción técnica de los modelos de gestión para la preparación a dinámica natural implementados en la acción C4.....	2
Executive summary.....	2
Resumen ejecutivo	2
1. Objetivos generales y específicos de la acción.....	5
1.1. Estructura forestal de partida.....	5
1.2. Objetivo de la actuación	7
1.3. Justificación de las actuaciones silvícolas planificadas.....	8
1.4. Justificación del marcaje.....	14
2. Estimación del efecto de los tratamientos en el Índice de Biodiversidad Potencial (IBP).....	20
3. Código de buenas prácticas y lecciones aprendidas	22
3.1. Fase de diagnosis (acción A4)	22
3.2. Desviaciones con respecto a los objetivos de la acción C4	22
3.3. Diseño de las actuaciones, marcaje	23
3.4. Ejecución	24
3.5. Seguimiento de los trabajos silvícolas.....	24
4. Referencias bibliográficas.....	26

1. Objetivos generales y específicos de la acción

Llevar una masa forestal hacia una dinámica natural es un tipo de gestión que consiste en interrumpir la aplicación de intervenciones humanas (p.ej., aprovechamientos de madera o leñas, claras, clareos, desbroces, caza, pastoreo, etc.) y dejar que los procesos ecológicos sigan su propia dinámica. Cuando se alcanzan las últimas fases del ciclo silvogenético, los procesos ecológicos asociados a la dinámica natural del bosque (crecimiento, senescencia y muerte de grandes árboles) dan lugar a la aparición de una enorme variedad de nichos ecológicos asociados a plantas hospedadoras, microhábitats y microclimas, que son ocupados y aprovechados por estos especialistas. Las especies más raras (frecuentemente amenazadas) aparecen sobre todo en estas fases avanzadas del ciclo silvogenético, por lo que la restauración o retención de atributos de madurez en la matriz forestal puede ser particularmente valiosa para mantener la biodiversidad asociada. En cualquier caso, esta dinámica natural asociada a la madurez presenta un gran interés científico y educativo con respecto a la comprensión de las funciones ecosistémicas y de los procesos naturales, etc.

Una masa forestal puede ponerse a dinámica natural si presenta un grado de naturalidad elevado, para que pueda ser considerada como área-refugio eficaz y efectiva de la biodiversidad forestal y para que puedan darse los procesos naturales que lo lleven hacia estados sucesionales de mayor madurez, a ser posible sin más intervenciones humanas. En muchos casos es necesario hacer algún tipo de actuación previa al inicio de la fase de evolución natural: por ejemplo, creando nuevos hábitats y microhábitats que puedan albergar nuevas especies especializadas, acelerando la generación de madera muerta, creando estructuras verticales y horizontales más heterogéneas, regulando puntualmente la competencia entre árboles codominantes, favoreciendo la regeneración o eliminando especies exóticas que alteran procesos naturales. Las actuaciones llevadas a cabo en esta acción pretenden preparar las masas para iniciar una fase de dinámica natural.

1.1. Estructura forestal de partida

Los modelos de gestión para la preparación hacia la dinámica natural de la acción C4 se han implementado en 6 rodales demostrativos situados en masas arboladas dominadas por encina (*Quercus ilex*), roble (*Quercus humilis*) y pino carrasco (*Pinus halepensis*), tanto en estructuras puras como mixtas. Los tratamientos se han llevado a cabo durante el mes de febrero de 2020 en un total de 50 ha, de las cuales 25,4 se pueden considerar como masas puras y 24,6 ha como masas mixtas.

Todos los rodales coinciden con el hecho de que no ha habido ningún tipo de actuación silvícola en al menos los últimos 40 años, con lo que son bosques capitalizados y con un

cierto grado de madurez. Esta madurez se constata por el hecho que es posible identificar elementos asociados a ella: presencia de árboles de gran tamaño, abundancia de pies con dendromicrohábitats, cierto volumen de madera muerta de gran tamaño en pie o en el suelo, etc (tabla 2).

Los 6 rodales seleccionados pertenecen a 5 fincas públicas, todas ellos en Red Natura 2000, incluidos en espacios de interés natural (EIN) o de protección especial (ENPE). Además, las fincas en las que están incluidos los 6 rodales tienen algún tipo de protección adicional que queda recogido en sus respectivos instrumentos de ordenación y cuyo único objetivo es el de mantener o mejorar su estado de conservación. Este condicionante adicional obligó a que el tipo de actuación tuviera que ser de muy baja intensidad y que no se pudiera llevar a cabo ninguna actuación que redujera el riesgo de incendio, porque iría en contra de la dinámica natural y empeoraría su estado de conservación. Cualquier medida de gestión para reducir este riesgo se debería llevar a cabo en zonas que rodean al rodal.

Tabla 2. Estructura forestal de los rodales. Incluye el volumen de madera muerta en pie y en el suelo de más de 17,5 cm de diámetro normal y el número de pies excepcionales, determinada **en base a la diagnosis pericial inicial**.

	Can Calopa GNPhM	Muntanya Gran GNPhP	Carena de Pagès GNQhM	Font Groga GNQhP	Can Calopa GNQiM	Can Bosc GNQiP
FCC (%)	63.0	52.0	95.0	74.0	78.0	73.0
Altura dominante (m)	15.5	17.3	16.6	18.6	14.6	15.9
Altura media estimada (m)	12.1	14.7	13.0	11.8	13.3	15.9
Diámetro normal medio (cm)	20.5	24.5	23.0	25.8	23.8	28.8
AB total (m ² /ha)	17.3	29.5	27.4	15.5	18.9	30.1
AB pequeños (CD 10, 15 y 20)	11.3	6.4	12.3	8.4	13.3	5.9
AB medianos (CD 25, 30 y 35)	6.1	13.5	10.2	6.3	6.8	21.3
AB grandes (CD 40 y sup.)	1.9	0.4	4.9	1.2	1.8	2.0
Densidad (pies/ha) >7,5Ø	774	571	1298	695	829	647
Densidad (pies/ha) 2,5<Ø<7,5	840	840	2228	433	993	433
Densidad de pies excepcionales (pies/ha)	21.0	11.0	19.5	10.0	32.0	42.0
Volumen con corteza vivos (m ³ /ha)	100.1	116.6	147.8	89.2	74.3	170.6
Volumen madera muerta en pie (m ³ /ha)	3.8	1.9	1.7	3.2	4.5	0.3
Volumen madera muerta en suelo (m ³ /ha)	10.1	3.7	0.9	12.4	8.8	0.1
Cobertura sotobosque (%)	73.0	74.0	11.0	81.0	78.0	39.0
Altura sotobosque (m)	3.2	1.4	2.7	3.2	3.7	2.8

1.2. Objetivo de la actuación

Las actuaciones implementadas tienen como objetivo acelerar los procesos asociados a la dinámica natural y en consecuencia mejorar el grado de madurez, la biodiversidad asociada a ésta y el estado de conservación del hábitat.

