



Descripción técnica de los modelos innovadores de gestión para mejorar la resiliencia de los alcornocales frente a grandes incendios forestales



Socios:

Co-financiadores:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

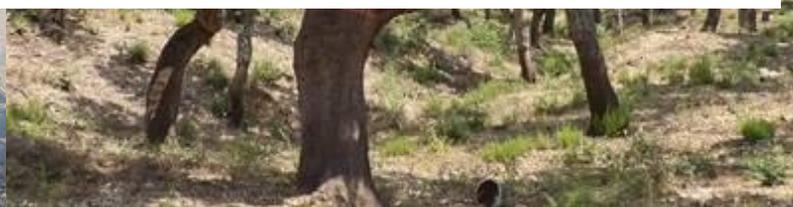


Diputació
Barcelona

AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



INSTITUT
CATALÀ
DEL SURO



Autores:

Mario Beltrán, Jaime Coello (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya)

Roser Mundet (Consorci Forestal de Catalunya)

Fotografías:

Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Consorci Forestal de Catalunya, Centre de la Propietat Forestal

Cita bibliogràfica:

Beltrán, M.; Coello, J.; Mundet, R. 2017. *Descripción técnica de los modelos innovadores de gestión para mejorar la resiliencia de los alcornoques frente a grandes incendios forestales*. Proyecto Life+SUBER (LIFE13 ENV/ES/000255)



Socios



Co-financiadores



Índice

1. Introducción	4
1.1. Los grandes incendios forestales	4
1.2. Resiliencia y resistencia forestal y grandes incendios forestales.....	7
1.3. Prácticas habituales para la prevención de GIFs.....	8
1.4. Innovación en los criterios de prevención de GIFs en alcornoques	9
2. Experiencias piloto de mejora de la resiliencia de los alcornoques frente a GIF, proyecto Life+SUBER - Acción B2	13
2.1. Mas Genís	14
2.2. Mas Descalç.....	19
2.3. Can Joandó	24
2.4. Can Iglesias	29
2.5. Mas Fonollet.....	34
2.6. Can Noguera	39
2.7. Can Preses	44
2.8. El Truy.....	49
3. Descripción de los tratamientos aplicados	54
3.1. Corta de mejora (de tipo entresaca)	54
3.2. Desbroces	55
3.3. Tratamiento de los restos vegetales	55
3.4. Coste y rendimiento de aplicación de los tratamientos	56
4. Bibliografía	58

Life+ SUBER

Socios:



Co-financiadores:



Acción B2. Modelos de gestión para la mejora de la resiliencia a incendios forestales de masas de *Quercus suber*.

1. Introducción

1.1. Los grandes incendios forestales

Un incendio forestal se convierte en Gran Incendio Forestal (GIF) cuando genera y mantiene un comportamiento fuera del alcance de los medios de extinción, por una velocidad de propagación, una intensidad y una longitud de llama elevadas, generalmente con fuegos activos sostenidos en las copas de los árboles. Generalmente estos incendios son escasos en número pero de gran alcance en superficie y ofrecen pocas oportunidades de extinción (Costa *et al.*, 2011).

Los incendios forestales son actualmente la perturbación natural principal que afecta el área mediterránea. La presente configuración del paisaje y la estructura del bosque, con una gran acumulación de combustible, da lugar a fuegos de alta intensidad y velocidad elevada que se escapan de la capacidad de actuación de los sistemas de extinción. Las medidas de gestión existentes para la prevención de incendios forestales frecuentemente resultan insuficientes respecto a la prevención de los Grandes Incendios Forestales (GIF), que se propagan por las copas con efectos devastadores.

Este problema se agrava en el contexto del cambio global actual con el abandono del medio rural y los terrenos forestales, la homogeneización del paisaje y la acumulación de biomasa en el bosque.

Conocer los tipos de incendios y regímenes de fuego que afectan a una zona determinada es clave para implementar de una manera real el riesgo de incendios en la gestión forestal. La propagación de los incendios forestales está determinada por la interacción entre el combustible, la meteorología y la topografía. A grandes rasgos, los incendios se pueden clasificar en tres grandes grupos (Rothermel, 1972):

- Incendios de convección (de tipo estándar o conducidos por viento). La gran acumulación de combustible forestal es la principal causa de la intensidad que se desarrolla.
- Incendios de viento (de tipo con relieve o en las planas). Las condiciones meteorológicas son determinantes en el comportamiento del incendio, generalmente con una velocidad de propagación elevada.
- Incendios topográficos. La orografía compleja y su interacción con el viento convectivo producido por el propio incendio determinan el comportamiento del incendio.

Life+ SUBER

4

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



Para definir el régimen de incendios de una zona se utilizan los siguientes parámetros (Heinselman, 1981; Agee, 1993): frecuencia (por número de incendios en un periodo determinado), periodo de recurrencia, extensión, severidad (afectación en los organismos o las propiedades del sistema), intensidad (magnitud física de energía liberada), estacionalidad.

El mapa de riesgo de incendios tipo, presentado en Piqué *et al.* (2011), permite conocer las zonas con más probabilidad de generar grandes incendios forestales en función de las características de cada zona y de su historial previo. Los alcornoques catalanes se sitúan mayoritariamente en zonas clasificadas como de alto o muy alto riesgo de incendio tipo (Figura 1).

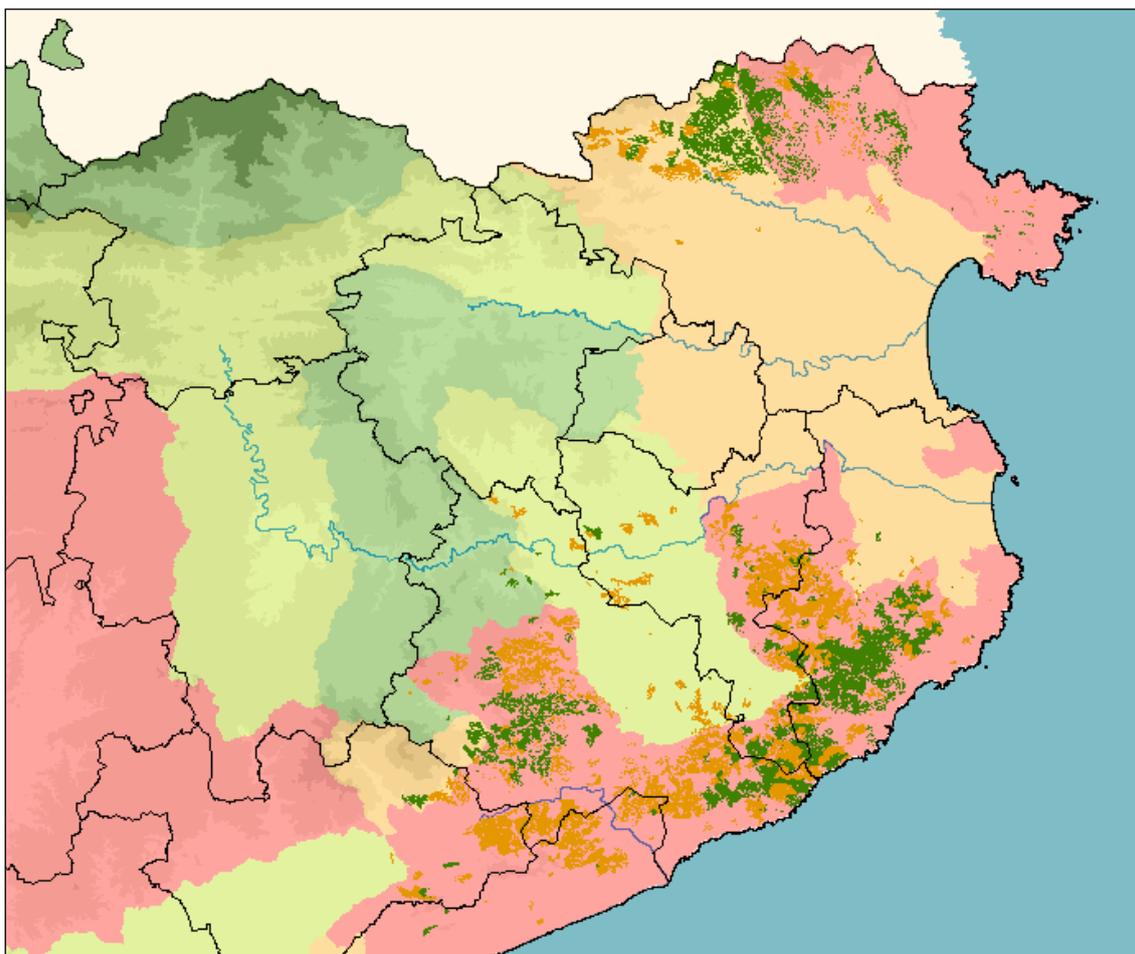


Figura 1. Detalle del Mapa de riesgo de incendios tipo de Catalunya (Piqué *et al.*, 2011) sobre la distribución de los alcornoques catalanes (Piqué *et al.*, 2014). La escala del riesgo es de bajo (verde) a muy alto (rojo). La distribución de alcornoques distingue las masas puras (verde) de las mixtas (naranja).

Con los datos disponibles hasta el año 2015 (incluido), la superficie forestal que ha sido afectada al menos una vez por un incendio forestal se estima en unas 600.000 ha (datos del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, DARP). De éstas, unas 28.900 ha corresponden a

la distribución actual del alcornocal, es decir, que un 48% de la superficie actual de alcornocal ha sido afectada por al menos un incendio forestal.

La Figura 2 muestra la evolución del número y la superficie de los incendios forestales en Catalunya, con tendencias diferentes para ambas variables. La Tabla 1 se centra en los incendios forestales que superan las 500 ha, y muestra el número y la superficie afectada por estos incendios en los tres últimos periodos de 10 años. En todos estos datos existe una gran variabilidad anual, relacionada con el clima (Piñol *et al.*, 1998), aunque se puede observar cierta tendencia a aumentar en número de sucesos y a disminuir su afectación espacial asumiendo algunos años donde se dispara la superficie. Este patrón en los datos está relacionado con la estrategia general de extinción, que es la supresión del fuego (Costa *et al.*, 2011), y da lugar al debate actual sobre sus efectos en la acumulación y homogeneización de los combustibles forestales que a su vez intensifican el fenómeno de los grandes incendios forestales (Duane *et al.*, 2015).

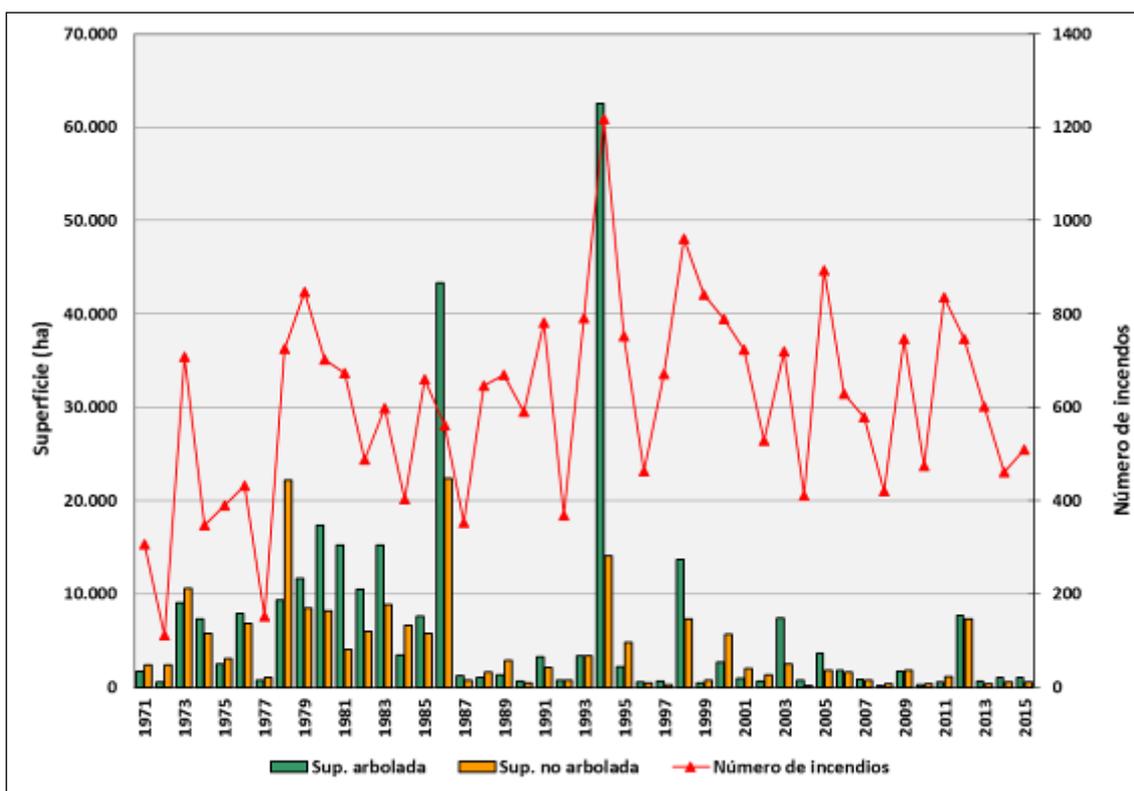


Figura 2. Evolución en las últimas décadas del número y superficie de incendios forestales en Catalunya (datos del DARP).

Tabla 1. Número de incendios forestales en Catalunya que superan las 500 ha y superficie afectada en total por estos incendios, agrupados en tres periodos consecutivos (datos del DARP).

Periodo	Incendios forestales		Superficie afectada	
	Número	% respecto al total	ha	% respecto al total
1983-1992	43	0,76	93.655	71
1993-2002	29	0,37	98.711	79
2003-2012	15	0,24	26.090	63

Los incendios forestales en los alcornocales tienen un gran impacto como emergencia y afectan a la socioeconomía de las zonas afectadas ya que existe un alto riesgo de que afecten bienes y vidas humanas. El incendio de la Jonquera (verano de 2012) que afectó cerca de 15.000 ha, es un ejemplo de este tipo de sucesos catastróficos.

