

Selvicultura para la adaptación de los alcornoques catalanes al cambio climático

BELTRÁN, M.¹, MUNDET, R.², BAIGES, T.³ y PIQUÉ, M.¹

¹ Área de Gestió Forestal Sostenible, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC). 25280 Solsona, España.

² Consorci Forestal de Catalunya. 17430 Santa Coloma de Farners, España.

³ Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya. 08130 Santa Perpètua de Mogoda, España.

Resumen

Los principales impactos del cambio climático previstos en los alcornoques catalanes son: i) Reducción de la disponibilidad hídrica, que conlleva una reducción de la producción de corcho y más episodios de sequía extrema, con decaimiento y mortalidad. ii) Mayor incidencia de plagas y enfermedades. Resulta paradigmático el caso del bupréstido *Coraebus undatus*, muy favorecido por las condiciones de debilidad y cuya incidencia se ha incrementado durante el último decenio, reduciendo drásticamente la calidad del corcho, y iii) Aumento de la frecuencia de incendios forestales de mayor intensidad y tamaño. La gestión integral ensayada en el proyecto Life+SUBER para aumentar la resistencia y resiliencia de los alcornoques al cambio climático propone la gestión de masa irregular (con individuos jóvenes menos susceptibles al fuego para realizar una mejora continua de la masa o abordar con rapidez la renovación en bosque denso después de una perturbación), la gestión selectiva del matorral (combina el control de competencia con los efectos beneficiosos de mantener matorral sobre el microclima, la biodiversidad del sistema y el menor rebrote post-desbroce), la utilización estratégica de las dehesas en la prevención de incendios y el control biorracional de *C. undatus*. Se presentan los primeros resultados de las actuaciones demostrativas realizadas.

Palabras clave

Gestión forestal, corcho, cambio global, resiliencia, resistencia, recuperación, culebrilla.

1. Introducción

Los alcornoques catalanes se extienden hasta las 60.000 ha, de las cuales unas 30.000 ha corresponden a masas puras (Piqué *et al.*, 2014). A diferencia de los alcornoques del suroeste de la península Ibérica, que tienen estructuras generalmente adehesadas, los alcornoques del levante suelen tener estructuras de bosque denso. Ligado a esto, la gestión forestal presenta diferencias significativas entre estas grandes zonas dentro del área de distribución de la especie (VERICAT *et al.*, 2013).

La densidad del arbolado y el crecimiento lento por condiciones de la estación forestal hacen que el corcho producido sea de mayor densidad. El corcho catalán suele tener características apreciadas para la fabricación de tapones técnicos para vinos espumosos y de tapones naturales para vinos tranquilos. Sin embargo, el corcho suele ser poco homogéneo y con mayor porcentaje de merma que en otras zonas productoras, por lo que el porcentaje de corcho de calidad suele ser bajo. Con todo, y a pesar de la disminución generalizada de la gestión forestal y de la industria de primera transformación propia de la segunda mitad del siglo XX, los alcornoques catalanes siguen siendo la base de un subsector importante en términos socioeconómicos, tanto territoriales como industriales.

El cambio climático constituye una seria amenaza para la conservación del alcornoque, la producción sostenible de corcho y la cadena de valor ligada a este producto. La zona mediterránea, donde el alcornoque es un elemento característico, está considerada como una de las regiones bioclimáticas más vulnerables al cambio climático (EEA, 2008). Diferentes trabajos

apunten hacia tres grupos de impactos sobre los bosques de alcornoque (REGATO, 2008; DÍAZ et al, 2009; PEREIRA et al, 2009; VERICAT & PIQUÉ, 2012):

- La reducción de la disponibilidad hídrica, que conllevará una reducción del crecimiento y de la producción de corcho, así como de la capacidad de fijar carbono. Conjuntamente con los fenómenos puntuales de gran déficit hídrico (sequías extremas), provocará un debilitamiento de las masas, con aumento de procesos de decaimiento y mortalidad.
- Mayor incidencia de plagas y enfermedades. Las condiciones más secas y cálidas, conjuntamente con un incremento de la debilidad del arbolado, favorecen los episodios de plagas de artrópodos. En alcornocal destaca el bupréstido *Coraebus undatus* ("culebrilla del alcornoque"), un insecto perforador que, en fase larvaria, realiza galerías por debajo de la corteza que reducen drásticamente la calidad del corcho. Su incidencia se ha incrementado notablemente durante el último decenio, reduciendo marcadamente la rentabilidad del corcho y provocando el abandono de la gestión sostenible del bosque, garantía de su conservación.
- Un aumento de la frecuencia de los incendios de mayor intensidad y tamaño (grandes incendios forestales, GIF), a causa de las condiciones meteorológicas más cálidas y áridas (menor humedad del combustible, mayor temperatura del aire, más frecuencia, duración e intensidad de olas de calor), junto con el incremento de la cantidad y continuidad de la biomasa. Este impacto es especialmente relevante en Cataluña, donde el alcornocal se presenta en forma de bosque denso conformando estructuras de gran continuidad horizontal y vertical de combustible.