Los objetivos específicos previstos en mayor o menor medida son:

- Respetar todos pies con presencia de microhábitats especialmente si son árboles de gran tamaño.
- Respetar y/o promover el crecimiento en diámetro del fuste de los árboles de grandes dimensiones eliminando competencia de pies vecinos y mejorar la estructura con árboles de gran tamaño.
- Incrementar la cantidad de madera muerta de mediano y gran tamaño en el suelo.
- Incrementar el decaimiento y la cantidad de madera muerta de mediano y gran tamaño en pie anillando árboles vivos.
- Favorecer los pies de especies autóctonas presentes en baja proporción (especies acompañantes), eliminando competencia.
- Favorecer la regeneración avanzada abriendo claros de dimensiones reducidas aumentando la heterogeneidad horizontal.

- Aumentar la heterogeneidad vertical del dosel y la diversidad de clases diamétricas, eliminando pies de tamaños intermedios, para favorecer la regeneración avanzada o liberar competencia sobre pies dominantes.
- Eliminar las especies leñosas exóticas.

1.3. Justificación de las actuaciones silvícolas planificadas

1.3.1. Modelo de referencia

Para estos rodales no existe un modelo de referencia silvícola. El tipo de intervención pretende conseguir un mejor estado de conservación de la biodiversidad forestal asociada a la madurez.

Las actuaciones silvícolas planificadas se han diseñado y ejecutado teniendo en cuenta las características particulares de los rodales (tabla 2) y los objetivos concretos de la acción C4 (apartado 1.2).

El tipo de actuación que se ha planificado y ejecutado en cada rodal está relacionado, en particular, con la cantidad y calidad de elementos presentes en el rodal asociados a la madurez y a la biodiversidad propia de los bosques maduros (presencia de madera muerta de grandes dimensiones, pies excepcionales, dendromicrohábitats, especies arbóreas acompañantes como servales, arces, acebos, madroños o cerezos, etc.). El patrón de distribución sobre el terreno de estos elementos y su mayor o menor presencia van a determinar las oportunidades de actuación y, en consecuencia, la intensidad de la actuación.

1.3.2. Actuaciones

La propuesta de actuaciones se consensuó con los técnicos de los órganos de gestión de los espacios naturales donde se sitúan los rodales demostrativos. Las actuaciones silvícolas consistieron en actuar en alrededor de los elementos clave en relación a la madurez y a la biodiversidad asociada mediante corta o anillamiento de árboles de tamaño mediano (20-30 cm de diámetro normal, Dn) y de gran tamaño (>30 cm de Dn). Mediante la corta o anillamiento de estos árboles se genera madera muerta muy diversa en tamaño. En función de la posición (en el suelo en caso de corta o en pie en caso de anillamiento) va a permitir tasas de descomposición muy distintas. La cantidad y distribución de los pies actuados dependía de la abundancia de madera muerta y de su estado de descomposición presente en el rodal en el momento del marcaje.

Las actuaciones silvícolas previstas en los rodales se recogieron en el *Programa de integración de medidas de conservación en la planificación y gestión forestal* y en los Pliegos de condiciones técnicas de los distintos rodales. Son las siguientes:

- **Liberación de árbol dominante.** Se trataba de cortar o anillar uno o varios pies competidores de árboles cuyas copas estaban por debajo del árbol dominante a favorecer. En este caso se conseguía reducir la competencia por el agua y en menor medida por la luz. El pie dominante mejorará su tasa de crecimiento en diámetro y tamaño de copa y en consecuencia su vitalidad. A la larga se consigue aumentar la heterogeneidad vertical del dosel y la diversidad de clases diamétricas.
- **Liberación de árbol codominante.** Se cortaba o anillaba un pie codominante cercano que estaba dando sombra a un pie de tamaño parecido, pero mejor conformado, que se quería liberar. El pie a cortar o anillar era un pie de menor vitalidad, pero sin microhábitats o lo sumo, de escaso valor. No se marcaba para cortar ni anillar ningún árbol con microhábitat/s poco frecuente/s en el rodal, por ejemplo, cavidades aptas para fauna vertebrada, habitualmente muy escasas.
- **Liberación de regenerado avanzado.** Se trataba de anillar o cortar algún pie codominante que estuviese dando sombra a un cono de regenerado avanzado. Según el espacio ocupado por el regenerado se podían anillar o cortar varios pies. Con este marcaje se consigue abrir un espacio que puede ser aprovechado inmediatamente por el regenerado ocupando el espacio rápidamente. Con esta actuación aumenta la heterogeneidad vertical y horizontal del dosel. Se favorece el crecimiento de las nuevas cohortes fomentando la irregularidad y la diversidad de clases diamétricas.
- **Apertura de claros.** Se trataba generar un hueco en el dosel de al menos 200 m² (o de mayor superficie si se trata de abrir espacio para una especie de luz) simulando la caída de uno o unos pocos árboles de grandes dimensiones. La apertura tenía que ser suficientemente grande como para permitir el inicio de la regeneración desde cero o casi. Derribar un árbol dominante de grandes dimensiones tenía que estar muy justificado. Alternativamente, para conseguir un claro de estas dimensiones, se cortaban varios pies codominantes, que en su conjunto generaban el hueco suficiente como para permitir el inicio de la regeneración. El objetivo directo era generar heterogeneidad horizontal, irregularizar la masa, reiniciar el ciclo silvogenético.
- **Liberación de especies acompañantes.** Se consideraba especie acompañante cualquier especie arbórea autóctona que estuviese presente en el rodal en una frecuencia muy baja. Las especies típicamente acompañantes son aquellas que nunca o casi nunca llegan a ser dominantes (*Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, etc.) o que habitualmente son dominantes, pero poco frecuentes en el rodal (encina o roble en pinares puros de pino carrasco). Para actuar, el árbol tenía que ser suficientemente vigoroso y tener un cierto tamaño, como para que su liberación produjese un efecto claro e inmediato en su crecimiento. No se actuaba en ningún caso para liberar un pie en fase de regenerado o de mal porte. La liberación se llevaba a cabo cortando algún pie que con su copa estaba interceptando demasiada luz o que estaba ejerciendo una presión mecánica. Se evitaba generar una apertura demasiado grande

para impedir la entrada de demasiada luz. En este caso, no se contemplaba la posibilidad de anillar el árbol competidor porque podría acabar cayendo sobre el pie a preservar.