1.2. Resiliencia y resistencia forestal y grandes incendios forestales

La resiliencia define la capacidad de un ecosistema para absorber una perturbación o alteración y recuperar estructuras y procesos sistémicos similares a los existentes previamente (Waltz *et al.*, 2014). Los incendios forestales son un integrante natural de los ecosistemas mediterráneos con los que la vegetación ha evolucionado (Pausas, 1999; Pausas *et al.*, 2004). Sin embargo, los cambios recientes en el régimen de incendios pueden llegar a superar la capacidad de los sistemas forestales mediterráneos para resistir y recuperarse después de una perturbación tan intensa como los grandes incendios forestales (Pausas, 2004).

El análisis de la resiliencia de un ecosistema es complejo, pero a grandes rasgos requiere definir una serie de parámetros iniciales mediante los cuales se puede evaluar la resiliencia de un elemento concreto a una perturbación concreta (Waltz *et al.*, 2014). En el caso de la resiliencia del bosque de *Quercus suber* frente a los incendios forestales, incluyendo los GIF, los indicadores principales son parámetros relacionados con la estructura forestal (vulnerabilidad a los incendios de alta intensidad), y en especial teniendo en cuenta la localización de estas estructuras. Otros indicadores pueden ser los relativos a la vitalidad de la masa y la eficiencia en el uso de los recursos hídricos en condiciones de aridez creciente.

Un alcornocal con una conformación estructural menos vulnerable al desarrollo y propagación de fuegos de copas, de alta intensidad, y además localizado en puntos estratégicos para el comportamiento de un gran incendio forestal, tiene una mayor resiliencia frente a los incendios forestales. Además, si la masa mantiene una buena vitalidad, especialmente en el arbolado, por ejemplo con niveles bajos de competencia por los recursos hídricos, también tiene una mayor resiliencia frente a incendios. La vitalidad se traduce en mayores tasas de crecimiento, de productividad en corcho, de almacenaje de reservas y de producción de semilla, por lo que el

bosque puede resistir mejor los periodos de sequía, dificultando la disponibilidad de combustible seco, y puede regenerarse con mayor efectividad después del paso del fuego.

En Catalunya, diversos estudios en el ámbito de la adaptación del bosque al cambio climático (Lindner *et al.*, 2010; Vayreda *et al.*, 2012) ya indican que la gestión forestal puede tener un papel relevante en la supervivencia de los bosques a unas condiciones más áridas, a través de la mejora de la vitalidad del sistema.

La acción B2 del proyecto Life+SUBER se centra en los parámetros relativos a la estructura forestal y su vulnerabilidad a fuegos de alta intensidad para mejorar la resiliencia de los alcornocales frente a los incendios forestales. La estructura forestal, como se ha explicado en el apartado anterior, entendida como la disponibilidad de combustible, es determinante para el comportamiento de un incendio forestal. Mediante la creación y el mantenimiento de estructuras de baja vulnerabilidad frente a fuegos activos de copas se puede lograr reducir la intensidad de un incendio, ralentizar su propagación y modificar su comportamiento haciendo que su extinción sea asumible por los sistemas actuales, limitando así su afectación espacial y consiguiendo que no supere la capacidad del sistema para recuperarse. Además, si este efecto se consigue en localizaciones estratégicas a nivel de paisaje, la mejora de la resiliencia también aumenta de escala.

1.3. Prácticas habituales para la prevención de GIFs

Las propuestas de silvicultura preventiva contra incendios (e. g. Serrada *et al.*, 2008) se centran en la reducción de la carga de combustible y en la creación de grandes discontinuidades horizontales (cortafuegos), con unos elevados costes de implementación y de mantenimiento. Por otra parte, su efectividad no está garantizada ante determinados tipos de incendio, especialmente en los GIF, los más devastadores. Durante los últimos años, se han desarrollado aproximaciones distintas que se basan en crear estructuras desfavorables a la propagación del fuego a las copas mediante una mínima intervención selvícola (Piqué *et al.*, 2011) y en actuar más intensamente en determinados Puntos Estratégicos de Gestión, a escala de paisaje (PEG), donde se puede incidir en el comportamiento del incendio y facilitar la extinción (Costa *et al.*, 2011; Vericat *et al.*, 2013). Por otra parte, no se suelen utilizar estructuras adhesionadas que combinen la producción de corcho y configuren un paisaje más resistente y resiliente al fuego forestal y, sin embargo, se sigue otorgando un elevado peso a la capacidad de extinción, tanto en rapidez como en eficacia, como protección frente a los incendios forestales.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

1.4. Innovación en los criterios de prevención de GIFs en alcornocales

El reto que se debe afrontar conjuntamente desde el ámbito de la prevención y extinción de incendios forestales es el de anticiparse y reducir la capacidad de propagación de los GIF, así como de sus potenciales riesgos sobre personas, bienes y usos del paisaje (Costa *et al.*, 2011; Piqué *et al.*, 2011).

El combustible disponible para el incendio forestal es el único factor que determina la propagación del fuego sobre el que puede actuarse. La disponibilidad de combustible, es decir, la estructura forestal, es fundamental en la propagación del fuego y su intensidad (Cooper, 1960; Dodge, 1972; Rothermel, 1991; Bilgili, 2003). Las estructuras forestales con discontinuidad vertical y horizontal de los diferentes estratos de vegetación son más resistentes al paso del fuego, dificultan su propagación y disminuyen su intensidad (Piqué *et al.*, 2011). Las actuaciones forestales para la prevención de incendios deben focalizarse en la estructuración de la vegetación para disminuir su vulnerabilidad, teniendo en cuenta, además, los incendios tipo con mayor riesgo de ocurrencia en la zona de actuación.

La Figura 3 muestra la división en estratos de vegetación a efectos prácticos para la evaluación de la vulnerabilidad de la estructura forestal a generar y mantener fuegos de copas, así como para el diseño de actuaciones dirigidas a minimizar dicha vulnerabilidad (Piqué *et al.*, 2011). Las variables de estructura que hacen referencia a la continuidad vertical y horizontal de la vegetación, entendidas como los recubrimientos de cada estrato y la distancia vertical entre ellos, son las que más importancia tienen en relación con la vulnerabilidad al fuego de copas.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

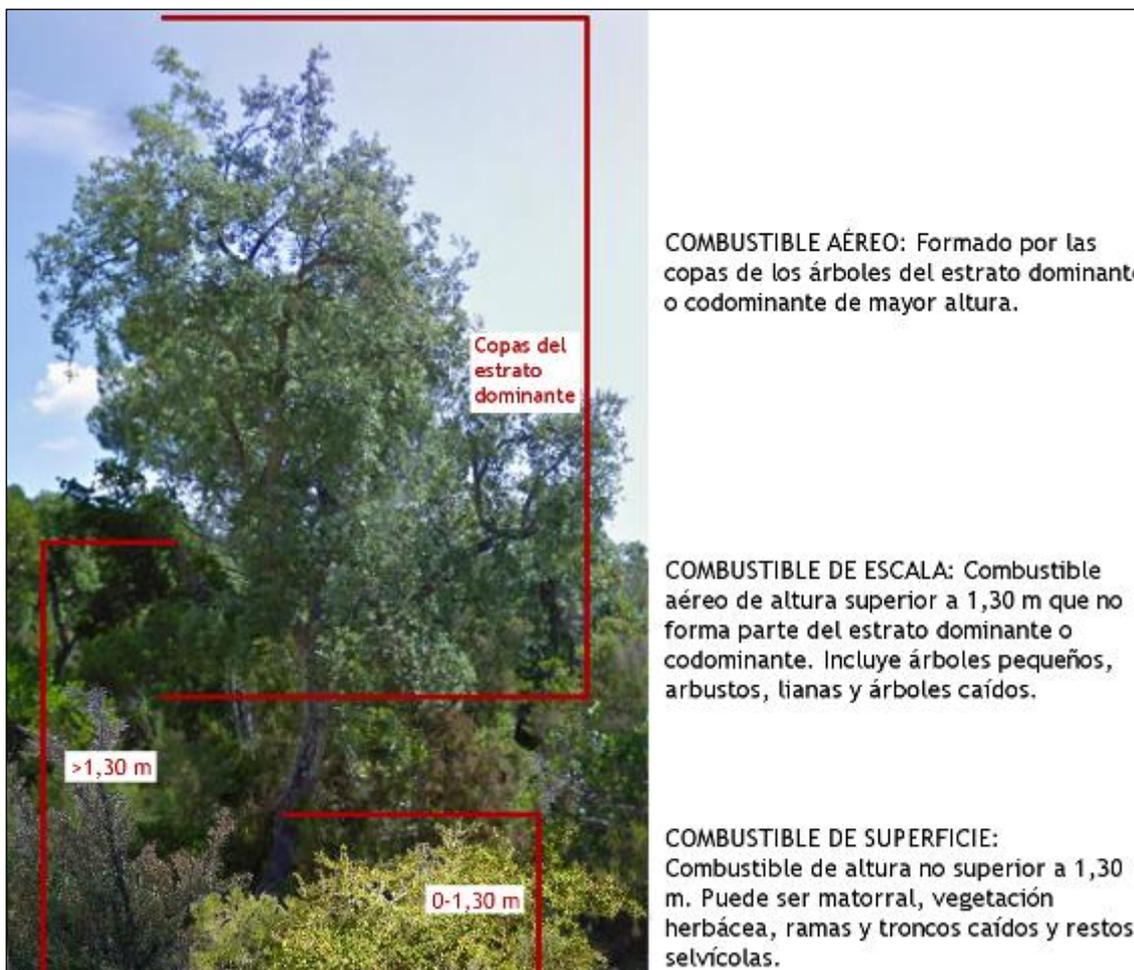


Figura 3. Distribución y definición de los estratos de vegetación o combustible que caracterizan las estructuras forestales de un rodal de alcornocal (Piqué *et al.*, 2011).

Por otro lado, mientras no se modifique la carga y la distribución del combustible también a escala de paisaje, se mantiene el riesgo de sufrir grandes incendios forestales que superen la capacidad de extinción y afecten a grandes superficies. A corto plazo existe la oportunidad de actuar para dificultar la propagación de los incendios, preparando las oportunidades donde la extinción sea capaz de redirigir, modificar y decelerar la propagación del fuego (Costa *et al.*, 2011).

En este sentido, existen localizaciones estratégicas donde el control de las cargas de combustible tiene un gran efecto reductor en la potencialidad de un GIF (Costa *et al.*, 2011). Las actuaciones selvícolas que se desarrollen en estas localizaciones deben incidir en la capacidad máxima de propagación de un incendio y generar más oportunidades de extinción en caso de un incendio con potencial para convertirse en GIF. La identificación de estas localizaciones se puede realizar a diferentes escalas y para diferentes tipos de incendio, por lo que es necesario compaginar la información de la vegetación y del régimen de incendios de la zona de estudio. La Figura 4

muestra los tipos más comunes de localizaciones estratégicas para incendios de viento a escala de paisaje, los más frecuentes en los alcornocales catalanes.

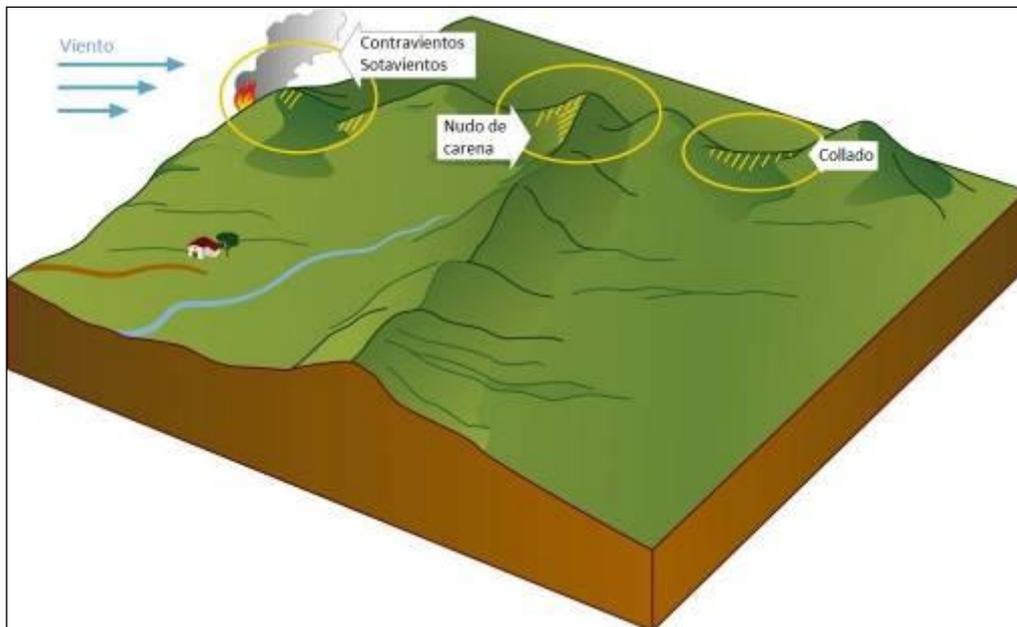


Figura 4. Esquema de localizaciones estratégicas frecuentes en zonas con elevado riesgo de incendios tipo conducidos por viento (Costa *et al.*, 2011).

Los modelos de gestión implementados en la acción B2 tienen como objetivo la prevención de incendios forestales mediante la creación y el mantenimiento de estructuras forestales de baja vulnerabilidad a los fuegos de copas en localizaciones identificadas como estratégicas a escala de paisaje en relación con el comportamiento de los grandes incendios forestales. En general se proponen estructuras adhesadas con el objetivo de generar una fuerte discontinuidad de combustible que pueden ser de utilidad para desarrollar maniobras de extinción concretas en caso de producirse un incendio con potencial de convertirse en GIF. Asimismo, la estructura adhesada permite aumentar la intensidad de pela y compatibilizar la prevención de incendios con la producción corchera.