La selvicultura influye decisivamente en muchos aspectos que resultan clave para la rentabilidad del alcornocal y su capacidad de adaptación al cambio climático: vitalidad del arbolado, vulnerabilidad a incendios, costes de gestión, cantidad y calidad del corcho, etc.

En este contexto, es necesario incorporar en la gestión nuevas técnicas y métodos para, desde un enfoque integral, mejorar las capacidades de adaptación al cambio climático de este tipo de bosques. Para ello, en el año 2014 se puso en marcha el proyecto Life+SUBER 'Gestión integral de los alcornocales para la adaptación al cambio climático' que tiene como objetivo principal mejorar la resistencia y resiliencia de los alcornocales a los principales impactos del cambio climático favoreciendo su conservación y el mantenimiento de la cadena de valor asociada al corcho.

2. Objetivos

El objetivo general de las actuaciones desarrolladas en el proyecto es la implementación y transferencia de técnicas innovadoras de gestión forestal en alcornocales para promover la adaptación al cambio climático. Así, estas actuaciones se definen en un contexto de gestión forestal integrada para aumentar la resistencia y resiliencia de los alcornocales al cambio climático mediante actuaciones específicas en función de diferentes situaciones generales de partida.

Mediante el presente artículo se pretende:

- Presentar los diferentes escenarios de gestión para los que se definen actuaciones integradas de adaptación al cambio climático;
- Valorar la contribución real de esta gestión a los objetivos del proyecto y su potencial demostrativo para la gestión forestal de los alcornocales catalanes.

3. Metodología

3.1. Selección de rodales demostrativos

Dado que las acciones planteadas en este proyecto deben servir además para la transferencia de conocimiento y tecnología y la promoción de la sensibilización ambiental sobre la conservación de los alcornoques, los rodales seleccionados son una muestra de las situaciones generales en las que se puede encontrar un alcornoque en Cataluña. Así, los rodales se han localizado en las cuatro grandes áreas en las que se distribuye el alcornoque en Cataluña, de diferentes características ecológicas que cubren la diversidad de condiciones ambientales.

En cada una de las 4 grandes áreas (Alt Empordà, Les Gavarres, Montseny-Guilleries y Montnegre-Corredor) se sitúan 7 rodales demostrativos con diferentes características selvícolas y de estación, en total 28 rodales de actuación selvícola (Figura 1), que se complementan con 12 rodales adicionales donde se implementan actuaciones de control biorracional de la culebrilla (no aparecen en el mapa).