- **Resalveo.** No se aplicó un resalveo sistemático, sino que solo se realizó en los casos donde claramente se favorecía un resalvo claramente dominante. En estas condiciones, se tuvo muy en cuenta no destruir microhábitats como dendrotelmas, que se forman en la base de la antigua cepa. Se resalveó también en los casos que permitía liberar alguna especie acompañante.
- **Eliminación de especies exóticas invasoras.** La eliminación de especies invasoras se llevó a cabo únicamente en el rodal de la Font Grogga. En ningún caso se actuó con productos fitosanitarios para eliminarlas. En general, se cortaron los pies de exóticas arbóreas y algunas palmáceas, lo más cerca posible de la base y, en la medida de lo posible, bajo un dosel arbóreo o arbustivo suficientemente denso para evitar un rebrote vigoroso. Alternativamente, para algunos pies de exóticas (*Robinia pseudoacacia* y *Acer pseudoplatanus*) se realizaron anillados experimentales, con el fin de conseguir que el pie se debilite a la vez que no rebrote de cepa. El anillado fue muy superficial (1 cm con motosierra y menos de 1 cm con cuchilla manual) para no inducir el rebrote.

1.2.3. Intensidad

A continuación, se describen las directrices generales para cada tipo de actuación. El estado particular de cada rodal en términos de elementos asociados a la madurez, a la biodiversidad y a la cantidad de madera muerta de grandes dimensiones y de su estado de descomposición ha determinado la intensidad final de las actuaciones.

Como resultado, en cada uno de los rodales se marcaron entre **83 y 149 pies para anillar o cortar**, dado que la superficie de actuación era alrededor de 8 hectáreas; esto significa una **intensidad de actuación de entre 9 y 20 pies/ha** (tabla 3). En el rodal de la Font Grogga la intensidad fue superior (290 árboles), porque además se eliminaron una parte importante de las especies exóticas presentes: *Acer pseudoplatanus*, *Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum*, *Trachycarpus fortunei* y *Prunus laurocerasus*. Como ya se ha comentado, la cantidad y distribución de los pies marcados dependía de la cantidad de madera muerta presente en el rodal y de su estado de descomposición en el momento del marcaje. En los tres rodales del Parque Natural de la Serra de Collserola se dió el caso de que había una cierta acumulación de madera muerta de grandes dimensiones. Al estar en un estado de descomposición muy avanzado, se hizo necesario generar nueva madera muerta. También ocurrió que el temporal Gloria (enero de 2020) irrumpió al final del marcaje del rodal de encinar mixto en Can Calopa, lo cual hizo disminuir la intensidad del marcaje, ya que se generó gran cantidad de madera muerta de grandes dimensiones por el derrumbe de decenas de pies de pino carrasco.

Tabla 3. Número de pies cortados o anillados por tamaños y tipos funcionales para los distintos rodales.

			Can Calopa (alt)	Muntanya Gran	Carena de Pagès	Font Groga	Can Calopa (baix)	Can Bosc
			GNPhM	GNPhP	GNQhM	GNQhP	GNQiM	GNQiP
Superfície	(ha)		8.12	8.88	8.4	8.16	8.06	8.35
Coníferas	Anillado	CD<30	6	26	2	0	2	0
		CD≥30	12	22	37	12	22	26
	Cortado	CD<30	7	38	4	1	1	0
		CD≥30	32	25	17	10	40	6
Fronosas	Anillado	CD<30	9	2	16	21	19	15
		CD≥30	1	0	10	21	0	14
	Cortado	CD<30	16	6	57	164	31	48
		CD≥30	0	0	6	61	1	12
Por tamaños	Anillado	CD<30	15	28	18	21	21	15
		CD≥30	13	22	47	33	22	40
	Cortado	CD<30	23	44	61	165	32	48
		CD≥30	32	25	23	71	41	18
Total	Anillado	-	28	50	65	54	43	55
	Cortado	-	55	69	84	236	73	66
Total	Coníferas	-	57	111	60	23	65	32
	Fronosas	-	26	8	89	267	51	89
Total			83	119	149	290	116	121