La estructura objetivo es una masa regularizada con una fracción de cabida cubierta cercana al 40%, siempre con la mayor discontinuidad vertical posible de las copas respecto a los estratos de vegetación inferiores, que, a su vez, deben tener recubrimientos escasos. La reducida densidad permite incrementar la producción de corcho ya que la competencia entre pies es limitada.

En la calidad de estación alta la localización preferente será en zonas de mosaico con cultivos donde conformar una superficie considerable de baja vulnerabilidad, o también en fondos de valle. En la calidad de estación baja la localización preferente será en carenas y divisorias. El

tratamiento selvícola para implementar este modelo consta de una clara fuerte y un desbroce selectivo. En la clara se rebajará el área basimétrica inicial hasta los 8-10 m²/ha bajo corcho, consiguiendo una Fcc cercana al 40%. El desbroce selectivo afectará a una parte del estrato de matorral, reservando prioritariamente especies como *Arbutus unedo* y eliminando otras más inflamables, reduciendo el estrato de matorral de manera que quede efectivamente reducida la propagación a copas del fuego.

Los trabajos selvícolas en esta acción constan de una combinación de las siguientes operaciones:

- Desbroces selectivos, con peso variable de cubierta arbustiva a eliminar desde el 90-100% al 40-60%.
- Cortas de mejora (de tipo entresaca), de peso variable pero en general fuerte (>40% del área basimétrica inicial).
- Tratamiento de los restos de las cortas para evitar el riesgo de incendio (en general tronzado corto in situ para facilitar la rápida descomposición e incorporación al suelo) y extracción o trituración mecánica en zonas adyacentes a caminos.

Se describen a continuación las experiencias piloto de incremento de la resiliencia de alcornoques frente a GIF implementadas en el marco del proyecto Life+SUBER.

Life+ SUBER

Socios:



Co-financiadores:





2. Experiencias piloto de mejora de la resiliencia de los alcornocales frente a GIF, proyecto Life+SUBER - Acción B2

Los rodales demostrativos se han localizado en las cuatro grandes áreas en las que se distribuye el alcornoque en Catalunya, de diferentes características ecológicas que cubren la diversidad de condiciones ambientales.

En el marco de la acción B2 del proyecto Life+SUBER se han realizado intervenciones de mejora de la resiliencia siguiendo modelos innovadores en ocho rodales. Dentro de la acción B2 se ha establecido el siguiente esquema de rodales demostrativos:

- Dos escenarios de calidad de estación: Alta y Baja. Se definen según los criterios establecidos por Piqué *et al.* (2014) en el manual de las *Tipologías Forestales Arboladas*.

Este esquema se ha replicado en las cuatro áreas de distribución del alcornocal en Catalunya (Empordà, Montseny-Guilleries, Gavarres y Montnegre-Corredor). En cada una de estas áreas geográficas se ha identificado un rodal dominado por alcornoque para cada escenario de calidad de estación. Para el caso de la calidad de estación Alta los rodales tienen 3 ha, mientras que para la calidad Baja los rodales son de 5 ha. Así, en total la acción B2 se ha implementado en 32 ha.

Además, se han escogido rodales situados en Puntos Estratégicos de Gestión para la prevención de grandes incendios forestales, según los criterios de la Unidad Técnica GRAF de Bombers de la Generalitat.

Se describe a continuación las características generales de cada rodal, la situación de partida, las intervenciones aplicadas y su efecto a nivel dasométrico.

Life+ SUBER

Socios:



Co-financiadores:



13

2.1. Mas Genís

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 2), su localización (Figura 5) y esquema general (Figura 6).

Tabla 2. Características generales del rodal demostrativo Mas Genís.

Municipio	Darnius
Comarca	Alt Empordà
Ubicación geográfica	Long: 2.842 Lat: 42.360
Altitud media	180 m
Pendiente media	<15%
Orientación predominante	Este
Precipitación media anual	846 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	2,5 °C / 14,1 °C / 26,5 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

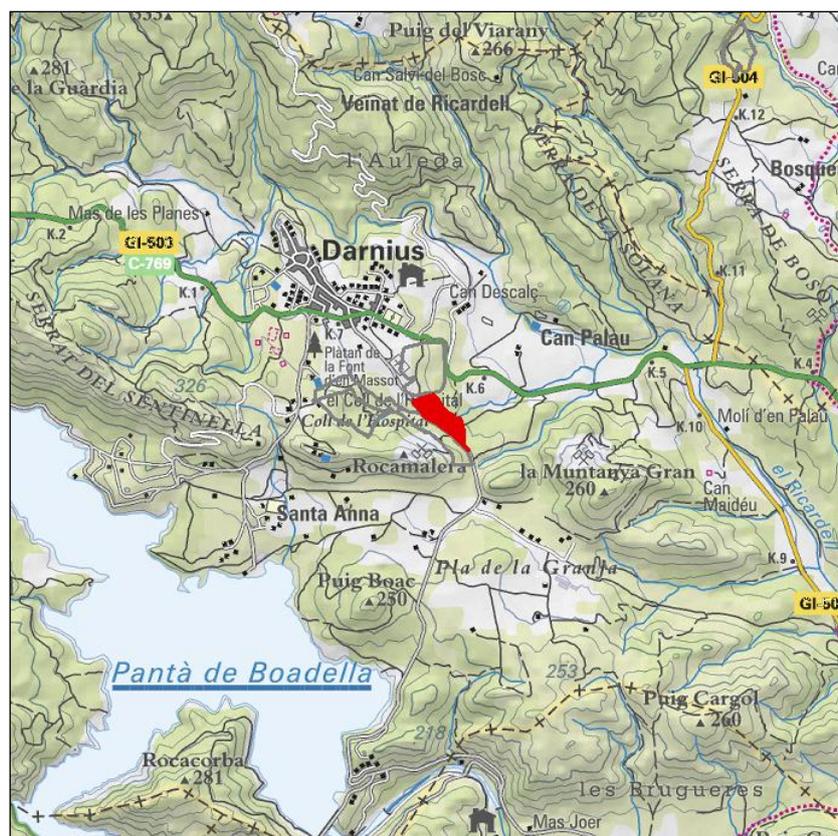


Figura 5. Localización del rodal Mas Genís.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:



Figura 6. Esquema general del rodal Mas Genís.

Situación de partida

Este rodal está compuesto por alcornoques de gran copa y con signos de podas de formación en el pasado. Probablemente se trata de una antigua dehesa densa.

Elección de tratamientos

Con el objetivo de mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales se han realizado los siguientes tratamientos, que se describen con detalle en el apartado 3:

- Desbroce total, eliminando aproximadamente un 90% de cubierta arbustiva. Se ha realizado con desbrozadora mecanizada, de modo que todos los restos han quedado convenientemente troceados.
- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener una fracción de cabida cubierta cercana al 40%. Dado que los alcornoques se han retirado sin desramar para ser apilados y utilizados posteriormente para biomasa, no ha sido necesario realizar ningún tratamiento de los restos.

Life+ SUBER

15

Socios:

Co-financiadores:

Después de estas actuaciones está previsto que un rebaño de vacas frecuente la zona para asegurar el mantenimiento de la estructura adhesionada.



Figura 7. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 3 y Figura 8).

Tabla 3. Principales características dasométricas del rodal Mas Genís, antes y después de la intervención. Los parámetros de diámetro y área basimétrica siempre se refieren “bajo corcho” en el caso de *Quercus suber*.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa pura	Masa pura
Estructura	Regularizada	Regularizada
Densidad total (pies/ha)	319	165
Área basimétrica total (m ² /ha)	28,1	23,0
Diámetro normal medio (cm)	20,5	36,3
Diámetro dominante (cm)	50,2	47,9
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	253	165
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	27,4	23,0
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,0	1,5
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	2,1	2,0

Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	2,2	2,4
Altura media de descorche (m)	1,7	1,7
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	2,0	0,0
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Ulex parviflorus, Erica arborea, Quercus faginea/humilis</i>	<i>Rubus ulmifolius, Quercus ilex, Ruscus aculeatus</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	49	2
Altura media no inventariables y matorral (cm)	91	31
Recubrimiento herbáceo (%)	22	10
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	0	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	0	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	1,2
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	25	53
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A3 	C13
	Recubrimiento combustible de escala	25 - 70 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0 - 0,5 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	> 3 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	> 70 %	(cualquiera)
Recubrimiento combustible superficie	> 40 %	(cualquiera)

La estructura regularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos suman más del 80% del AB total.

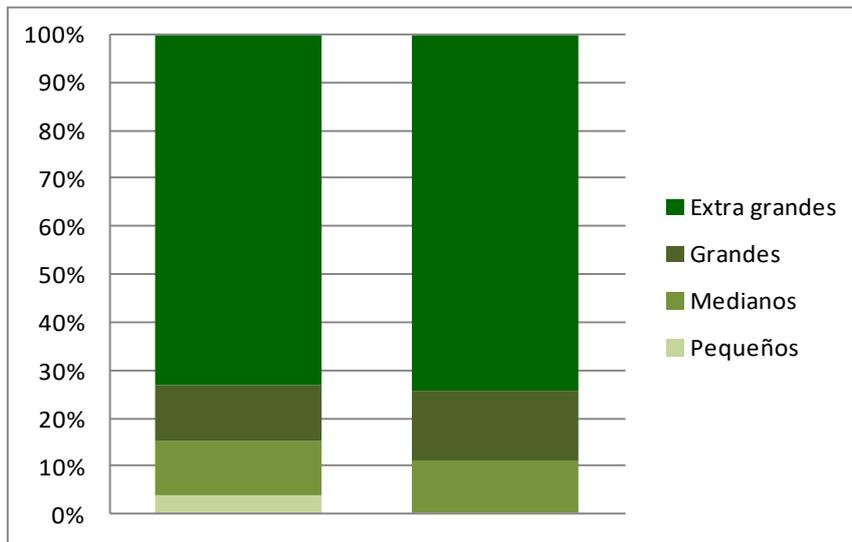


Figura 8. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.2. Mas Descalç

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 4), su localización (Figura 9) y esquema general (Figura 10).

Tabla 4. Características generales del rodal demostrativo Mas Descalç.

Municipio	Darnius
Comarca	Alt Empordà
Ubicación geográfica	Long: 2.840 Lat: 42.364
Altitud media	180 m
Pendiente media	<20%
Orientación predominante	Este
Precipitación media anual	848 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	2,5 °C / 14,1 °C / 26,6 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos



Figura 9. Localización del rodal Mas Descalç.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



Diputació
Barcelona

AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



INSTITUT
CATALÀ
DEL SURO

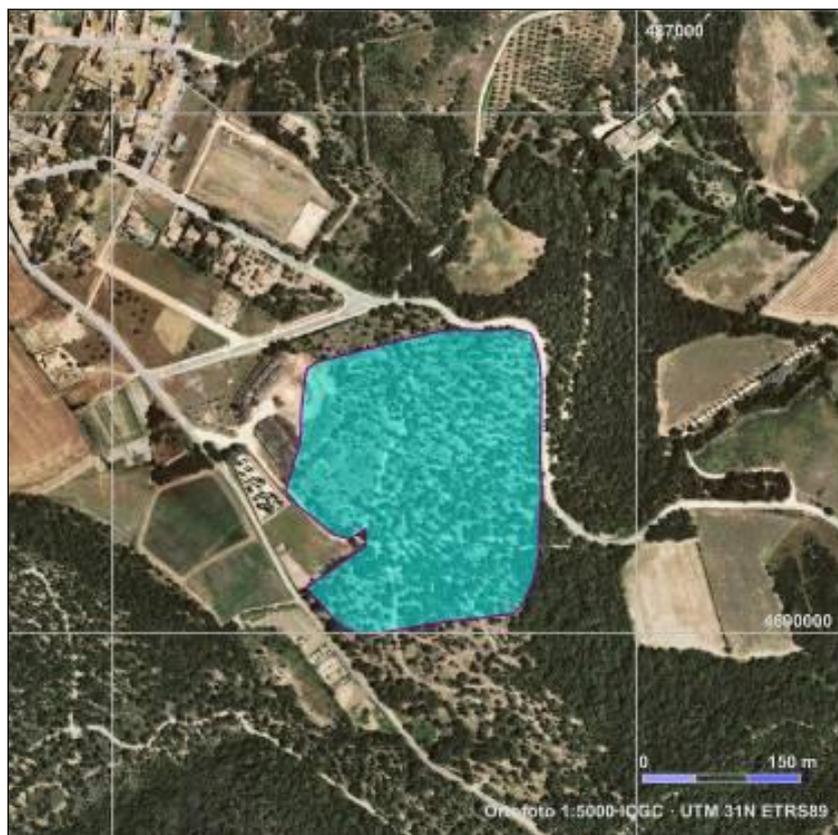


Figura 10. Esquema general del rodal Mas Descalç.

Situación de partida

Rodal adyacente al de Mas Genís. Se trata de una masa de características muy similares pero situada en una zona de calidad de estación más baja. Está compuesto también por alcornoques de gran copa y con signos de podas de formación en el pasado. Probablemente se trata de una antigua dehesa densa.

Elección de tratamientos

Con el objetivo de mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales se han realizado los siguientes tratamientos, que se describen con detalle en el apartado 3:

- Desbroce total, eliminando aproximadamente un 90% de cubierta arbustiva. Se ha realizado con desbrozadora mecanizada, de modo que todos los restos han quedado convenientemente troceados.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener una fracción de cabida cubierta cercana al 40%. Dado que los alcornoques se han retirado sin desramar para ser apilados y utilizados posteriormente para biomasa, no ha sido necesario realizar ningún tratamiento de los restos.

Después de estas actuaciones está previsto que un rebaño de vacas frecuente la zona para asegurar el mantenimiento de la dehesa.



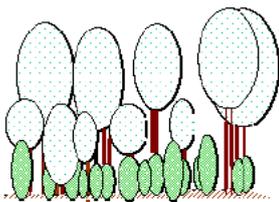
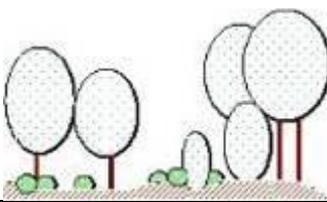
Figura 11. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 5 y Figura 12).