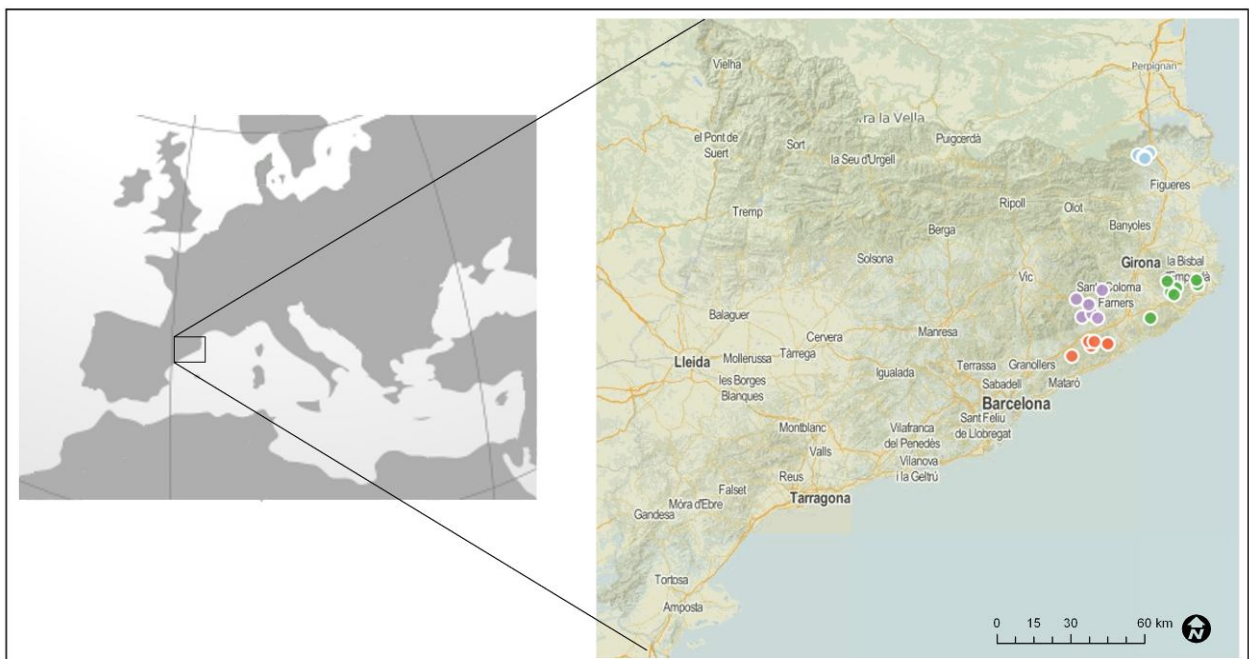


Figura 1: Localización de los rodales demostrativos de actuación selvícola. Por colores se diferencian las 4 grandes áreas de distribución del alcornoque en Cataluña.

Las situaciones de partida que representan estos rodales son:

- A. Masas actualmente gestionadas mediante sistemas tradicionales, con estructuras irregulares capitalizadas y donde se realizan desbroces totales cada turno de saca. Dentro de este tipo de rodales se diferencian unos con calidad de estación alta y otros con calidad de estación baja, según los criterios de clasificación de PIQUÉ et al (2014).
- B. Masas localizadas en puntos estratégicos para el comportamiento de los grandes incendios forestales y para las acciones de extinción asociadas. Estas localizaciones, cuyas características se definen en COSTA et al (2011), han sido identificadas por las unidades técnicas de Bombers de la Generalitat de Catalunya, y se recogen en figuras de planificación forestal de diferentes escalas en los ámbitos de trabajo. Dentro de este tipo de rodales se diferencian unos con calidad de estación alta y otros con calidad de estación baja.

- C. Masas degradadas por efecto de incendios forestales pasados y posterior abandono de la gestión forestal, desestructuradas, descapitalizadas y con escasa regeneración. Estos rodales se localizan únicamente en calidad de estación alta, dado que es donde se va a obtener mejor resultado a largo plazo y donde se justifica la inversión.

En total se han seleccionado 16 rodales del tipo A, con 64 ha de actuación, 8 rodales del tipo B con 32 ha de actuación y 4 rodales del tipo C con 12 ha de actuación. Todos los rodales se sitúan en fincas privadas, y la mayoría cuenta con un Instrumento de Ordenación Forestal vigente, en el cual se ha introducido la actuación realizada. Adicionalmente se han localizado 12 rodales distribuidos por las 4 grandes áreas para la realización de actuaciones complementarias de control de culebrilla, contando con 6 rodales para el trampeo que son también rodales de actuación selvícola.

3.2. Caracterización de los rodales y seguimiento de las actuaciones

La caracterización de cada rodal y su posterior seguimiento se ha realizado mediante parcelas de inventario permanentes. En cada rodal se ha instalado una parcela circular de 17 m de radio y dos transectos de sotobosque lineales de 10 m. El mismo dispositivo se ha instalado en una zona control para cada rodal, de similares características y donde no se realiza ninguna actuación.

En las parcelas circulares se toman medidas sobre el arbolado: especie, diámetro a 1,3 m (DAP), calibre de corcho a 1,3 m, altura de descorche y conteo de pies no inventariables. En los transectos se toman medidas del sotobosque: recubrimiento y altura por especies de matorral y conteo de seminales de especies arbóreas. Adicionalmente, en cada parcela se realiza una clasificación visual de la vulnerabilidad estructural al fuego de copas mediante las claves de PIQUÉ et al (2011).

En la Tabla 1 se muestran las principales características selvícolas de un rodal de cada tipo, a modo de ejemplo, correspondientes a la situación previa a las actuaciones.