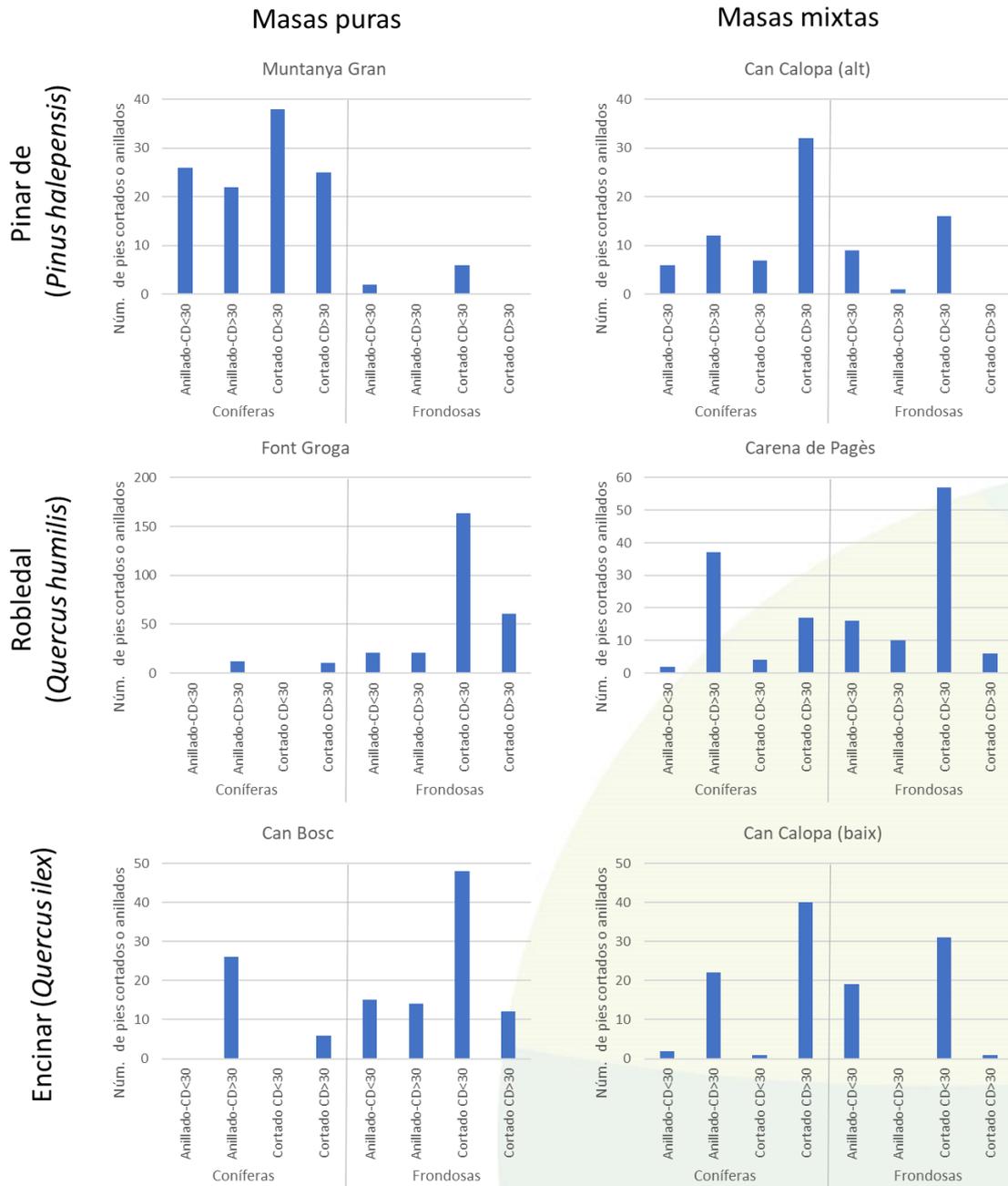


Figura 1. Número de pies cortados o anillados en función del tipo funcional (conífera o frondosa) y tamaño (pequeños, CD <30; o grandes, CD ≥30).

Tabla 4. Volumen de madera (m³) de pies cortados o anillados por tipos funcionales y especies exóticas para los distintos rodales.

	Rodal	Can Calopa (alt) GNPhM	Muntanya Gran GNPhP	Carena de Pagès GNQhM	Font Groga GNQhP	Can Calopa (baix) GNQiM	Can Bosc GNQiP
Coníferas	Anillado	13.74	13.98	33.00	11.20	19.49	21.48
	Cortado	33.62	17.06	13.75	7.63	37.98	5.18
Fronosas	Anillado	0.90	0.24	6.90	10.61	1.51	9.81
	Cortado	0.53	0.44	10.31	13.82	2.96	14.28
Exóticas	Anillado	0	0	0	3.59	0	0
	Cortado	0	0	0	32.46	0	0
Total		48.79	31.72	63.96	79.31	61.94	50.75

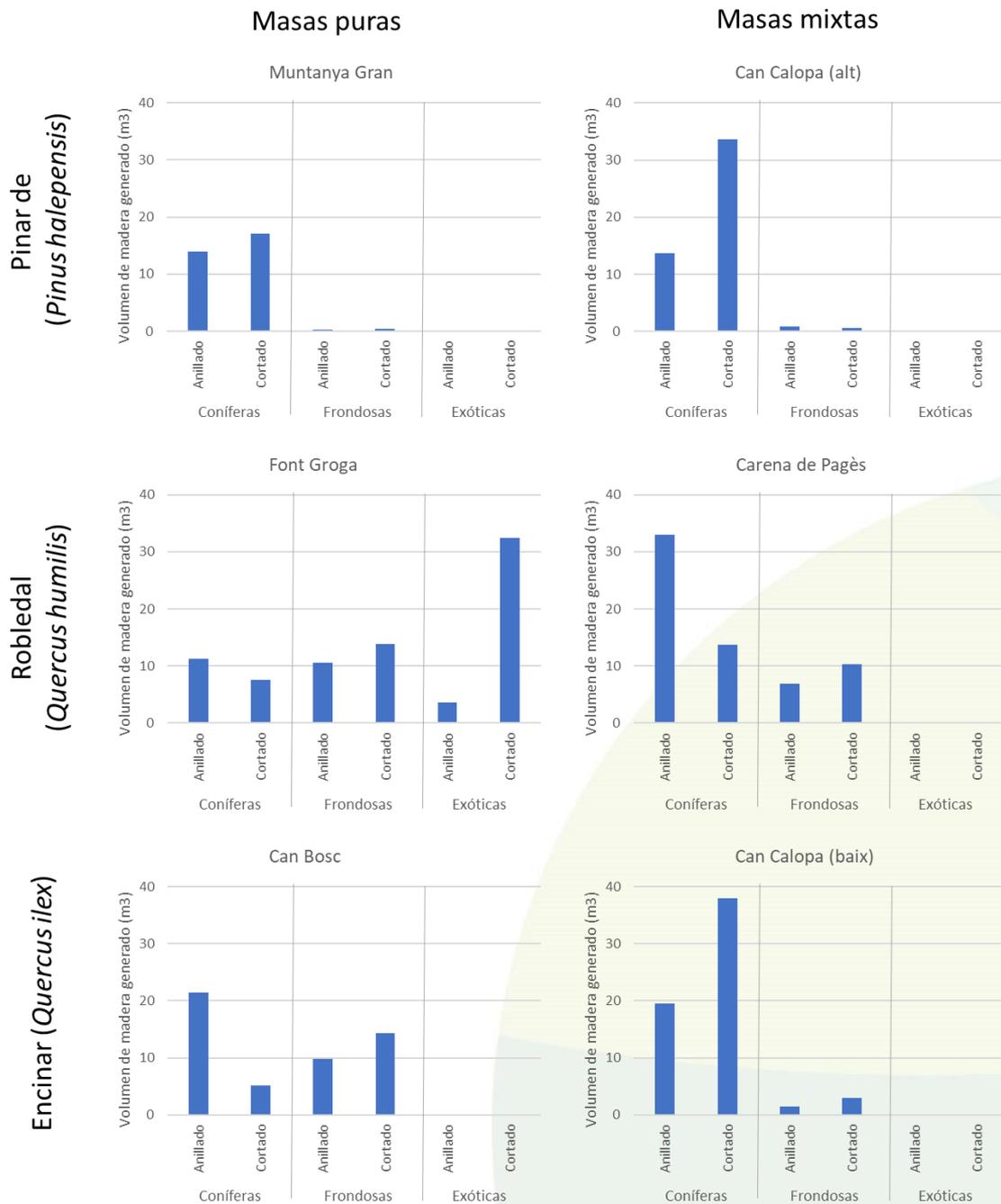


Figura 2. Volumen de madera generado entre pies cortados y anillados por tipo (conífera, frondosa, exótica).

1.4. Justificación del marcaje

Dado que el tipo de gestión no buscaba mejorar la productividad ni mantener la sostenibilidad de los aprovechamientos en el futuro y dado que el tipo de actuación necesariamente debía ser de muy baja intensidad, el tipo de marcaje tuvo que intentar

cumplir a la vez el máximo número posible de los objetivos descritos. Objetivo común de todos los casos de marcaje fue la generación de madera muerta de distinto tamaño, tipo (en pie o en suelo, de conífera o frondosa) que va a determinar la tasa de descomposición futura, la comunidad de especies saproxílicas y epífitas y las especies que se alimentan, nidifican o buscan refugio en la madera muerta generada.