Tabla 5. Principales características dasométricas del rodal Mas Descalç, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa pura	Masa pura
Estructura	Irregularizada	Irregularizada
Densidad total (pies/ha)	518	187
Área basimétrica total (m ² /ha)	25,0	13,6
Diámetro normal medio (cm)	20,5	26,0
Diámetro dominante (cm)	37,1	36,4
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	474	187
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	24,6	13,6
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,7	2,2

Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	2,1	2,3
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	1,5	1,6
Altura media de descorche (m)	1,3	1,4
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	1,8	0,0
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Ulex parviflorus, Cistus ladanifer, Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex, Cistus albidus</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	51	2
Altura media no inventariables y matorral (cm)	84	29
Recubrimiento herbáceo (%)	5	0
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	0	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	0	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	4,5
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	31	53
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A2 	C15 
Recubrimiento combustible de escala	> 70 %	0 – 25 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0,5 – 1,3 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	< 4 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	50 - 70 %
Recubrimiento combustible superficie	> 50 %	< 30 %

La estructura irregularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos no suman más del 80% del AB total.

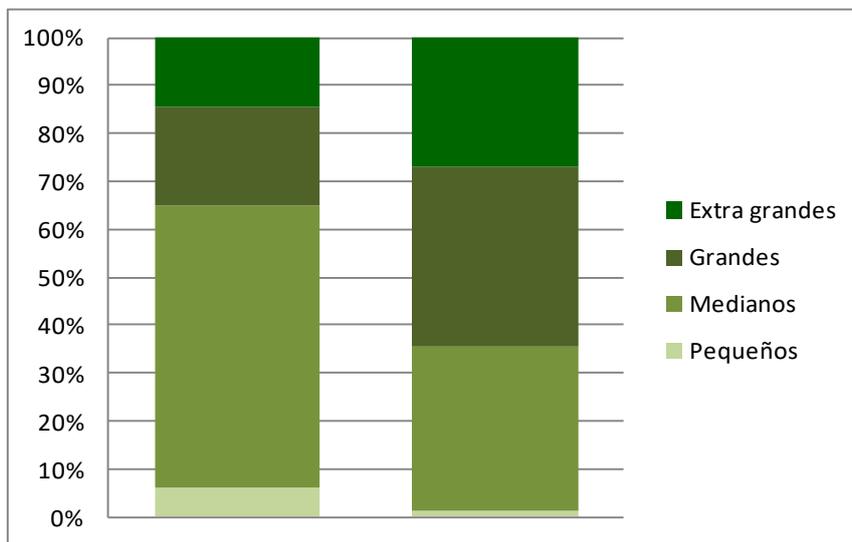


Figura 12. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.3. Can Joandó

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 6), su localización (Figura 13) y esquema general (Figura 14).

Tabla 6. Características generales del rodal demostrativo Can Joandó.

Municipio	Sant Feliu de Buixalleu
Comarca	Selva
Ubicación geográfica	Long: 2.609 Lat: 41.774
Altitud media	265 m
Pendiente media	<25%
Orientación predominante	Sureste
Precipitación media anual	802 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	2,1 °C / 14,3 °C / 27,6 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

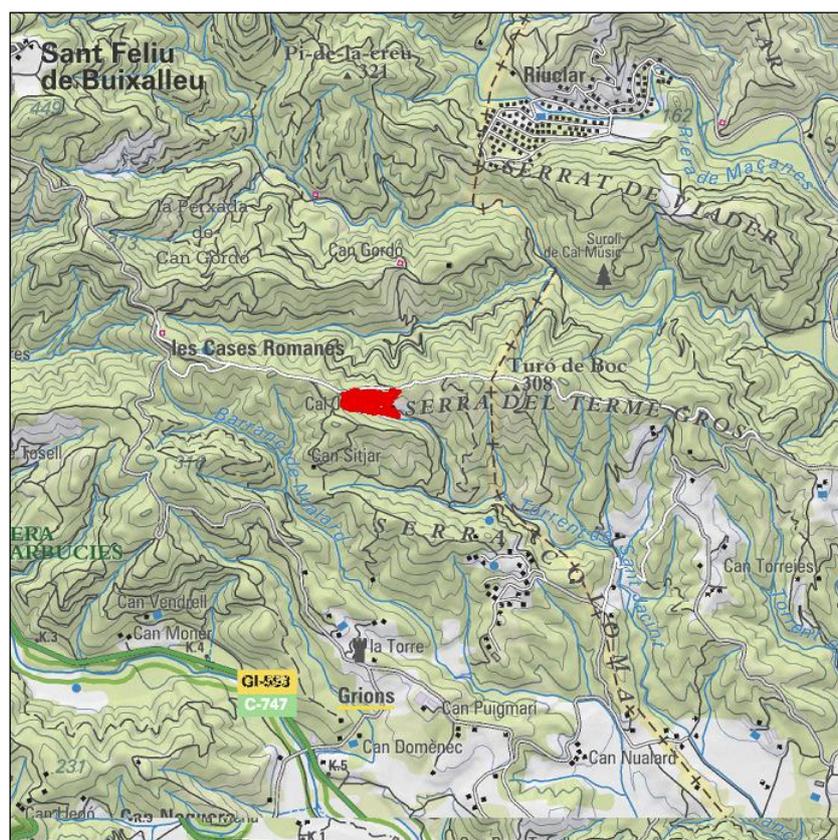


Figura 13. Localización del rodal Can Joandó.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

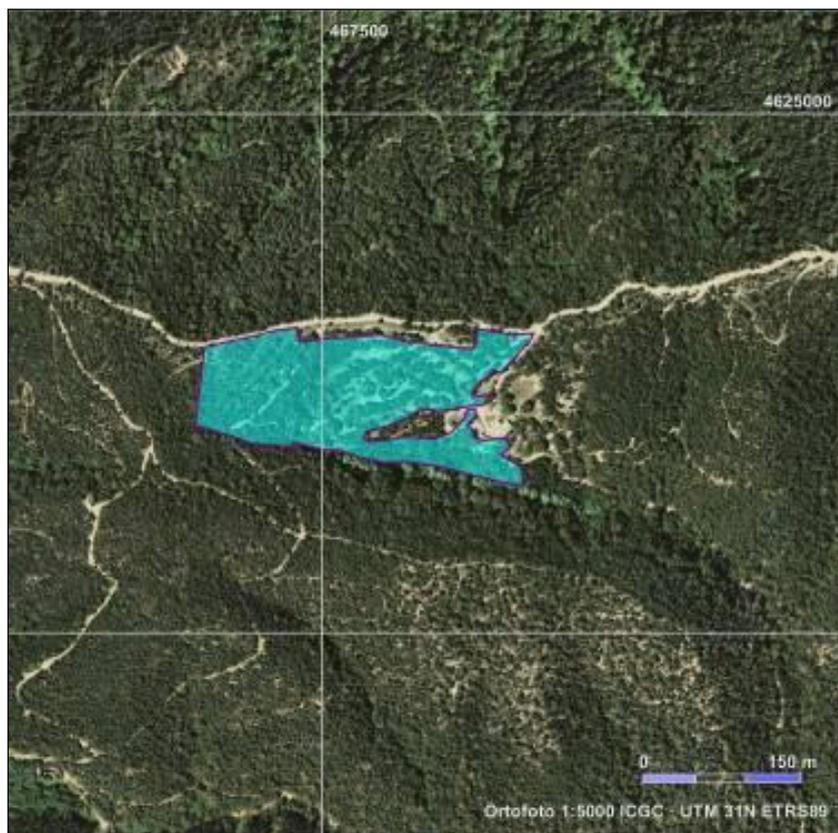


Figura 14. Esquema general del rodal Can Joandó.

Situación de partida

Este rodal fue afectado por el incendio de Sant Feliu de Buixalleu el año 1994. La intensidad del incendio fue predominantemente entre baja y media y los árboles no están muy afectados. Prácticamente todo son bornizos.

Está situado en una zona de antiguos bancales donde la densidad del arbolado (alcornoques) es baja. El arbolado más denso se localiza en las franjas entre bancales.

Elección de tratamientos

Debido a la baja densidad inicial, los trabajos de adhesamiento para mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales han consistido en:

- Desbroce total. En los bancales más llanos con baja densidad se ha realizado con desbrozadora acoplada a tractor, eliminando aproximadamente un 90% de cubierta arbustiva. En los márgenes entre bancales el desbroce se ha realizado manualmente.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

- Corta de mejora (de tipo entresaca), de peso suave, rebajando el área basimétrica inicial hasta los 8-10 m²/ha bajo corcho.
- Selección de los rebrotes de encinas y poda de formación de los alcornoques jóvenes.
- Tratamiento de los restos de corta. La mayor parte de los restos de cortas se han triturado con el tractor. Solo una pequeña parte (un 10%) se ha realizado con motosierra.

Después de estas actuaciones está previsto que un pastor de la zona lleve, de vez en cuando, su rebaño de ovejas al rodal para asegurar el mantenimiento de la dehesa.



Figura 15. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 7 y Figura 16).

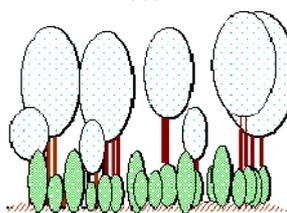
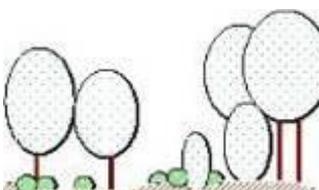
Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

Tabla 7. Principales características dasométricas del rodal Can Joandó, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa mixta	Masa pura
Estructura	Regularizada	Regularizada
Densidad total (pies/ha)	1.046	374
Área basimétrica total (m ² /ha)	16,9	9,4
Diámetro normal medio (cm)	12,3	14,9
Diámetro dominante (cm)	25,7	24,6
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	430	253
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	10,5	7,8
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,6	1,7
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	0,0	0,0
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	0,0	0,0
Altura media de descorche (m)	0,0	0,0
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex, Quercus humilis / faginea</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	37,8	16,7
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Erica arborea, Viburnum tinus, Arbutus unedo</i>	<i>Quercus ilex, Viburnum tinus</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	5	6
Altura media no inventariables y matorral (cm)	113	151
Recubrimiento herbáceo (%)	10	10
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	0	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	0	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	23
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	0	0
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		

	A4	C15
Vulnerabilidad estructural		
Recubrimiento combustible de escala	25 - 70 %	0 - 25 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0,5 - 1,3 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	< 4 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	50 - 70 %
Recubrimiento combustible superficie	> 60 %	< 30 %

La estructura regularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos suman más del 80% del AB total.

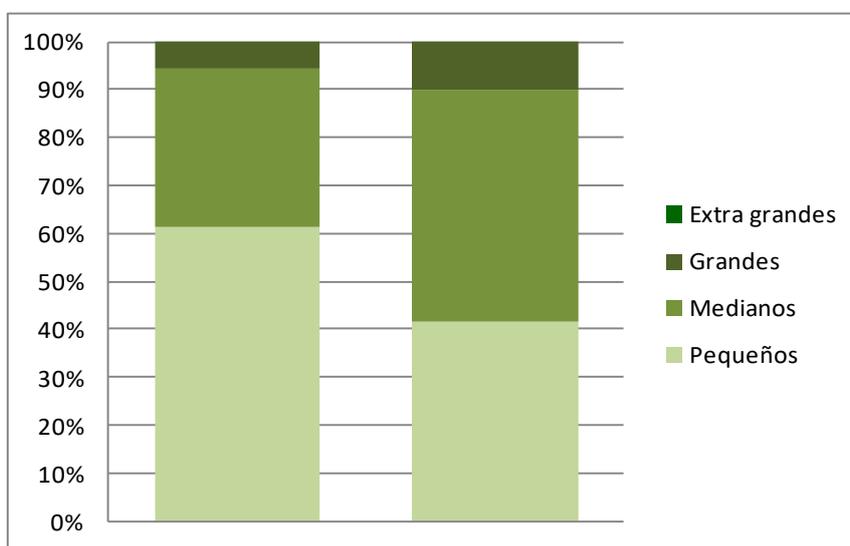


Figura 16. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.4. Can Iglesias

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 8), su localización (Figura 17) y esquema general (Figura 18).

Tabla 8. Características generales del rodal demostrativo Can Iglesias.