Tabla 1. Características selvícolas previas de un rodal de cada tipo de situación inicial.

| | Variable | Rodal A de calidad alta | Rodal A de calidad baja | Rodal B de calidad alta | Rodal B de calidad baja | Rodal C de calidad alta |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| Estrato arbóreo | Fcc total (%) | 75 | 70 | 70 | 65 | 60 |
| | Densidad total (pies/ha) | 914 | 1.278 | 1.046 | 518 | 363 |
| | Densidad de alcorchoque (pies/ha) | 749 | 1.046 | 430 | 474 | 363 |
| | Densidad de pies menores de alcorchoque (pies/ha) | 88 | 275 | 44 | 11 | 88 |
| | AB total bajo corcho (m ² /ha) | 27,4 | 22,0 | 16,9 | 25,0 | 19,9 |

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|------|------|------|------|-------|
| | Dg bajo corcho (cm) | 14,7 | 11,5 | 12,3 | 20,5 | 20,4 |
| | %ABp* | 21 | 59 | 62 | 6 | 6 |
| | %ABm* | 41 | 37 | 33 | 59 | 51 |
| | %ABg* | 39 | 4 | 6 | 20 | 27 |
| | %ABeg* | 0 | 0 | 0 | 15 | 16 |
| Estrato arbustivo | Recubrimiento total (%) | 34 | 45 | 5 | 51 | 36 |
| | Altura media (m) | 1,71 | 2,02 | 1,13 | 0,84 | 3,05 |
| Estructura forestal | Vulnerabilidad al fuego de copas | Alta | Alta | Alta | Alta | Media |

* %ABp, %ABm, %ABg y %ABeg se refieren al porcentaje de área basimétrica por grupos de tamaño: pequeño (CD 10 y 15), mediano (CD 20, 25 y 30), grande (CD 35 y 40) y extragrande (CD 45 y superiores).

3.3. Diseño de las actuaciones a realizar en cada rodal

Para cada tipo de situación previa se ha definido un objetivo de gestión ligado a los objetivos generales del proyecto y unas directrices genéricas para definir las actuaciones. Posteriormente, las actuaciones a realizar fueron diseñadas para cada rodal teniendo en cuenta sus características propias.

La definición de las actuaciones se basa en las orientaciones de gestión forestal sostenible de Cataluña (ORGEST), en concreto los modelos de gestión propuestos para los alcornoques (VERICAT et al, 2013), que describen la gestión forestal de los alcornoques en un contexto de multifuncionalidad, con objetivos preferentes de producción de corcho y prevención de incendios. A continuación se concretan las principales técnicas propuestas para abordar los principales problemas de los alcornoques ante el cambio climático según los tipos de situación previa:

Rodales tipo A. Gestión con estructura irregular con el objetivo de mejora de la vitalidad y producción de corcho. La estructura irregular pie a pie o por bosquetes pequeños garantiza la presencia de individuos jóvenes menos susceptibles al fuego desde donde realizar una mejora continua de la masa o abordar con rapidez la renovación después de incendios, episodios de decaimientos u otros imprevistos. Su elevada cobertura arbolada limita el desarrollo del matorral heliófilo y su continuidad vertical, conformando estructuras de baja vulnerabilidad más duraderas (PIQUÉ et al, 2011).

Se propone una estructura irregular de referencia para cada clase de calidad de estación, con un AB cercana a 20 m²/ha bajo corcho en calidad alta y a 16 m²/ha en calidad baja. Adicionalmente se establece un límite para la cobertura y la altura del sotobosque de hasta el 40% y los 2 m, manteniendo preferentemente golpes de *Arbutus* o *Viburnum*. El efecto negativo del matorral sobre el crecimiento de alcornoque ha sido constatado en algunos estudios (LUQUE et al, 2004), así como la interferencia visual que supone en el caso del trampeo masivo de *Coraebus* y la continuidad de combustible que supone. Sin embargo, se descartan los desbroces totales para limitar la insolación directa, capturar precipitación horizontal (destacable en ciertas

localizaciones) y mantener cierta complejidad del sistema y la producción de alimento (frutos, artrópodos) para estabilizar poblaciones de animales que a su vez sean potenciales predadores de *Coraebus undatus*.

Rodales tipo B. Gestión con estructura próxima a la dehesa para mejorar la capacidad de extinción de Grandes Incendios Forestales. La estructura forestal objetivo tiende al adehesamiento para generar una fuerte discontinuidad de combustible, localizada además en áreas estratégicas para el comportamiento y la extinción de incendios. Este tipo de estructuras abiertas, además del objetivo clásico de producción silvopastoral, permite un aumento de la intensidad de pela, haciendo compatible la prevención de incendios con la producción corchera.