Los criterios de marcaje de los pies a cortar o a anillar fueron tales que han permitido alcanzar el máximo de beneficios posibles en cuanto a los objetivos descritos anteriormente (tabla 5) y en cuanto a pies liberados por especies (incluye especies acompañantes, tabla 6). En caso de que los beneficios fueran escasos no se marcaba. Los pies marcados (a cortar o anillar) fueron en la mayor parte de los casos codominantes, porque son los pies que generan un mayor efecto de liberación de competencia sobre los pies que permanecen en el rodal y porque son los que van a generar madera muerta de grandes dimensiones, lo que favorecerá una mayor diversidad de organismos saproxílicos y otros beneficiarios. En algunos pocos casos se actuó sobre pies dominantes y, en consecuencia, pertenecientes a un estrato superior (más altos y generalmente más gruesos). Se actuaba en alguno de éstos solo en los casos que tuvieran poca vitalidad o con malformaciones que limitaran su crecimiento, con menor interés como microhábitats que otros pies de dimensiones inferiores.

Se intentó que la distribución de la madera muerta en pie o en el suelo generada fuera lo más homogénea posible en el rodal. Este criterio no fue incompatible con que en algunos lugares se actuara anillando varios pies para acumular madera muerta en pie, que a su vez permitiera generar claros para estimular la regeneración. La agrupación de madera muerta en pie con cavidades es especialmente favorable para los quirópteros (que son especies que cambian a los pocos días de cavidad y las buscan a ser posible cercanas, utilizando así una red de cavidades aptas). En este caso se aprovecharon situaciones en las que ya había árboles decrepitos o muertos y con cavidades o inicio de posibles cavidades aptas en el futuro. Los anillados van a proporcionar nuevas cavidades y van a sustituir a los vecinos ya muertos a medida que éstos se descompongan.

En la medida de lo posible, se procuró generar madera muerta en pie y en el suelo tanto de frondosas como de coníferas. También, en la medida de lo posible, se marcaron pies de clase diamétrica de 30 cm o superior. Los árboles marcados no tenían cavidades u otros microhábitats poco frecuentes en el rodal.

Tabla 5. Efectos previstos de la corta o anillado de los pies marcados en el beneficio obtenido y en relación a los objetivos de la actuación (en número de pies y porcentaje) para los distintos rodales.

		Can Calopa (Dalt)		Muntanya Gran		Carena de Pagès		Font Groga		Can Calopa (Baix)		Can Bosc	
		GNPhM		GNPhP		GNQhM		GNQhP		GNQiM		GNQiP	
		Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
	Pies marcados (cortados o anillados)	83		119		149		290		116		121	
Efecto de la actuación	Liberación de árbol dominante	0	0.0	29	24.4	18	12.1	21	7.2	4	3.4	47	38.8
	Liberación de árbol codominante	48	57.8	105	88.2	135	90.6	97	33.4	72	62.1	115	95.0
	Liberación de regenerado avanzado	84	101.2	90	75.6	134	89.9	101	34.8	108	93.1	73	60.3
	Apertura de claro	21	25.3	41	34.5	1	0.7	5	1.7	59	50.9	37	30.6
	Liberación de especies acompañante	25	30.1	21	17.6	47	31.5	74	25.5	38	32.8	58	47.9
	Eliminación de especie exótica	0	0.0	0	0.0	0	0.0	20	6.9	0	0.0	0	0.0
	Liberación por resalveo	22	26.5	8	6.7	32	21.5	25	8.6	38	32.8	15	12.4

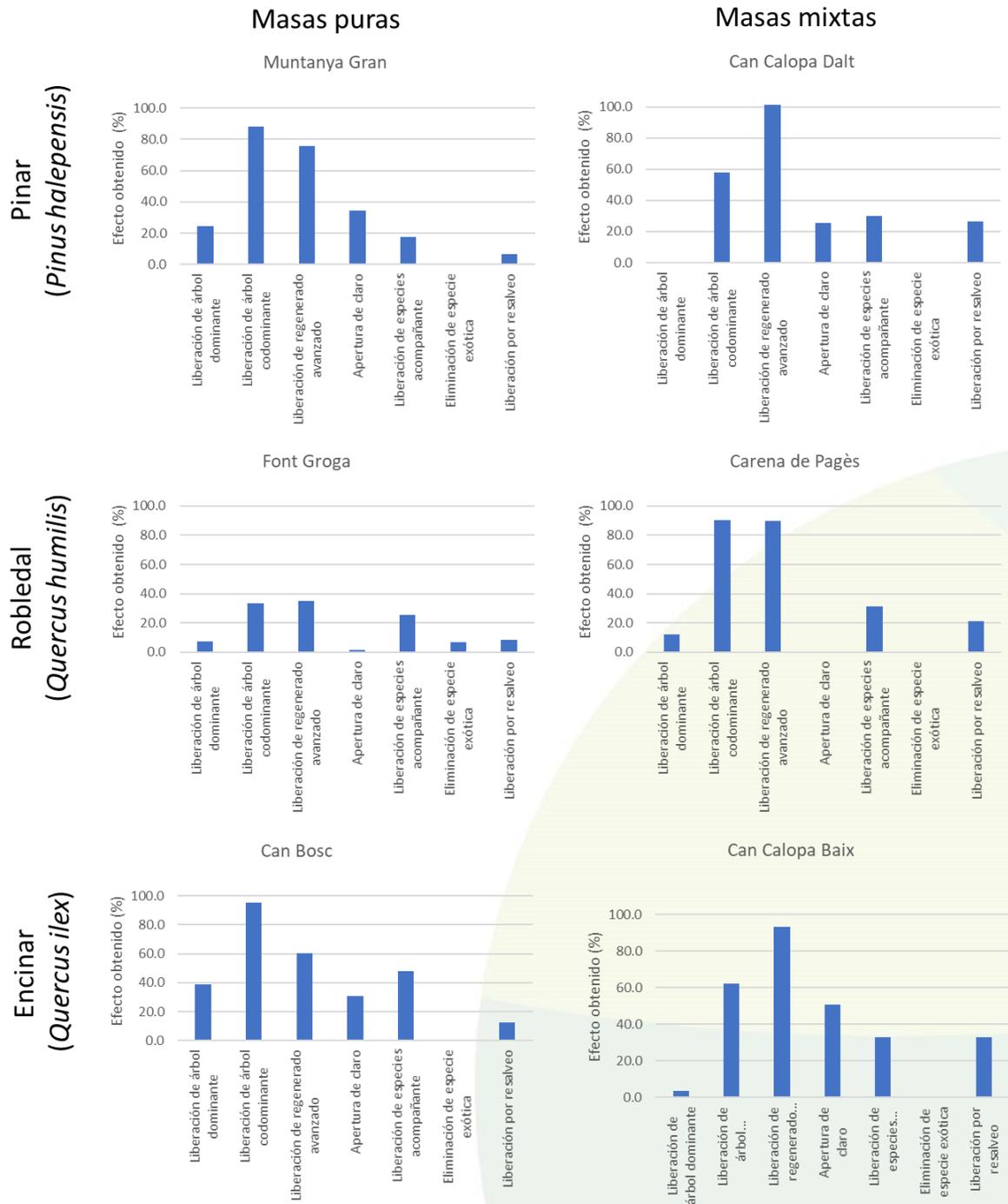


Figura 3. Efecto obtenido (en %) para cada tipo de actuación en relación al número de pies cortados o anillados.