Municipio	Sant Feliu de Buixalleu
Comarca	Selva
Ubicación geográfica	Long: 2.582 Lat: 41.791
Altitud media	420 m
Pendiente media	<25%
Orientación predominante	Sur
Precipitación media anual	828 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	1,7 °C / 13,5 °C / 26,7 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

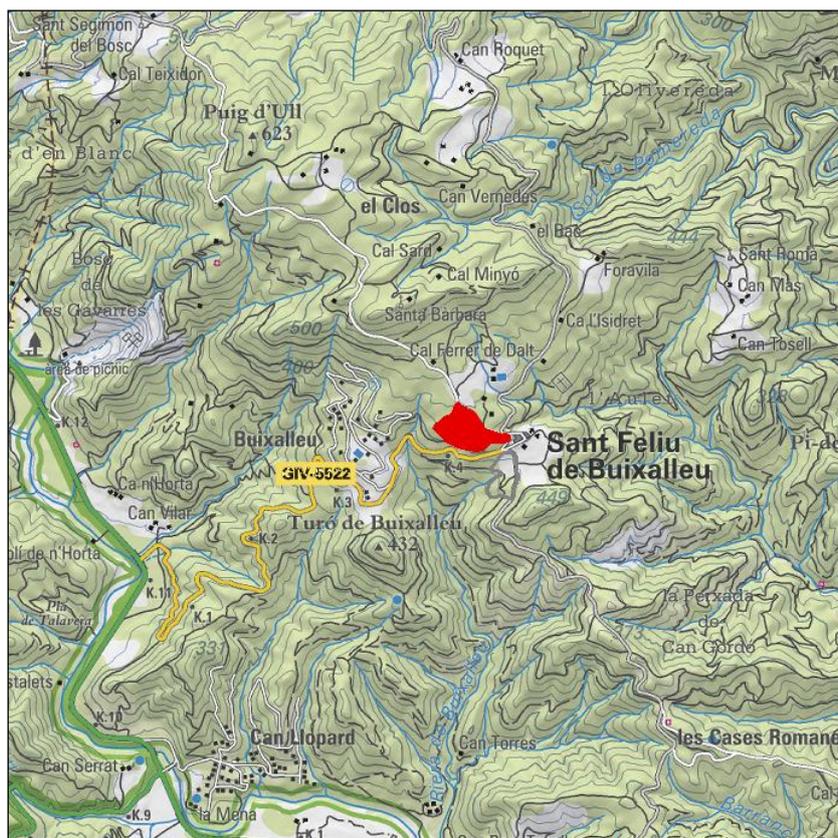


Figura 17. Localización del rodal Can Iglesias.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



Diputació
Barcelona

AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



INSTITUT
CATALÀ
DEL SURO

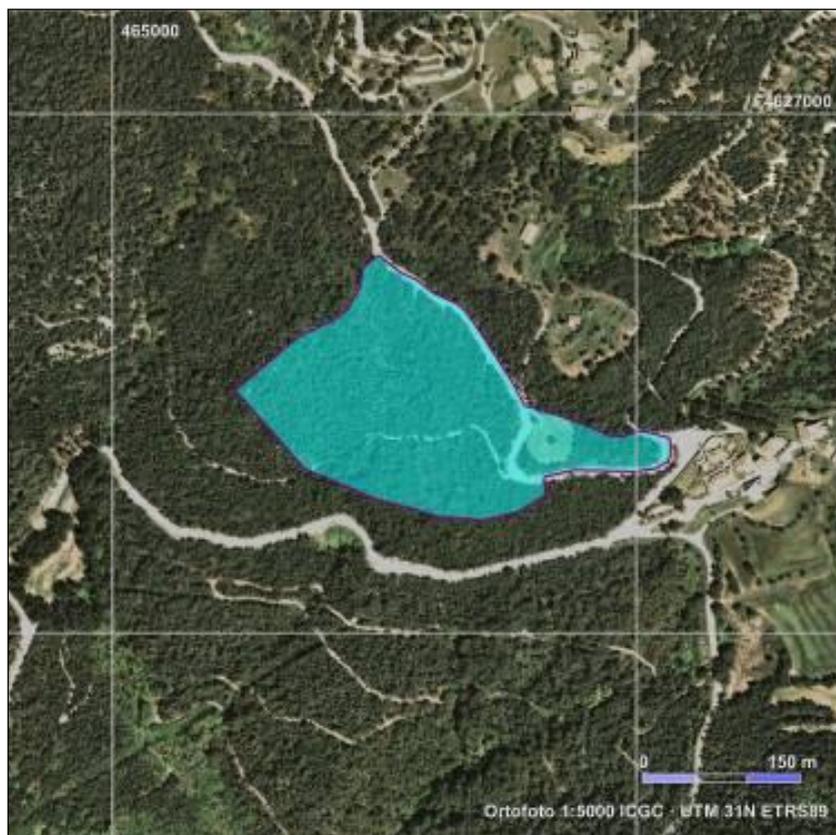


Figura 18. Esquema general del rodal Can Iglesias.

Situación de partida

Como en el caso del rodal de Can Juandó, este rodal fue afectado por el incendio de Sant Feliu de Buixalleu del año 1994. Dado que pocos años antes del incendio se había realizado el descorche, los árboles quedaron muy afectados. Des del incendio aún no se ha vuelto a realizar el descorche.

Elección de tratamientos

Con el objetivo de mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales se han realizado los siguientes tratamientos, que se describen con detalle en el apartado 3:

- Desbroce total, eliminando aproximadamente un 90% de cubierta arbustiva. En la mayor parte del rodal se ha realizado con tractor forestal y desbrozadora de cadenas, de modo que todos los restos han quedado convenientemente troceados. Solo en algunas zonas concretas en las que el tractor no podía acceder se ha realizado de forma manual con motosierra.

Life+ SUBER

30

Socios:

Co-financiadores:

- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener una fracción de cabida cubierta cercana al 40% y un área basimétrica bajo corcho cercana a los 8-10 m²/ha. Todos los troncos de alcornoque cortados se han dejado in situ, en trozas. No se han extraído del rodal.
- Tratamiento de los restos de corta (trituration mecánica con tractor).



Figura 19. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 9 y Figura 20).

Tabla 9. Principales características dasométricas del rodal Can Iglesias, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa pura	Masa pura
Estructura	Irregularizada	Irregularizada
Densidad total (pies/ha)	760	562
Área basimétrica total (m ² /ha)	18,7	13,0
Diámetro normal medio (cm)	12,1	11,7
Diámetro dominante (cm)	35,5	30
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	595	430
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	17,7	12,2
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,5	1,5
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	0,0	0,0

Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	4,5	4
Altura media de descorche (m)	0,5	0,4
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	3,9	4,7
Otras especies arbóreas	<i>Arbutus unedo</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	1,1	1,0
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Arbutus unedo, Genista scorpius, Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex, Arbutus unedo, Ruscus aculeatus</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	46	9
Altura media no inventariables y matorral (cm)	247	293
Recubrimiento herbáceo (%)	5	8
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	0	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	0	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	21,6
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	6	7
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A2 	C16
	Recubrimiento combustible de escala	> 70 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0,5 – 1,3 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	< 4 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	30 - 50 %
Recubrimiento combustible superficie	> 50 %	< 50 %

La estructura irregularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos no suman más del 80% del AB total.

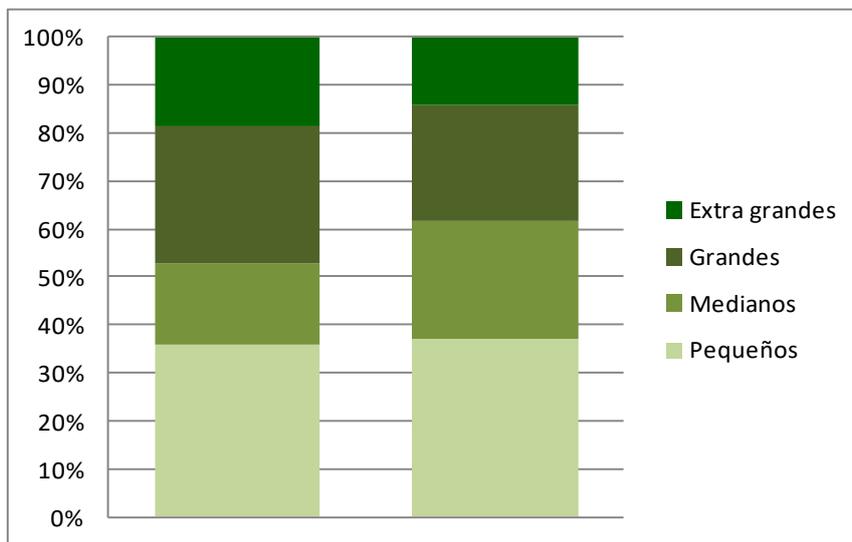


Figura 20. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.5. Mas Fonollet

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 10), su localización (Figura 21) y esquema general (Figura 22).

Tabla 10. Características generales del rodal demostrativo Mas Fonollet.

Municipio	Cruïlles, Monells i Sant Sadurn de l'Heura
Comarca	Baix Empordà
Ubicació geogràfica	Long: 2.993 Lat: 41.887
Altitud mitjana	480 m
Pendent mitjana	<40%
Orientació predominant	Sudoeste
Precipitació mitjana anual	867 mm
Temperatura mitjana de les mínimes / anual / màximes	2,9 °C / 13,1 °C / 24,9 °C
Litologia	Materials silícics àcids

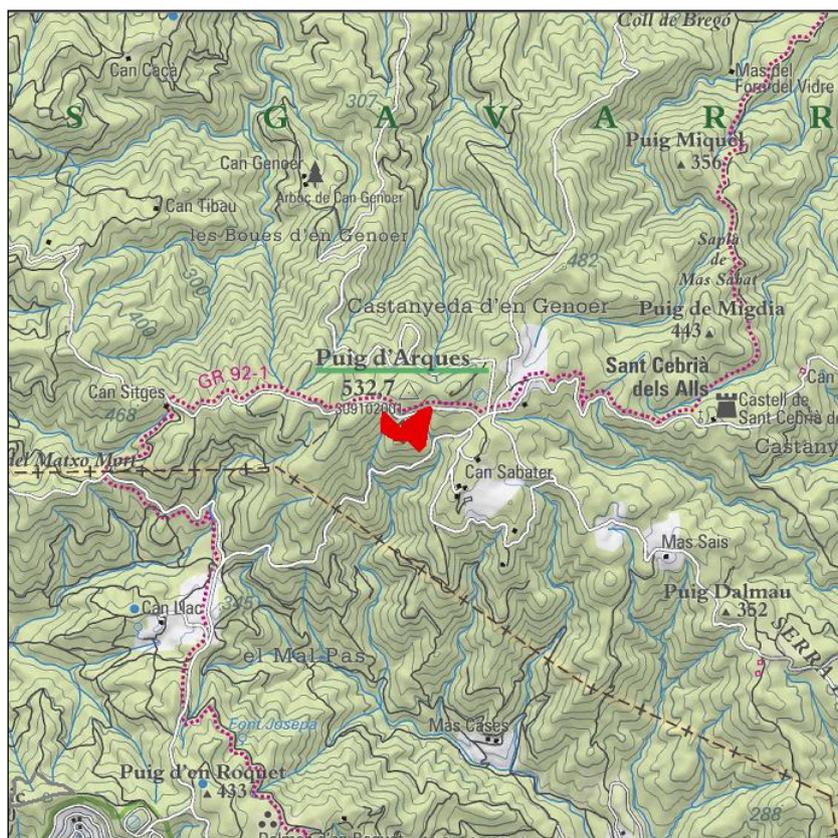


Figura 21. Localización del rodal Mas Fonollet.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadors:



AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



34



Figura 22. Esquema general del rodal Mas Fonollet.

Situación de partida

Rodal situado al lado de una franja de protección ya existente, ejecutada al lado de la pista principal. El alcornoque está acompañado de *Arbutus unedo* (con elevadas densidades) y *Quercus ilex*.

Elección de tratamientos

Con el objetivo de mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales se han realizado los siguientes tratamientos, que se describen con detalle en el apartado 3:

- Desbroce selectivo, con peso variable según las zonas (eliminación de entre el 60 y el 90% de la cubierta arbustiva), realizado de forma manual con motosierra.
- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener una fracción de cabida cubierta cercana al 40% y un área basimétrica bajo corcho cercana a los 8-10 m²/ha.
- Tratamiento de los restos de corta, a través del tronzado corto in situ, con la misma motosierra.

Life+ SUBER

35

Socios:

Co-financiadores:

Después de estas actuaciones está previsto que entre un pequeño rebaño de burros para asegurar el mantenimiento de la dehesa.



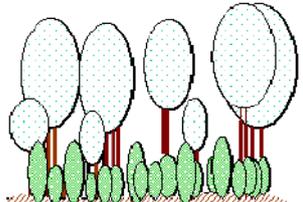
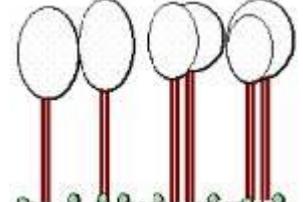
Figura 23. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 11 y Figura 24).

Tabla 11. Principales características dasométricas del rodal Mas Fonollet, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa mixta	Masa mixta
Estructura	Regularizada	Regularizada
Densidad total (pies/ha)	1.894	842
Área basimétrica total (m ² /ha)	19,7	10,5
Diámetro normal medio (cm)	10,6	11,2
Diámetro dominante (cm)	20,9	21,3
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	368	210
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	6,3	4,4
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	3,1	3,9
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	3,2	3,2
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	0,0	0,0
Altura media de descorche (m)	0,2	0,3
Otras especies arbóreas	<i>Arbutus unedo</i>	

Área basimétrica (% respecto total)	51,8	39,3
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	16,0	18,4
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Arbutus unedo, Erica arborea, Smilax aspera</i>	<i>Arbutus unedo, Smilax aspera, Quercus ilex</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	35	14
Altura media no inventariables y matorral (cm)	314	378
Recubrimiento herbáceo (%)	2	7
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	0	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	0	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	26,9
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	0	0
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	<p>A4</p> 	<p>C13</p> 
Recubrimiento combustible de escala	25 - 70 %	0 - 25 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0 - 0,5 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	> 3 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	(cualquiera)
Recubrimiento combustible superficie	> 60 %	(cualquiera)

La estructura regularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos suman más del 80% del AB total.

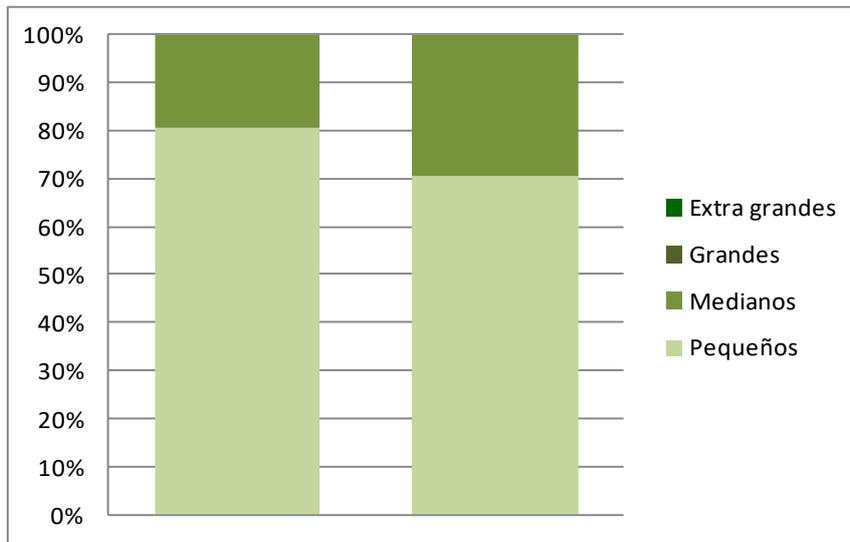


Figura 24. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.6. Can Noguera

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 12), su localización (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y esquema general (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 12. Características generales del rodal demostrativo Can Noguera.