Se propone una estructura regularizada con un AB cercana a los 9 m²/ha bajo cocho, consiguiendo una Fcc del 30-40%, así como una cobertura y altura de matorral que no supere 25% y 1,3 m.

Rodales tipo C. Gestión para la recuperación de alcornoques degradados. En este caso la estructura objetivo depende más de la situación inicial de cada rodal. En general se pretende una estructura más capitalizada con presencia de pies productores de corcho o con potencial productor y un sotobosque poco desarrollado.

Adicionalmente se integran acciones de control biorracional de *Coraebus undatus*. Este control se basa en el trapeo masivo mediante atrayente visual y un formulado de compuestos volátiles. En el proyecto se incide en abordar de forma integral el control de esta plaga, de manera que el trapeo masivo se combina con los tratamientos selvícolas antes descritos para lograr una mayor vitalidad del arbolado, una mayor visibilidad de las trampas, y la configuración de un hábitat de mayor calidad para especies de ornitofauna potencialmente predatoras del *Coraebus*. Las trampas se colocan al inicio del periodo de vuelo de los adultos (principios del mes de mayo) y se mantienen hasta finales de septiembre, durante 2 años consecutivos, con un total de 40 trampas por rodal (excepto en un rodal donde se instalaron 28 trampas).

El trapeo para la captura de la culebrilla se ha realizado de manera dirigida para maximizar las capturas, siguiendo el criterio del personal especializado en el control de plagas de Forestal Catalana SA. Así, se colocaron trampas en los rodales de actuación selvícola donde se conocía un historial previo de presencia observada de culebrilla, y en localizaciones adicionales dentro de las cuatro grandes áreas de alcornoque con el objetivo de incidir más en la población de este insecto. En total se realizó el trapeo en 18 localizaciones, con un total de 704 trampas instaladas.

Respecto al diseño de las actuaciones selvícolas, los modelos ORGEST presentan unos parámetros de referencia orientativos que, en base a ellos y conociendo el estado inicial de cada rodal, permiten planificar el tipo y el peso de las intervenciones necesarias en cada caso. No obstante, en general fue necesario planificar una "intervención de adaptación" para ir ajustando la masa de cada rodal al modelo de gestión asignado, en una o más actuaciones, antes de poder aplicar las intervenciones tal y como se definen en los modelos de referencia.

3.4. Ejecución y caracterización de las actuaciones realizadas

Siguiendo las indicaciones generales, las actuaciones específicas en cada rodal consistieron en cortas y desbroces selectivos de diferentes intensidades. En todos los casos se trabajó con las empresas rematantes de confianza de cada uno de los propietarios de los rodales, explicando los objetivos y los detalles de ejecución de cada caso. Además, en el caso de las cortas selectivas, se realizó un marcaje de los alcornoques que debían cortarse por parte de personal especializado. Las intervenciones selvícolas se realizaron en las primaveras de 2015 y 2016, ejecutando primero los desbroces para facilitar las tareas de inventariación y marcaje del estrato arbóreo. Posteriormente se repitió el inventario de las parcelas permanentes.

4. Resultados

Las actuaciones selvícolas se realizaron según lo previsto. A modo de ejemplo, la Tabla 2 muestra las características dasométricas de un rodal de cada tipo (los mismos rodales que aparecen en la Tabla 1).

Tabla 2. Características selvícolas después de actuación de un rodal de cada tipo de situación inicial (los rodales son los mismos que los utilizados para mostrar las características iniciales).

| | Variable | Rodal A de calidad alta | Rodal A de calidad baja | Rodal B de calidad alta | Rodal B de calidad baja | Rodal C de calidad alta |
|------------------------|---|--|--|--|--|--|
| Estrato arbóreo | Fcc total (%) | 75 | 70 | 50 | 50 | 60 |
| | Densidad total (pies/ha) | 441 | 837 | 374 | 187 | 352 |
| | Densidad de alcornoque (pies/ha) | 441 | 804 | 253 | 187 | 352 |
| | Densidad de pies menores de alcornoque (pies/ha) | 33 | 99 | 33 | 0 | 33 |
| | AB total bajo corcho (m ² /ha) | 19,7 | 15,8 | 9,4 | 13,6 | 19,2 |
| | Dg bajo corcho (cm) | 19,8 | 13,0 | 14,9 | 26,0 | 20,2 |
| | %ABp* | 12 | 54 | 42 | 1 | 6 |
| | %ABm* | 41 | 46 | 48 | 34 | 49 |
| | %ABg* | 47 | 0 | 10 | 37 | 28 |
| | %ABeg* | 0 | 0 | 0 | 27 | 16 |
| Estrato arbustivo | Recubrimiento total (%) | 11 | 7 | 5 | 5 | 5 |
| | Altura media (m) | 1,39 | 0,56 | 0,51 | 0,29 | 2,40 |
| Estructura forestal | Vulnerabilidad al fuego de copas | Baja | Baja | Baja | Baja | Media |

* %ABp, %ABm, %ABg y %ABeg se refieren al porcentaje de área basimétrica por grupos de tamaño: pequeño (CD 10 y 15), mediano (CD 20, 25 y 30), grande (CD 35 y 40) y extragrande (CD 45 y superiores).