Tabla 6. Número de pies liberados y porcentaje en relación a los pies marcados (para la corta o anillado) para los distintos rodales. En negrita las especies consideradas acompañantes.

	Can Calopa (alt)		Muntanya Gran		Carena de Pagès		Font Groga		Can Calopa (baix)		Can Bosc	
	GNPhM		GNPhP		GNQhM		GNQhP		GNQiM		GNQiP	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Pies marcados (cortados o anillados)	83	-	119	-	149	-	290	-	116	-	121	-
Acer campestre					7	4.7						
Arbutus unedo	13	15.7	2	1.7			11	3.8	21	18.1	40	33.1
Corylus avellana							14	4.8				
Fraxinus angustifolia							5	1.7				
Ilex aquifolium					13	8.7						
Olea europaea			9	7.6								
Phillyrea latifolia	1	1.2	8	6.7			3	1.0	6	5.2		
<i>Pinus halepensis</i>	26	31.3	101	84.9					31	26.7		
<i>Pinus nigra</i>					3	2.0						
<i>Pinus pinea</i>			3	2.5								
<i>Pinus sylvestris</i>					15	10.1						
Prunus avium					1	0.7	8	2.8			4	3.3
<i>Quercus humilis</i>	51	61.4			106	71.1	79	27.2	26	22.4	11	9.1
<i>Quercus ilex</i>	73	88.0	63	52.9	122	81.9	84	29.0	100	86.2	101	83.5
Quercus suber	9	10.8									1	0.8
Rhamnus alaternus			2	1.7		0.0	2	0.7				
Sorbus aria					24	16.1						
Sorbus domestica	2	2.4			2	1.3	26	9.0	11	9.5		
Sorbus torminalis											13	10.7
Tilia platyphyllos							2	0.7				
Ulmus minor							3	1.0				
Pies especies acompañantes liberados	25	30.1	21	17.6	47	31.5	74	25.5	38	32.8	58	47.9

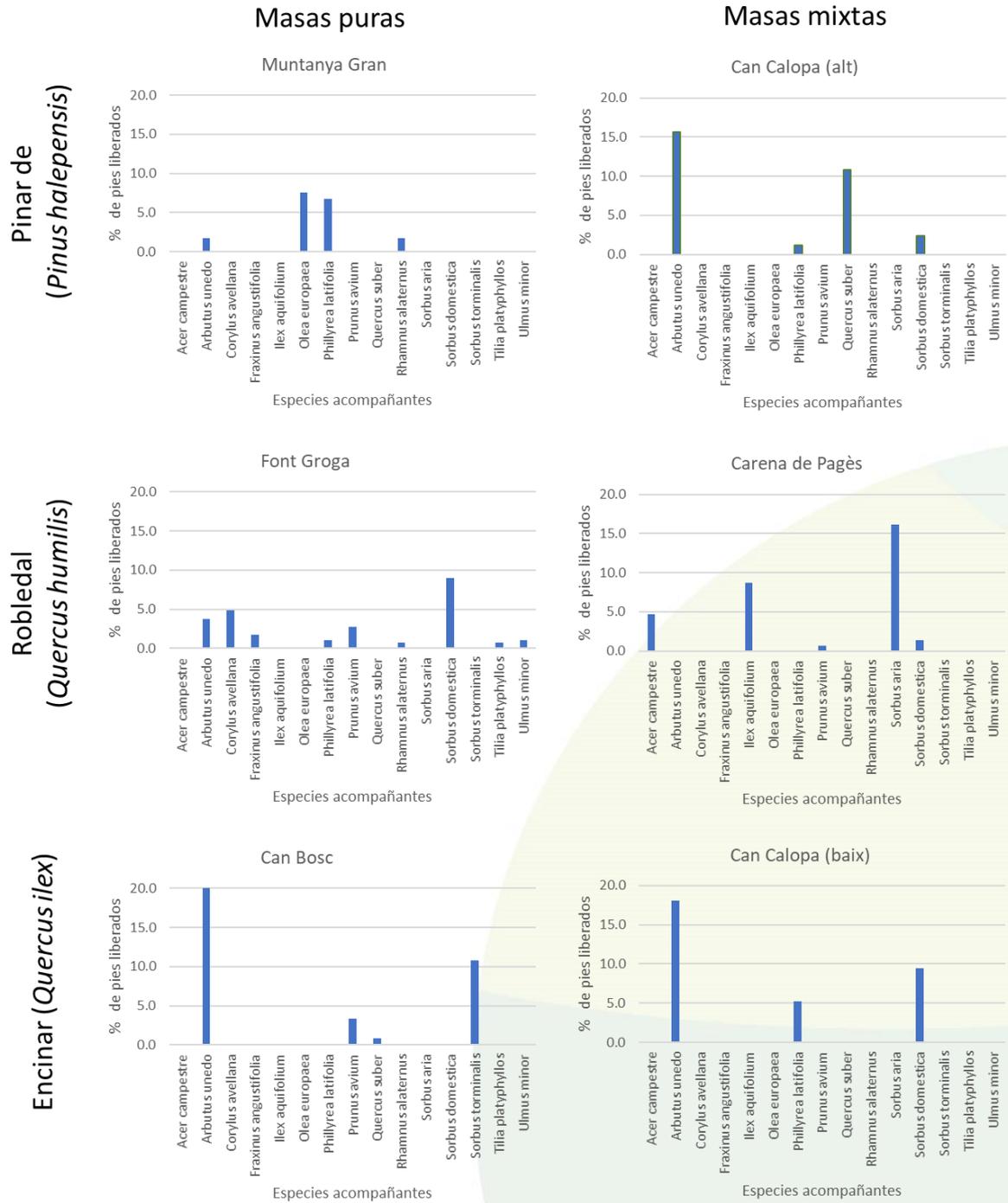


Figura 4. Pies liberados (en %) de especies acompañantes en relación al número de pies cortados o anillados.