Municipios	Vidreres / Caldes de Malavella
Comarca	Selva
Ubicación geográfica	Long: 2.869 Lat: 41.774
Altitud media	280 m
Pendiente media	<30%
Orientación predominante	Noreste
Precipitación media anual	767 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	3,4 °C / 14,3 °C / 26,7 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

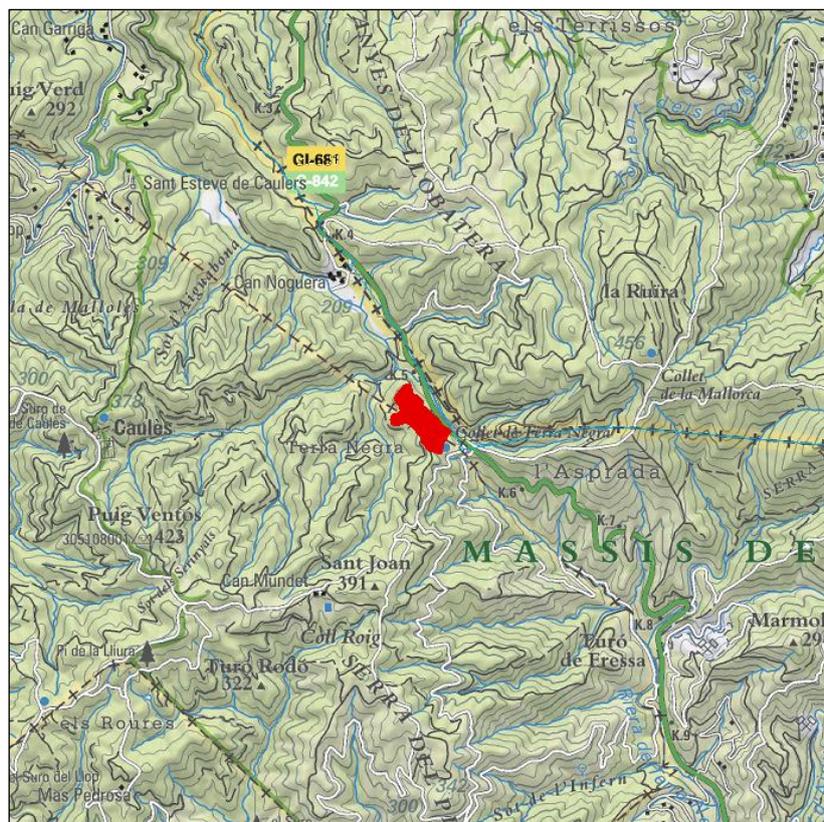


Figura 25. Localización del rodal Can Noguera.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL





Figura 26. Esquema general del rodal Can Noguera.

Situación de partida

Rodal situado al lado de una carretera en la que se ha empezado a crear, en algún tramo, una franja perimetral para la prevención de incendios. Se trata de un rodal en el que no se ha actuado durante muchos años, con una densidad muy elevada de matorral y de una altura similar a la de los alcornoques. Hay bastantes árboles afectados por el hongo *Diplodia mutila*.

Elección de tratamientos

Los tratamientos realizados van ligados a la creación de la franja perimetral al lado de la carretera para la prevención de incendios forestales. Son los siguientes:

- Desbroce selectivo, con peso variable según las zonas (eliminación de entre el 60 y el 90% de la cubierta arbustiva), realizado de forma manual con motosierra en aproximadamente 4 ha y con oruga desbrozadora en el resto de superficie (1 ha).
- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener, aunque con más de una actuación, una fracción de cabida cubierta cercana al 40% y un área basimétrica bajo corcho cercana a los 8-10 m²/ha.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



Diputació
Barcelona

AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



INSTITUT
CATALÀ
DEL SURO

- Tratamiento de los restos de corta (copas de los árboles). En la zona donde se ha desbrozado manualmente, los restos de la corta se han tronzado y se han dejado in situ. En la zona donde se ha hecho de forma mecánica los restos ya han quedado triturados con la misma oruga desbrozadora.



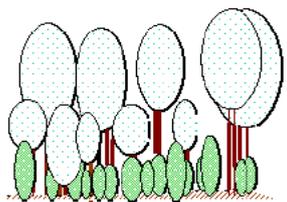
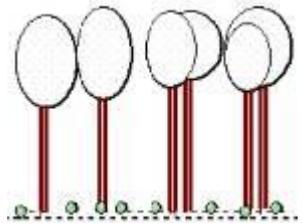
Figura 27. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 13 y Figura 28).

Tabla 13. Principales características dasométricas del rodal Can Noguera, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa mixta	Masa mixta
Estructura	Irregularizada	Regularizada
Densidad total (pies/ha)	1.002	628
Área basimétrica total (m ² /ha)	29,4	19,6
Diámetro normal medio (cm)	16,0	17,2
Diámetro dominante (cm)	34,8	30,7
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	463	374
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	18,7	14,8
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	2,3	2,3
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	2,0	2,1

Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	2,4	2,3
Altura media de descorche (m)	1,0	1,0
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	26,7	21,2
Otras especies arbóreas	<i>Pinus pinea</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	5,6	0,0
Otras especies arbóreas	<i>Arbutus unedo</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	3,8	3,2
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Arbutus unedo, Viburnum tinus, Erica arborea</i>	<i>Arbutus unedo, Quercus ilex, Viburnum tinus</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	43	16
Altura media no inventariables y matorral (cm)	163	19
Recubrimiento herbáceo (%)	16	0
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	11	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	24,8	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	53,2	110,2
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	0	5
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A2 	C13 
Recubrimiento combustible de escala	> 70 %	0 – 25 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0 – 0,5 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	> 3 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	(cualquiera)

Recubrimiento combustible superficie	> 50 %	(cualquiera)
--------------------------------------	--------	--------------

La estructura irregularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos no suman más del 80% del AB total, como sí lo hacen en el caso de la estructura regular obtenida después de la actuación.

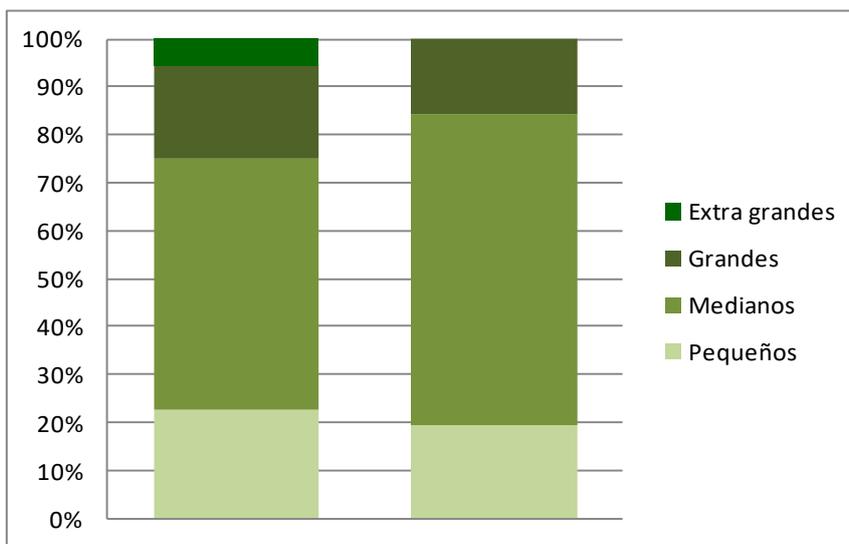


Figura 28. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.7. Can Preses

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 14), su localización (Figura 29) y esquema general (Figura 30).

Tabla 14. Características generales del rodal demostrativo Can Preses.

Municipio	Sant Celoni
Comarca	Vallès Oriental
Ubicación geográfica	Long: 2.576 Lat: 41.672
Altitud media	360 m
Pendiente media	<50%
Orientación predominante	Este
Precipitación media anual	875 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	2,5 °C / 13,9 °C / 25,7 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

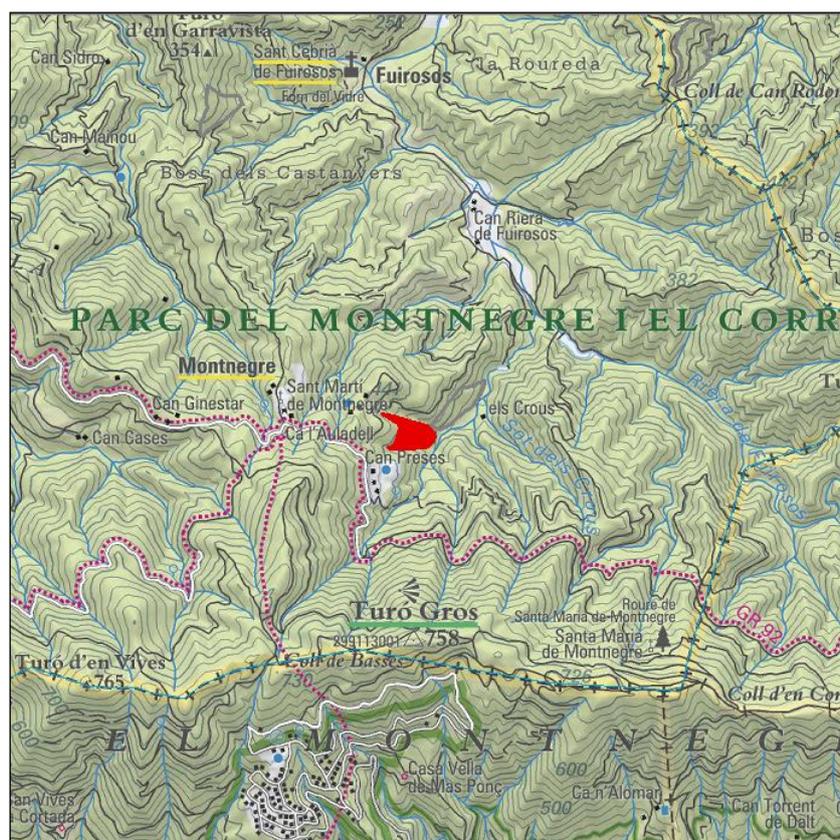


Figura 29. Localización del rodal Can Preses.

Life+ SUBER

Socios:



CTFC



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA



Centre de la Propietat
Forestal

Co-financiadores:



Diputació
Barcelona

AMORIM
FLORESTAL
MEDITERRANEO, SL



INSTITUT
CATALÀ
DEL SURO

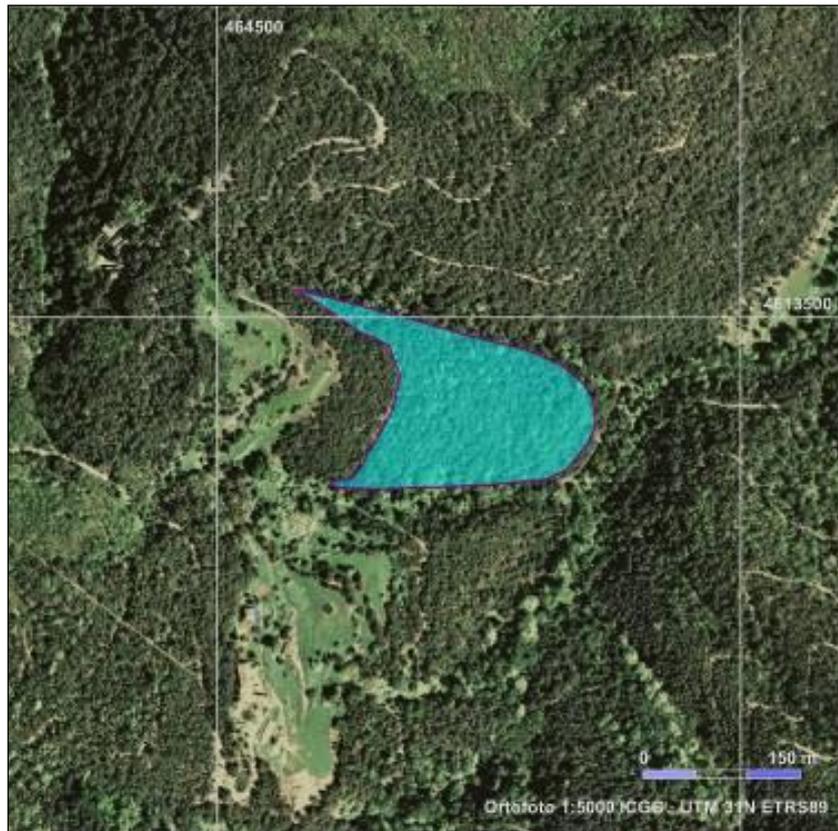


Figura 30. Esquema general del rodal Can Preses.

Situación de partida

Este rodal tenía zonas con un elevado recubrimiento de *Arbutus unedo* y *Erica arborea* que impedía la entrada de luz al suelo y en la cual casi no hay pies de bornizo. En la parte alta del rodal hay pies de bornizo y pies de alcornoque con la copa muy desplegada, a los que se les ha hecho el descorche hasta los 2 metros.

Elección de tratamientos

Con el objetivo de mejorar la resiliencia del rodal frente a grandes incendios forestales se han realizado los siguientes tratamientos, que se describen con detalle en el apartado 3:

- Desbroce selectivo, con peso variable según las zonas (eliminación de entre el 60 y el 90% de la cubierta arbustiva), realizado de forma manual con motosierra en todo el rodal.