La Figura 2 muestra la comparación de las distribuciones de AB por grupos de tamaño de los rodales de ejemplo correspondientes a antes de la actuación, al modelo de referencia y a después de la actuación. Las diferencias observadas entre la situación posterior a la actuación y el modelo de referencia indican que las intervenciones diseñadas corresponden a la fase de adaptación de la masa al modelo. Es previsible, pues, la necesidad de al menos una intervención más para aproximarse a los modelos de gestión referencia.



Figura 2: Distribuciones de AB por grupos de tamaño de los rodales de ejemplo de cada tipo de situación inicial, antes y después de las actuaciones y las correspondientes a los modelos de referencia.

Respecto de las capturas de insectos adultos de *Coraeus*, la Tabla 3 muestra la media de capturas en las trampas instaladas en los rodales de actuación de tipo A, B y C, así como la correspondiente media para las cuatro zonas de alcornocal, contando con los 12 rodales adicionales para el trampeo. Las capturas de la campaña 2015 en los rodales de actuación tipo B y C donde se instalaron no se consideraron válidas al no abarcar todo el periodo de vuelo de los insectos, por lo que esos valores se desestimaron.

Tabla 3. Capturas medias de culebrilla mediante trapeo, por tipos de situación inicial de rodales actuación selvícola y por zonas de alcornocal contando con rodales adicionales, para las campañas de 2015 y 2016. El trapeo corresponde a 18 localizaciones con 704 trampas en total.

| Campaña | Tipo A | Tipo B | Tipo C | Alt Empordà | Gavarres | Montnegre-Corredor | Montseny-Guilleries | Media global |
|---------|--------|--------|--------|-------------|----------|--------------------|---------------------|--------------|
| 2015 | 43 | - | - | 93,3 | 22,8 | 36,5 | 79,3 | 57,9 |
| 2016 | 21 | 15 | 17 | 22,2 | 12,8 | 44,8 | 43,0 | 30,9 |

Los datos de capturas se analizaron con un ANOVA y la separación de grupos posterior se hizo con el test de Tukey para una significación al 0,05. La Figura 3 muestra la media de capturas por zona y por campaña, indicando las diferencias significativas. En la figura se añaden las medias de cada tipo de rodal de actuación selvícola a modo indicativo.

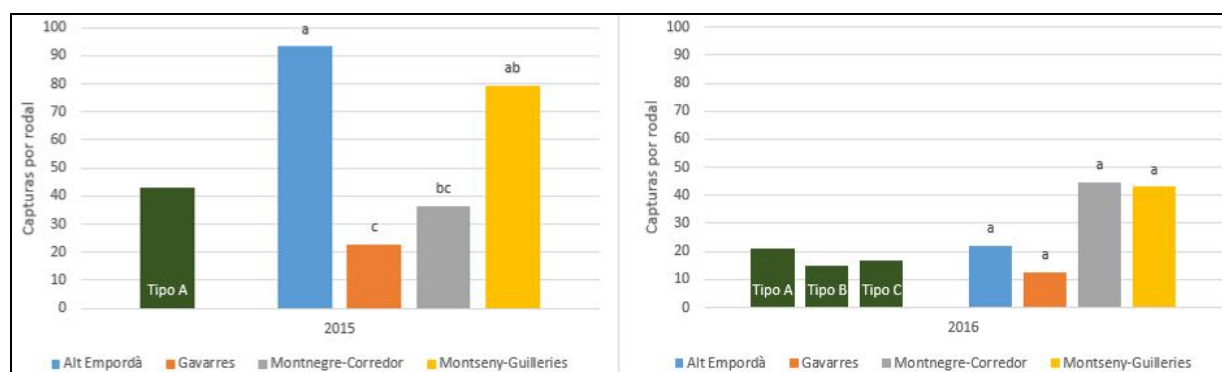


Figura 3: Capturas medias de culebrilla mediante trapeo, por tipos de situación inicial de rodales actuación selvícola y por zonas de alcornocal contando con rodales adicionales, para las campañas de 2015 y 2016. El trapeo corresponde a 18 localizaciones con 704 trampas en total. Las etiquetas de letras indican los grupos estadísticamente significativos al 0,05.