2. Estimación del efecto de los tratamientos sobre la capacidad de acogida de biodiversidad

El Índice de Biodiversidad Potencial (Baiges *et al.* 2018) permite identificar el estado de los diversos factores que afectan a la capacidad de acogida de biodiversidad de un rodal. Una vez evaluados, se pueden diseñar tratamientos específicos para los factores que pueden verse modificados por la gestión forestal, con el objetivo de mantener en buen estado los factores que ya tienen una puntuación alta y potenciar los factores peor puntuados.

Los efectos de los tratamientos realizados todavía no se han evaluado, ya que se considera más preciso analizarlos en el tramo final del proyecto. Sin embargo, sí que se puede hacer una estimación de su efecto en cada uno de los factores de gestión (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de las puntuaciones del IBP y estimación del efecto a corto plazo de los tratamientos en cada factor de gestión, donde “+” es positivo, “-“ negativo y “=” indica mantenimiento.

Rodal		Temp	IPBCat (%)		Factores IBP									
			Total s/50	Rodal s/35	Gestión rodales						Contexto			
					A-E	B-EV	C-M MP	D-M MS	E-AG	F-DM	G-EA	H-CB	I-AA	J-AR
GNPhM	Can Calopa de Dalt	Pre	68	83	5	2	5	5	2	5	5	5	0	0
		Post			=	+	=	=	+	=	=			
GNPhp	Muntanya Gran	Pre	70	89	5	5	5	5	1	5	5	2	0	2
		Post			=	=	=	=	+	=	+			
GNQhM	Carena de Pagès	Pre	68	83	5	2	5	5	5	5	2	5	0	0
		Post			=	+	=	=	=	=	=			
GNQhP	Font Groga	Pre	62	74	5	2	5	5	2	5	2	5	0	0
		Post			=	+	=	=	+	=	=			
GNQiM	Can Calopa Dalt	Pre	72	91	5	2	5	5	5	5	5	2	0	2
		Post			=	+	=	=	=	=	=			
GNQiP	Can Bosc	Pre	58	63	5	5	2	2	1	5	2	5	0	2
		Post			=	=	+	+	+	=	=			

*Factor A: Especies autóctonas; Factor B: Estructura vertical de la vegetación; Factor C: Madera muerta grande en pie; Factor D: Madera muerta grande en suelo; Factor E: Árboles grandes; Factor F: Dendromicrohábitats; Factor G: Espacios abiertos con especies florícolas; Factor H: Continuidad temporal del bosque; Factor I: Ambientes acuáticos; Factor J: Ambientes rocosos.

En casi todos los rodales C4, para los factores de gestión, no hay margen de mejora porque para la mayoría ya están saturados (han alcanzado el umbral mínimo para obtener la puntuación máxima) (Tabla 7). La gestión para la preparación a dinámica natural conlleva *per se* una mejora de los factores asociados a la madurez, es decir, factor B: Estructura vertical de la vegetación; factor C: Madera muerta grande en pie; factor D: Madera muerta grande en suelo; factor E: Árboles grandes.

Para los demás factores modificables con la gestión difícilmente se van a obtener mejoras a corto plazo. Para el factor A, especies autóctonas, no hay margen de mejora porque en todos los rodales se ha alcanzado el valor máximo. Para el factor F, dendromicrohábitats, difícilmente se van a conseguir valores superiores a corto plazo porque los procesos para generarlos suelen ser muy lentos, además, al ser elementos asociados a la edad y/o al tamaño dificulta en gran medida la posible mejora a corto plazo. Obviamente, anillando árboles, va a aumentar la probabilidad de que se generen, pero solo contabilizarían mientras el árbol se mantiene vivo. Finalmente, para el factor G, ampliar la superficie de espacios abiertos con especies florícolas, al no ser objetivo de la gestión para la preparación a dinámica natural difícilmente se va a mejorar. Cuando se abre un claro el objetivo es que sea ocupado por un regenerado avanzado o para que se inicie la regeneración desde cero. Únicamente, si el claro que se genera es suficientemente grande como para permitir la entrada de más luz (y con ello la colonización por fanerógamas) puede temporalmente mejorar este factor. Este sería el caso de los dos rodales de pino carrasco (Muntanya Gran y Can Calopa de Dalt), donde se abrieron claros de mayor tamaño para favorecer su regeneración y, eventualmente, favorecer la aparición de especies florícolas a corto plazo.

3. Código de buenas prácticas y lecciones aprendidas

3.1. Fase de diagnosis (acción A4)

Para hacer las actuaciones de preparación a dinámica natural el muestreo pericial planteado para las acciones C1, C2 y C3 para la diagnosis resultó parcialmente útil. Por este motivo se añadió un muestreo adicional para cuantificar la cantidad de madera muerta en el suelo (mediante transecto) y en pie de gran tamaño y su estado de descomposición, así como su localización con GPS junto con los árboles excepcionales en cuanto a tamaño y de pies de especies acompañantes. Esta localización más exhaustiva permitió tener una aproximación más precisa de la cantidad y distribución de elementos sobre los que se podría actuar en cada rodal en la fase de marcaje.

Para hacer un recorrido lo más exhaustivo posible se utilizó una *Tablet* con la delimitación del rodal, el topográfico a escala 1:5000 y el ortofotomapa más reciente. El recorrido se registraba en un *track* para poder hacer un reconocimiento lo más completo posible del rodal. Para facilitar la tarea, los transectos se realizaban siguiendo curvas de nivel separadas por distancias de unos 50 m.

Durante la tarea de marcaje y para algunos de los rodales, los desplazamientos resultaron complicados debido a la espesura del sotobosque. En estos rodales (Font Grogga-GNQH_P, y Can Calopa- GNQi_M) no fue posible identificar de manera exhaustiva todos los elementos singulares (árboles de gran tamaño, especies acompañantes, cono de regeneración, etc.) pero esto no supuso que no se alcanzaran los objetivos planteados. Para facilitar la identificación y evitar al máximo los desplazamientos dentro del rodal es aconsejable utilizar unos prismáticos para identificar la especie y un telémetro laser para determinar la posición por distancia y rumbo de los elementos singulares.