Life+ SUBER

45

Socios:

Co-financiadores:

- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener, aunque con más de una actuación, una fracción de cabida cubierta cercana al 40% y un área basimétrica bajo corcho cercana a los 8-10 m²/ha.
- Tratamiento de los restos de corta, a través del tronzado corto in situ, con la misma motosierra.



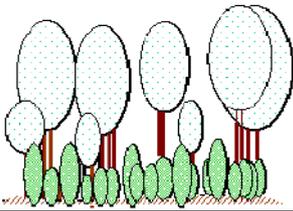
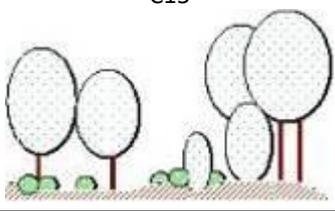
Figura 31. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 15 y Figura 32).

Tabla 15. Principales características dasométricas del rodal Can Preses, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa mixta	Masa pura
Estructura	Irregularizada	Irregularizada
Densidad total (pies/ha)	463	275
Área basimétrica total (m ² /ha)	21,9	19,8
Diámetro normal medio (cm)	18,3	26,0
Diámetro dominante (cm)	38,2	38,2
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	231	231
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	19,0	19,0
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,5	1,5

Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	0,0	0
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	1,9	1,9
Altura media de descorche (m)	1,9	1,9
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	11,7	3,8
Otras especies arbóreas	<i>Arbutus unedo</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	1,5	0,0
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Arbutus unedo, Quercus ilex, Quercus faginea/humilis</i>	<i>Arbutus unedo, Cistus ladanifer, Quercus ilex</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	44	8
Altura media no inventariables y matorral (cm)	131	194
Recubrimiento herbáceo (%)	13	9
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	22	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	18,8	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	13,1
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	2	0
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A4 	C15 
Recubrimiento combustible de escala	25 - 70 %	0 - 25 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0,5 - 1,3 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	< 4 m

Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)
FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	50 - 70 %
Recubrimiento combustible superficie	> 60 %	< 30 %

La estructura irregularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos no suman más del 80% del AB total.

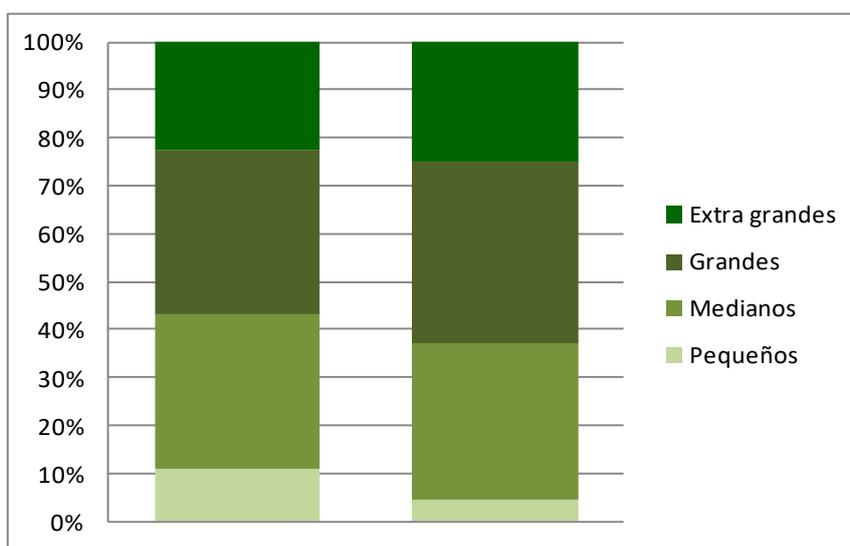


Figura 32. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

2.8. El Truy

Características generales del rodal

Se muestran a continuación las características generales del rodal (Tabla 16), su localización (Figura 33) y esquema general (Figura 34).

Tabla 16. Características generales del rodal demostrativo El Truy.

Municipio	Vilalba Sasserra
Comarca	Vallès Oriental
Ubicación geográfica	Long: 2.482 Lat: 41.638
Altitud media	475 m
Pendiente media	<20%
Orientación predominante	Oeste
Precipitación media anual	870 mm
Temperatura media de las mínimas / anual / máximas	1,5 °C / 13,5 °C / 25,0 °C
Litología	Materiales silíceos ácidos

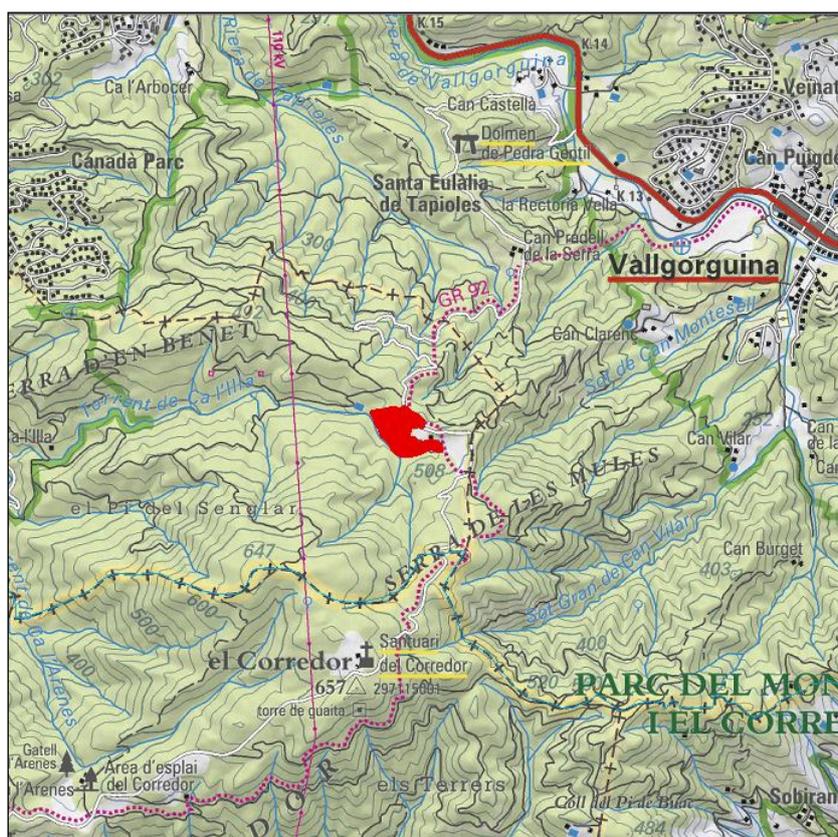


Figura 33. Localización del rodal El Truy.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

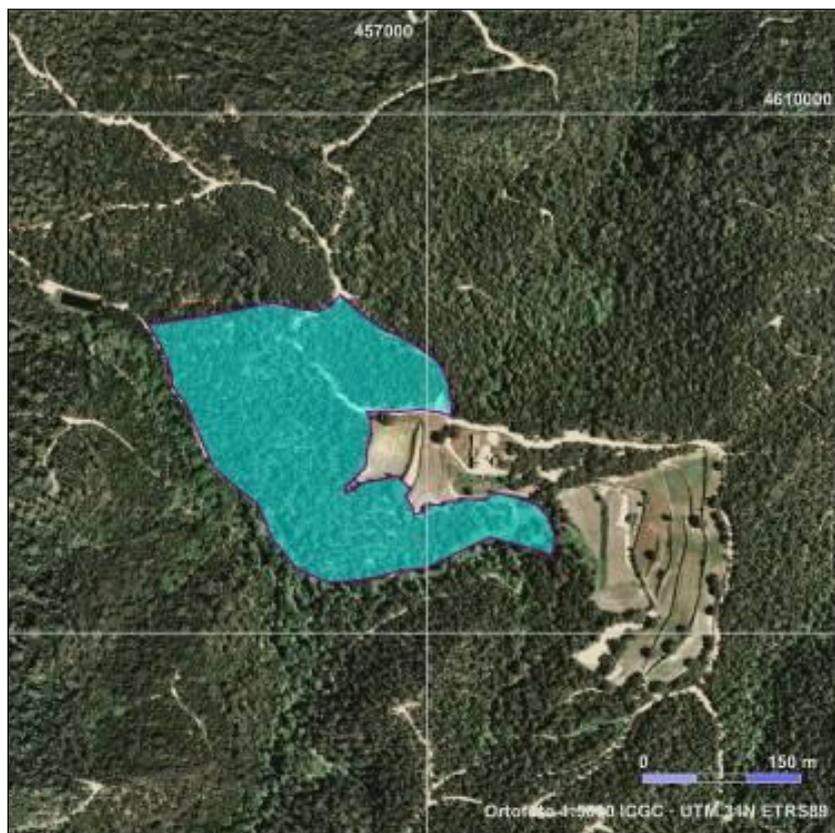


Figura 34. Esquema general del rodal El Truy.

Situación de partida

En este rodal se realizaron trabajos silvícolas hace pocos años, eliminando principalmente pinos, y aún se encuentran restos de corta. Presencia de algunos alcornoques muertos en el suelo.

Elección de tratamientos

Los tratamientos realizados van ligados a la creación de una franja perimetral al lado de la pista principal para la prevención de incendios forestales. Estos son:

- Desbroce selectivo, con peso variable según las zonas (eliminación de entre el 60 y el 90% de la cubierta arbustiva), realizado de forma manual con motosierra en todo el rodal.
- Corta de mejora (de tipo entresaca), con el objetivo de obtener, aunque con más de una actuación, una fracción de cabida cubierta cercana al 40% y un área basimétrica bajo corcho cercana a los 8-10 m²/ha.

Life+ SUBER

Socios:

Co-financiadores:

50

- Tratamiento de los restos de corta, a través del tronzado corto in situ, con la misma motosierra.



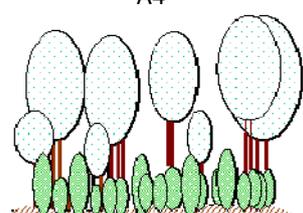
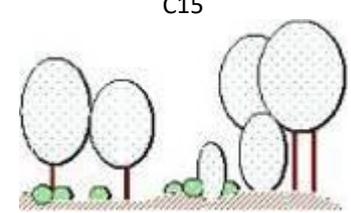
Figura 35. Aspecto del rodal antes (arriba) y después (abajo) de la intervención.

Efecto de los tratamientos

Como resultado de los tratamientos realizados, las características dasométricas han sido modificadas (Tabla 17 y Figura 36).

Tabla 17. Principales características dasométricas del rodal El Truy, antes y después de la intervención.

Variable	Antes de la intervención	Después de la intervención
<i>Estrato arbóreo</i>		
Composición específica	Masa pura	Masa pura
Estructura	Irregularizada	Irregularizada
Densidad total (pies/ha)	1.597	474
Área basimétrica total (m ² /ha)	31,6	17,4
Diámetro normal medio (cm)	12,7	17,1
Diámetro dominante (cm)	35,7	35,4
Densidad <i>Q suber</i> (pies/ha)	264	209
Área basimétrica <i>Q suber</i> (m ² /ha)	14,6	13,9
Calibre medio corcho de bornizos a 1,3 m (cm)	1,3	1,3
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es < 1,3 m (cm)	1,7	1,7
Calibre medio del corcho a 1,3 m cuando la altura de descorche es > 1,3 m (cm)	0,2	0,2
Altura media de descorche (m)	1,0	1,1
Otras especies arbóreas	<i>Arbutus unedo</i>	

Área basimétrica (% respecto total)	29,2	9,5
Otras especies arbóreas	<i>Quercus ilex</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	13,6	7,4
Otras especies arbóreas	<i>Quercus humilis / faginea</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	4,5	2,1
Otras especies arbóreas	<i>Pinus sp</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	3,5	0,0
Otras especies arbóreas	<i>Erica arborea</i>	
Área basimétrica (% respecto total)	3,0	1,0
<i>Pies no inventariables, matorral, herbáceas</i>		
Principales especies no inventariables y matorral	<i>Arbutus unedo, Quercus ilex, Erica arborea</i>	<i>Arbutus unedo, Erica arborea, Quercus ilex</i>
Recubrimiento total no inventariables y matorral (%)	99	36
Altura media no inventariables y matorral (cm)	433	408
Recubrimiento herbáceo (%)	4	0
<i>Árboles muertos y biodiversidad</i>		
Densidad de árboles muertos en pie (pies/ha)	121	0
Diámetro medio de los árboles muertos en pie (cm)	12,7	0
Volumen aparente de madera muerta en el suelo (Dn >15 cm) (m ³ /ha)	0	16
Árboles con interés para la biodiversidad – singulares, o con nidos o cavidades (%)	3	9
<i>Vulnerabilidad frente a incendios</i>		
Vulnerabilidad estructural	A4 	C15 
	Recubrimiento combustible de escala	25 - 70 %
Altura del combustible de superficie	0 - 1,3 m	0,5 – 1,3 m
Distancia combustible de escala - aéreo	< 4 m	< 4 m
Distancia combustible superficie - escala	< 3 m	(cualquiera)

FCC del combustible aéreo	50 - 70 %	50 - 70 %
Recubrimiento combustible superficie	> 60 %	< 30 %

La estructura irregularizada se refiere a que dos grupos de tamaño contiguos no suman más del 80% del AB total.