5. Discusión

En general las actuaciones selvícolas han aproximado los rodales hacia unas estructuras más cercanas a las definidas en los modelos de referencia, elegidos por ofrecer las características necesarias para conseguir los objetivos de gestión planteados en cada caso y los objetivos globales del proyecto. Hay que tener en cuenta que en general ha sido necesario definir unas intervenciones de adaptación a los modelos de referencia, debido a que estos modelos no reproducen las estructuras reales más comunes sino que corresponden a las que optimizan los objetivos fijados de producción de corcho y prevención de incendios, en un contexto de multifuncionalidad. Esta divergencia ha sido constatada en otras experiencias demostrativas de aplicación de las orientaciones de gestión ORGEST, como las descritas por FARRIOL et al (2016) y BAIGES et al (2016) para *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*, y los propios manuales ORGEST ya incluyen orientaciones para realizar los tratamientos de adaptación.

En algunos rodales tipo B, por ejemplo, no ha sido posible reducir el AB hasta los 9 m²/ha bajo corcho en una sola intervención, aunque sí se ha podido definir unas estructuras regularizadas y abiertas, cercanas a las dehesas, ya que en estos casos las actuaciones, novedosas para la mayoría de gestores y propietarios, han sido más intensas, tanto las cortas como los desbroces selectivos. Se observa más disparidad respecto a las estructuras de referencia en el caso de los rodales de tipo C, dado que las situaciones de partida son muy heterogéneas y muy condicionadas por el estado de degradación de la masa.

Con todo, los resultados muestran que para cada tipo de situación inicial y objetivo concreto se dispone de las herramientas adecuadas para planificar las actuaciones necesarias que generen alcornocales con mejores características para la multifuncionalidad demandada. De todas formas, se espera que las próximas actuaciones a realizar en los rodales permitan

aproximar todavía más las masas a sus respectivos modelos de referencia, permitiendo aumentar todavía más el cumplimiento de los objetivos.

Respecto al complemento del trapeo masivo de insectos adultos de *Coraebus*, se observa una gran variabilidad de capturas entre las diferentes zonas y campañas, como era de esperar en un contexto complejo de variaciones poblacionales propias de la biología de la especie y de diferentes condiciones ecológicas de las zonas de captura y de climatología anual (BALMA, 2012; ROJO, 2012). Se espera que las capturas realizadas ayuden a controlar la población total y también a disponer de más información sobre los ciclos biológicos del insecto.

Por otra parte, con las actuaciones realizadas en los 28 rodales de actuación repartidos en las cuatro grandes áreas de presencia de alcornoque en Catalunya, se dispone de una red de parcelas demostrativas representativas de la mayoría de situaciones iniciales. Estos rodales demostrativos han de servir de soporte para la transferencia de conocimiento respecto a la silvicultura de adaptación de los alcornocales catalanes al cambio climático y como modelo a implementar por parte de propietarios forestales, gestores y la administración forestal a la hora de gestionar estos bosques. Además, estos rodales contribuirán al conocimiento y la concienciación de la sociedad sobre la problemática tratada, y sobre la necesidad de mantener una actividad económica sostenible que garantice la conservación de los alcornocales.

6. Conclusiones

Los rodales demostrativos establecidos en el proyecto Life+SUBER donde se han realizado las actuaciones descritas en este estudio son la base para divulgar los modelos de gestión que permitan la adaptación del alcornocal catalán al cambio climático. Es necesario un proceso exhaustivo de diagnóstico de la situación inicial, de definición de objetivos globales y específicos y de aplicación de las herramientas disponibles para realizar las actuaciones selvícolas más adecuadas a cada caso.

Además, cabe destacar la importancia de formar a las empresas sobre las actuaciones selvícolas basadas en estos modelos innovadores, ya que se constató desde el inicio que las intervenciones diseñadas eran diferentes de las convencionales, por lo que las empresas ejecutoras debieron adaptar sus métodos. Es importante informar a estas empresas del por qué se implementan las diferentes técnicas, sobre todo las más innovadoras, como puede ser el desbroce parcial y selectivo del sotobosque, con el que los propietarios y empresas no están acostumbrados.