3.2. Desviaciones con respecto a los objetivos de la acción C4

Los objetivos eran comunes a todos los rodales (apartado 1.2), ya que en menor o mayor medida se tenían que seleccionar aquellos árboles a cortar o anillar que permitieran liberar a todos o parte de los elementos singulares previamente identificados de acuerdo con los objetivos. Alcanzar cada uno de los objetivos también dependía de la estructura general del rodal antes de la actuación o de la cantidad y distribución de estos elementos singulares. Por ejemplo, dado que la actuación tenía que ser de muy baja intensidad, la apertura de claros no se pudo plantear en algunos de los rodales (tabla 5 y figura 3). En muchos casos, no se consideró necesario liberar los pies dominantes al ser árboles que a menudo ya presentaban una copa desplegada o estaban claramente por encima del dosel codominante. Otro ejemplo fue el rodal de la Muntanya Gran, en el que la intensidad de la actuación fue baja en relación a los elementos singulares, porque se

trataba de una masa poco densa donde la mayor parte de árboles singulares estaban lo suficientemente liberados como para no tener que actuar sobre sus vecinos.

Una vez hecha la revisión bibliográfica, haber consultado a expertos y por propia experiencia sigue sin haber acuerdo en la cantidad de madera muerta mínima aconsejable en el contexto mediterráneo. Además, la cantidad depende de la tipología de bosque y de las características topográficas y climáticas de cada rodal. En la revisión de Muller & Bütler (2010) muestran una tabla donde resumen la mayoría de estudios que están hechos en bosques maduros de climas templados y boreales cuyos umbrales no se pueden extrapolar a bosques mediterráneos donde ha habido una gestión en un pasado demasiado reciente. Está claro que la cantidad de madera muerta debería ser suficiente como para mejorar los procesos asociados a su descomposición y mejorar las comunidades de saproxílicos en el espacio y en el tiempo. Esto nos lleva a la reflexión que quizás sería más oportuno ir generando madera muerta en pequeñas cantidades en tiempos relativamente cortos (por ejemplo 5-7 años) aunque los costes económicos, lógicamente, se incrementarían. El lapso de tiempo debería estar supeditado a la tasa de descomposición. Finalmente, cabe decir que la cantidad generada estuvo básicamente supeditada a las oportunidades de pies marcados y, por consiguiente, a los otros objetivos planteados. También es oportuno comentar que el marcaje fue muy conservador en el sentido que en caso de duda no se actuaba.

No hay certeza de que todos los pies anillados de frondosas (los robles y aún menos las encinas), acaben muriendo, sí en cambio para los pinos anillados que pueden ir pasando por un lento proceso de decaimiento que resulta muy interesante desde el punto de vista de la generación de microhábitats y de la biodiversidad asociada. Los distintos tipos de anillado ensayados van a permitir extraer aprendizajes sobre cuál es el sistema más efectivo para cada especie y estructura del rodal. El resultado de su seguimiento, previsto para el último año de proyecto, permitirá sacar algunas conclusiones más al respecto.

3.3. Diseño de las actuaciones, marcaje

El marcaje fue pie a pie de todos los árboles a actuar, ya fuera para cortar o anillar, y en toda la extensión del rodal. Durante la fase de marcaje se puso de manifiesto que en algunos rodales la fase de diagnóstico no fue lo suficientemente exhaustiva como para localizar todos los elementos singulares que, eventualmente, pudieran ser objeto de mejora. Esto fue debido a la gran dificultad de transitar por la combinación de fuertes pendientes y sotobosque frondoso. En este sentido, los marcajes se decidieron en campo en base a estos elementos previamente identificados, pero también a elementos que se localizaron durante la fase de marcaje.

Para facilitar su localización se registró la posición de cada pie con GPS y se marcó con pintura con dos puntos verdes (señal de cortar) o dos círculos verdes paralelos (anillar), en este caso, con indicación del ancho del anillamiento (10 o 30 cm).

3.4. Ejecución

Se redactó un documento de prescripciones técnicas lo más detallado posible para evitar cualquier desviación en la ejecución de los trabajos. Aun así, se acompañó a la empresa adjudicataria durante unas horas el primer día para despejar dudas.

La empresa contratada tenía amplia experiencia en tratamientos forestales de este tipo y se adaptaron muy bien y con entusiasmo a las exigencias del proyecto. Respondieron muy bien a las dificultades encontradas: tumbar árboles de gran tamaño sin dañar a los demás, utilizar cuerdas y poleas para orientar correctamente la caída de los pies más problemáticos, anillamiento con motosierra o con cuchilla según los casos, etc.

De esto se deduce la importancia de contar con una empresa experimentada, con jefes de cuadrilla y operarios competentes e involucrados con los objetivos del proyecto. Esto facilita enormemente las tareas de dirección de obra por parte del socio responsable del proyecto y garantiza el resultado final, sin costes añadidos.

Para facilitar los trabajos silvícolas, el CREAM entregó a la empresa adjudicataria toda la cartografía correspondiente a la delimitación de cada rodal y la posición geográfica aproximada (error del GPS 4-5 m) de todos los pies a anillar o cortar. Para evitar confusiones, todas las especies arbóreas acompañantes a respetar llevaban una cinta de plástico alrededor del tronco que había que retirar una vez ejecutado el trabajo.

Los anillamientos se hicieron en la mayoría de los casos con sierra mecánica y lo más superficial posible para evitar debilitamiento mecánico del tronco. En campo, durante el primer día, se hicieron ensayos con la empresa. Al tener una corteza muy delgada, se ensayaron anillamientos superficiales con cuchilla de algunos pies de *Acer pseudoplatanus*. Los resultados de la eficacia de este ensayo se verán al final del proyecto. Sin embargo, se puede adelantar que después del primer año algunos pies han vuelto a reconectar indicando que el anillamiento debería haber sido más ancho, e incluso llegar hasta la base del tronco.

Los trabajos en los 6 rodales de la acción C4 se realizaron de manera muy ágil y en dos semanas. Con un total de 25 jornales fue suficiente.

3.5. Seguimiento de los trabajos silvícolas

No fue necesario hacer un seguimiento estricto durante los días de ejecución porque las prescripciones técnicas estaban redactadas con mucho detalle y se tuvo la precaución de acompañar a la empresa adjudicataria durante el primer día para acabar de discutir los aspectos técnicos y las dudas. Además, el hecho que los pies a cortar o a anillar estuvieran marcados con GPS y que en campo estaban señalados con pintura verde, facilitó la ejecución de los trabajos. Aún así en tres rodales se acompañó a la empresa

para el seguimiento de la ejecución de los trabajos y la resolución de posibles dudas en el desarrollo de estos.

No estaría nada mal que los capataces se acostumbraran a utilizar el GPS o *Tablet* para trabajos de tanto detalle.

4. Referencias bibliográficas

Baiges T, Cervera T, Palero N (2018). L'índex d'avaluació de la biodiversitat potencial dels boscos de Catalunya (IBPC). Què és i com es calcula? Actes de les XXXV Jornades Silvícoles, abril-juny de 2018



www.lifebiorgest.eu



@LifeBiorgest