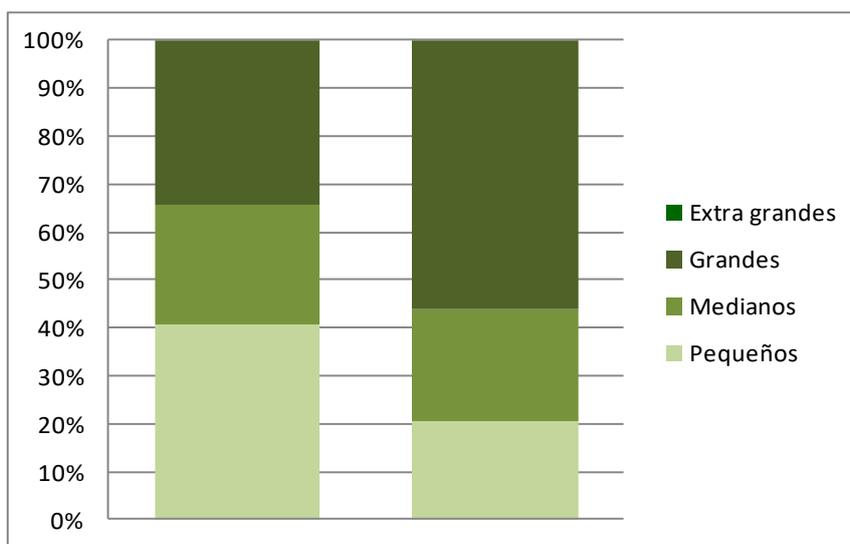


Figura 36. Estructura del rodal antes y después de la intervención, en porcentaje del AB total de la masa que suma cada grupo de tamaño.

3. Descripción de los tratamientos aplicados

Se describen a continuación los detalles técnicos de los tratamientos aplicados en los diferentes rodales. Todas las intervenciones se han realizado durante la parada vegetativa 2015/2016, evitando la época de reproducción de las principales especies de fauna presentes. Los trabajos se han señalado adecuadamente para evitar accidentes.

3.1. Corta de mejora (de tipo entresaca)

Con esta intervención se busca una estructura adehesada para generar una elevada discontinuidad horizontal, en áreas estratégicas para el comportamiento y la extinción de incendios.

Los criterios técnicos de aplicación de esta intervención han sido los siguientes:

- Clara de peso fuerte hasta rebajar el área basimétrica (AB) inicial bajo corcho hasta los aproximadamente 8-10 m²/ha (> 40% del AB inicial), manteniendo una Fcc entre el 30 y el 40%. De todas formas, en algunos rodales no ha sido posible reducir el AB hasta estos valores en una sola intervención, de modo que, aunque sí se han podido definir unas estructuras regularizadas y abiertas, se espera llegar al AB objetivo con una segunda intervención, pasados unos años. Es el caso de Mas Genís, Can Noguera, Can Preses y El Truy.
- Se han dejado los pies de mejores aptitudes productivas, vitalidad y conformación, homogéneamente repartidos por el rodal. Se han dejado, además, algunos pies no inventariables o bornizos con buena capacidad de respuesta, copa vital y buena conformación. La estructura generada, regularizada, se ha asimilado a la descrita por los modelos de gestión para el alcornoque para el objetivo preferente de prevención de incendios.
- Se ha intentado mantener algunos alcornoques de interés para la biodiversidad (pies con cavidades, pies viejos y sobremaduros) y de otras especies arbóreas (máximo del 20% del área basimétrica), como es el caso del madroño, roble y encina, siempre que no afectaran al desarrollo y producción del alcornoque. En algunos rodales, en los que la densidad inicial de otras especies era elevada, se ha dejado un porcentaje superior al 20%. Es el caso de Can Joandó, Mas Fonollet, Can Noguera y El Truy.
- En todos los rodales, excepto el de Can Iglesias, el volumen de madera y leña generada ha sido suficiente como para llenar como mínimo un camión, de modo que ésta se ha apilado y ha quedado a disposición del propietario para su comercialización. En el caso de Can Iglesias, el volumen ha sido insuficiente y los restos de las intervenciones se han dejado en el suelo, repartidos de manera homogénea. Las piezas de más de 5 cm de diámetro han sido tronzadas en elementos de menos de 1,5 m de longitud. La

acumulación de restos vegetales ha sido troceado y repartido, y no ha superado en ningún punto 0,5 m de altura.

3.2. Desbroces

El desbroce consiste en la eliminación de matorral y pies de pequeñas dimensiones, buscando reducir el riesgo de propagación del fuego a copas. El desbroce aplicado ha sido total (eliminación del 90% de la cubierta arbustiva) o selectivo (eliminación del 60 al 90% de la cubierta arbustiva), según la estructura y características del rodal.

Los criterios técnicos de aplicación de esta intervención han sido los siguientes:

- En Mas Genís, Mas Descalç, Can Juandó y Can Iglesias, el desbroce ha sido total. En el resto de rodales (Mas Fonollet, Can Noguera, Can Preses y El Truy) el desbroce ha sido selectivo eliminando del 60% al 90% de la cubierta arbustiva según las zonas.
- Las especies respetadas han sido el madroño (*Arbutus unedo*), *Viburnum spp*, encina (*Quercus ilex*) y, puntualmente, brezo (*Erica spp.*). En estos casos, se han respetado los 1-2 resalvos más vigorosos y verticales por mata, priorizando las áreas de menor cobertura de alcornoque. Por otro lado, las especies eliminadas prioritariamente han sido aquellas de crecimiento más rápido, las más pirófitas, las más abundantes y aquellas que no producen un fruto comestible por la fauna.
- En general, el desbroce selectivo ha dejado el recubrimiento de matorral (<1,3 m) por debajo del 50% y con escaso combustible de escala.
- El desbroce se ha realizado con desbrozadora acoplada a un tractor en los rodales en los que el desbroce ha sido total (Mas Genís, Mas Descalç, Can Joandó y Can Iglesias) y con motosierra en el resto de los rodales, cortando el matorral por la base y dejándolo extendido en el suelo y troceado. En Can Noguera se ha realizado el desbroce con motosierra excepto en una hectárea donde se ha hecho con desbrozadora mecanizada.

3.3. Tratamiento de los restos vegetales

En las zonas en las que se ha desbrozado manualmente, los restos leñosos con un diámetro superior a 5 cm se han troceado en piezas de 1 a 1,5 m de longitud y se han dejado tendidos en el suelo, homogéneamente repartidos. En todo caso, la acumulación de restos en el suelo ha quedado a alturas inferiores de 0,5 m.

En las zonas en las que se ha desbrozado de forma mecánica, los restos ya han quedado triturados con la misma desbrozadora.

Life+ SUBER

55

Socios:

Co-financiadores:

3.4. Coste y rendimiento de aplicación de los tratamientos

Para la realización de los trabajos selvícolas se contrataron a diferentes empresas siguiendo criterios técnicos y económicos que garantizaran una buena relación calidad-precio del servicio.

En primer lugar se priorizaron a las empresas/profesionales que habitualmente realizan los trabajos selvícolas en las fincas donde se localizan los rodales demostrativos del proyecto y que hasta el momento habían demostrado tener solvencia técnica y económica para realizar los trabajos de forma satisfactoria. Este aspecto garantizaba el conocimiento de la finca por parte de la empresa/profesional y la experiencia satisfactoria del propietario de la finca con dicha empresa.

En segundo lugar se aprobaron y/o negociaron los presupuestos recibidos teniendo en cuenta los precios de mercado y la experiencia de los técnicos responsables del proyecto. En el momento de la solicitud del presupuesto se entregó un pliego de condiciones para concretar todos los detalles de la ejecución de los trabajos.

En función de la localización del rodal y de sus características (pendiente, pedregosidad, densidad de pistas, abundancia de sotobosque, etc.), el coste de aplicación de los tratamientos ha variado de unos rodales a otros (

Tabla 18). La cantidad de madera y leña extraída, resultado de las cortas de mejora, también ha variado según el rodal. En la tabla 19 se muestra la cantidad y el valor de los productos obtenidos que han quedado a disposición de la propiedad.

Tabla 18. Coste de aplicación de los tratamientos en cada rodal demostrativo.

Calidad estación	Rodal	Coste desbroce (€/ha)	Coste corta de mejora y tratamiento restos (€/ha)	Total (€/ha)
Alta	Mas Genís	880,00	600,00	1.480,00
	Mas Fonollet	-	-	1.800,00
	Can Juandó	-	-	900,00
	Can Presas	1.120,00	720,00	1.840,00
Baja	Mas Descalç	880,00	600,00	1.480,00
	Can Noguera	740,00	600,00	1.340,00
	Can Iglesias	-	-	1.100,00
	El Truy	780,00	760,00	1.540,00



Life+ SUBER

Socios:



Co-financiadors:



Tabla 19. Valor de la leña y madera cortada.

Rodal	Producto obtenido (t/ha)					Valor producto en cargadero ⁽¹⁾ (€/t)					Valor (€/ha)
	Leña			Madera		Leña			Madera		
	Qs	Qi	Otras	Sierra	Trit.	Qs	Qi	Otras	Sierra	Trit.	
Mas Genís	72,0	-	-	-	-	17,00	-	-	-	-	1.224,00
Mas Fonollet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- ⁽²⁾
Can Juandó	20,0	-	-	-	-	20,00	-	-	-	-	400,00
Can Presas	-	-	-	-	-	-	Autoc.	-	-	-	- ⁽³⁾
Mas Descalç	74,0	-	-	-	-	17,00	-	-	-	-	1.258,00
Can Noguera	3,5	8,0	3,5	5,0	4,0	20,00	48,00	28,00	32,00	17,00	780,00
Can Iglesias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- ⁽⁴⁾
El Truy	-	-	-	0,2	0,3	Autoc.	Autoc.	Autoc.	-	-	- ⁽³⁾

Qs: *Quercus suber*; Qi: *Quercus ilex*; Otras: Otras especies; Trit: Trituración; Autoc: Autoconsumo

Notas:

- (1) En todos los casos, el cargadero ha sido a pie del rodal (por tanto, al precio de referencia de cada producto a industria se le ha restado el coste del transporte).

La diferencia de valores de la leña de *Q. suber* se debe a la diferencia del coste del transporte según localización del rodal y también a la diferencia de precio que tiene el producto según su uso (siendo mayor el valor cuando la industria aprovecha el corcho separándolo de la madera y menor cuando se usa para biomasa).

- (2) En el caso de Mas Fonollet no se dispone de los datos de cantidad ni de valor del producto ya que la leña y madera de los árboles cortados ha quedado en pequeñas pilas distribuidas por todo el rodal y aún no se han retirado.
- (3) En el caso de Can Presas y El Truy no se dispone de los datos de cantidad ni de valor de la leña obtenida puesto que toda se la quedó el mismo propietario para consumo propio y no se pesó. En el caso de El Truy se cortó algún pino, pero al ser poca cantidad toda la madera se quedó troceada in situ. El valor que aparece en la tabla es solo estimativo.
- (4) En el rodal de Can Iglesias se dejó la leña de *Q. suber* troceada y extendida en el mismo rodal, sin pesar, ya que la cantidad obtenida no era suficiente como para llenar un camión. Así pues, no se dispone de datos de peso ni de valor del producto.

4. Bibliografía

Agee, J. K. 1993. *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press, Washington DC. 505 p.

Bilgili, E. 2003. "Stand development and fire behavior". *Forest Ecology and Management*, 179 (1-3): 333-339.

Cooper, C. F. 1960. "Changes in vegetation, structure, and growth of south-western pine forests since white settlement". *Ecological Monographs*, 30 (2): 130-164.

Costa, P.; Castellnou, M.; Larrañaga, A.; Miralles, M.; Kraus, D. 2011. *La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo*. Unitat Tècnica del GRAF, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya, Barcelona. 87 p.

Dodge, M. 1972. "Forest fuel accumulation - a growing problem". *Science*, 177 (4044): 139-142.

Duane, A.; Piqué, M.; Castellnou, M.; Brotons, L. 2015. "Predictive modelling of fire occurrences from different fire spread patterns in Mediterranean landscapes". *International Journal of Wildland Fire*, 24 (3): 407.

Heinselman, M. L. 1981. "Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems". En: Mooney, H. A.; Bonnicksen, J. M.; Christensen, N. L.; Lotan, J. E.; Reiners, W. A. (eds.). *Fire regimes and ecosystem properties*. USDA Forest Service. Washington DC, p. 7-57. (GTR-WO-26).

Lindner, M.; Maroschek, M.; Netherer, S.; Kremer, A.; Barbati, A.; Garcia-Gonzalo, J.; Seidl, R.; Delzon, S.; Corona, P.; Kolström, M.; Lexer, M. J.; Marchetti, M. 2010. "Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems". *Forest Ecology and Management*, 259 (4): 698-709.

Pausas, J. G. 1999. "Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: A simulation approach". *Journal of Vegetation Science*, 10 (5): 717-722.

Pausas, J. G. 2004. "Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin)". *Climatic Change*, 63 (3): 337-350.

Pausas, J. G.; Bradstock, R. A.; Keith, D. A.; Keeley, J. E.; Network, G. F. 2004. "Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems". *Ecology*, 85 (4): 1085-1100.

Piñol, J.; Terradas, J.; Lloret, F. 1998. "Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain". *Climatic Change*, 38 (3): 345-357.

Piqué, M.; Castellnou, M.; Valor, T.; Pagés, J.; Larrañaga, A.; Miralles, M.; Cervera, T. 2011. *Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. 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, Barcelona. 122 p.

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, Barcelona. 346 p.

Rothermel, R. C. 1972. "A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels". *Research paper (INT-115)*. USDA Forest Service, Ogden, UT. 40 p.

Rothermel, R. C. 1991. "Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains". *Research Paper (INT-438)*. USDA Forest Service, Ogden, UT. 46 p.

Serrada, R.; Aroca, M. J.; Roig, S. 2008. "Selvicultura preventiva de incendios". En: Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. A. (eds.). *Compendio de selvicultura aplicada en España*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, p. 949-980.

Vayreda, J.; Martínez-Vilalta, J.; Gracia, M.; Retana, J. 2012. "Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests". *Global Change Biology*, 18 (3): 1028-1041.

Vericat, P.; Beltrán, M.; Piqué, M.; Cervera, T. 2013. *Models de gestió per als boscos de surera (Quercus suber L.): producció de suro i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 169 p.

Waltz, A. E. M.; Stoddard, M. T.; Kalies, E. L.; Springer, J. D.; Huffman, D. W.; Meador, A. S. 2014. "Effectiveness of fuel reduction treatments: Assessing metrics of forest resiliency and wildfire severity after the Wallow Fire, AZ". *Forest Ecology and Management*, 334: 43-52.

Life+ SUBER

Socios:



Co-financiadors:



60