Hay que tener presente que la gestión tradicional de estos alcornocales difiere de la presentada por el proyecto, que existen zonas de alcornocales no gestionados y que el riesgo de grandes incendios forestales y la afectación por culebrilla es cada vez mayor. Estos retos para la conservación del alcornocal deben ser abordados en el contexto de la multifuncionalidad y del cambio global. Los alcornocales donde se abandonó la gestión hace tiempo ahora requieren una fase de recuperación y puesta en producción, mientras que las estrategias de gestión de los grandes incendios forestales requieren la planificación y la ejecución de medidas selvícolas en puntos estratégicos. Además, el trapeo masivo de insectos adultos de culebrilla, definido con la mayor precisión posible, ha de ayudar a minimizar los efectos negativos sobre la producción de corcho, de una manera integrada con el fomento de la vitalidad de los alcornocales y la conservación de elementos favorecedores de la biodiversidad faunística y florística de estos bosques.

Con todo, las acciones desarrolladas hasta ahora están contribuyendo a que la sociedad sea más consciente de la importancia de gestionar los alcornocales de forma sostenible para conseguir su conservación y el mantenimiento de la cadena de valor asociada. El proyecto Life+SUBER prevé efectos positivos sobre las funciones productivas, ambientales y sociales de los bosques de alcornoque: mayor producción de corcho y mayor calidad de producto, mayor capacidad de secuestro de carbono, mejora del estado de conservación de este hábitat (los

bosques de *Quercus suber* se corresponden con el hábitat 9330 "Alcornocales de *Quercus suber*" (anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE) y mejora de la calidad del paisaje como entorno turístico y recreacional.

7. Agradecimientos

Agradecimientos a los propietarios forestales donde se han realizado las actuaciones del proyecto. Agradecimientos al programa LIFE de la Unión Europea, a la Diputació de Barcelona, a Amorim Florestal Mediterraneo, SL y al Institut Català del Suro por la cofinanciación del proyecto LIFE+SUBER (LIFE13ENV/ES/000255).

8. Bibliografía

BAIGES, T; CASALS, P; PIQUÉ, M ; PLA, E; 2016. Del manual al rodal: Aplicació de diferents itineraris ORGEST a un bosc de pinassa amb boix. Avaluació de l'impacte de la gestió i la crema prescrita sobre diferents objectius. En: Tusell, JM ; Beltrán, M (eds.): XXXIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera: 50-61. Consorci Forestal de Catalunya, Santa Coloma de Farners.

BALMA; 2012. Gestió silvícola de les suredes enfocada a minimitzar l'efecte del corc del suro (*Coraebus undatus* Fabricius). Associació de Gestors Forestals de les Gavarres. 94 pp.

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. 87 pp. Barcelona.

DÍAZ, M; PULIDO, FJ ; PAUSAS, JD; 2009. 9330 Alcornocales de *Quercus suber*. En: VV.AA. (ed.): Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. : 58. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid.

EEA; 2008. Impacts of Europe's changing climate - 2008. An indicator-based assessment (EEA Report No 4/2008). Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.

FARRIOL, R; ESCUTÉ, X; VIDAL, E ; PALERO, N; 2016. La Muntanya d'Alinyà: un exemple de planificació forestal que integra gestió i conservació. En: Tusell, JM ; Beltrán, M (eds.): XXXIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera: 38-49. Consorci Forestal de Catalunya, Santa Coloma de Farners.

LUQUE, J; PERA, J; PARLADÉ, X ; MARÍN, D; 2004. Noves eines al bosc: els sensors LVDT (i II). *Silvicultura* 45: 8-11.

PEREIRA, JS; VAZ CORREIA, A ; JOFFRE, R; 2009. Facing climate change. En: Aronson, J, Pereira, JS ; Pausas, JD (eds.): Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration: 219- 226. Island Press, Washington, DC.

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. 122 pp. Barcelona.

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. 346 pp. Barcelona.

REGATO, P; 2008. Adaptación al cambio global. Los bosques mediterráneos. UICN Centro de Cooperación del Mediterráneo. 254 pp. Málaga, España.

ROJO, M; 2012. Els danys del corc del suro *Coraebus undatus* (Fabr.) sobre les panes de suro i possibles mètodes de control. *Silvicultura* 66: 4-7.

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 pp.

VERICAT, P ; PIQUÉ, M; 2012. El cambio global: impactos probables sobre las formaciones de *Quercus* y gestión para la adaptación. En: Vericat, P, Piqué, M ; Serrada, R (eds.): Gestión adaptativa al cambio global en masas de *Quercus* Mediterráneos: 29-46.CTFC, Solsona.