



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-180

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Aprovechamiento y conservación en montes de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*: adaptación de la masa a una gestión irregular por bosquetes

PALERO, N., BAIGES, T., BELTRAN, M.<sup>2</sup>, CERVERA, T.<sup>1</sup> y PIQUÉ, M.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Centre de la Propietat Forestal (CPF) de Catalunya.

<sup>2</sup> Área de Gestión Forestal Sostenible, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC).

### Resumen

Los modelos ORGEST son orientaciones de gestión multifuncional, adaptadas a las diferentes tipologías de monte presentes en Catalunya. Para las masas de pino silvestre y pino laricio, el modelo más favorable a la combinación de los objetivos de producción, secuestro de carbono y mantenimiento de biodiversidad es el que propone una gestión irregular con distribución por bosquetes pequeños. Las dimensiones propuestas para los bosquetes varían en función del temperamento de la especie y son de hasta 1000 m<sup>2</sup> en laricio, y entre 1000 y 3000 m<sup>2</sup> en silvestre. En el marco de los proyectos LIFE+DemORGEST y LIFE+PINASSA, durante el 2016 se aplicó el modelo por bosquetes en 2 masas desestructuradas provenientes de huroneo. En el rodal de laricio, se tuvieron en cuenta, además, criterios para conseguir una estructura más favorable a alojar biodiversidad, incluyendo el anillar árboles maduros o mantener tocones elevados. Se describen los tratamientos de adaptación y conservación aplicados, así como los pros y contras de su aplicación en montes privados, tanto en la planificación de la actuación (inventario, marcaje) como en su ejecución a partir del trabajo con rematantes locales.

### Palabras clave

Selvicultura, Técnicas selvícolas para la Biodiversidad

### 1. Introducción

Una característica esencial de los ecosistemas forestales es la multifuncionalidad, es decir, la capacidad de prestar simultáneamente diferentes funciones, bienes y servicios a la sociedad (González *et al.*, 2011). Aunque en un único rodal no se den todas las funciones simultáneamente y al mismo nivel, es posible aplicar criterios de gestión que optimicen más de una función. Las Orientaciones de Gestión Forestal Sostenible (ORGEST) de Catalunya constituyen un conjunto de herramientas técnicas de ayuda a propietarios y gestores para la toma de decisiones a la hora de asignar objetivos preferentes a un rodal, tanto en la planificación como en la ejecución de la gestión.

Los modelos propuestos en las orientaciones ORGEST para los bosques de pino silvestre y de pino laricio (Piqué *et al.*, 2011; Beltrán *et al.*, 2012) integran desde su concepción los objetivos de producción de madera y prevención de incendios. Fueron elaborados para optimizar la producción de madera sostenible, teniendo en cuenta la calidad de estación, y para garantizar estructuras de baja vulnerabilidad a los fuegos de copas el mayor tiempo posible.

Los modelos ORGEST para el pino laricio y el silvestre proponen mayoritariamente una gestión regular tanto por el temperamento de las especies, como, sobre todo en laricio, porque las estructuras regulares favorecen la prevención de incendios, al facilitar la discontinuidad vertical entre estratos. Por estas mismas razones, aunque se incluyen modelos de gestión irregular, éstos son siempre por bosquetes (pequeños o medianos) que generan un paisaje en mosaico, y se descarta la irregularidad pie a pie tanto por el temperamento como por la estructura forestal.

Los modelos ORGEST de estructura irregularizada por bosquetes pequeños, propuestos para los pinos silvestre y laricio, buscan una distribución de pies en el espacio en grupos más o menos numerosos, dentro de los cuales los árboles tienen características muy similares (principalmente la

misma clase de edad y estratificación de las copas) y ocupan una superficie que variará en función de la tolerancia de la especie. Así, en el caso del pino silvestre, especie con un temperamento más de luz, se recomienda un tamaño de bosquetes de entre 1.000 y 3.000 m<sup>2</sup> preferentemente (Piqué et al., 2011). En el caso del pino laricio, sus requerimientos ecológicos permiten realizar una gestión irregular con tamaño de bosquetes desde un único árbol adulto hasta unos 1.000 m<sup>2</sup> (Beltrán et al., 2012).

El análisis de los modelos ORGEST producción-prevención de incendios, bajo nuevos objetivos de gestión realizado en el marco del proyecto Life+DemORGEST (LIFE12\_ENV\_ES\_000730), ha determinado que los modelos irregulares por bosquetes son especialmente eficientes en el secuestro de carbono por estar sometidos a intervenciones constantes que regulan la competencia y dan lugar a unos crecimientos superiores a los de otros modelos (Porrás, et al., 2016). Desde el punto de vista de mejora de la biodiversidad, la irregularidad ofrece también ventajas frente a la gestión regular al mantener estructuras más complejas y heterogéneas en el tiempo (Camprodon, 2013). Esto hace que la gestión irregular por bosquetes sea considerada especialmente interesante para montes privados en los que se valoren objetivos de gestión de conservación de la biodiversidad o secuestro de carbono (i.e. montes en red Natura 2000 o espacios naturales protegidos), teniendo en cuenta que se optimiza también la producción y se garantiza una baja vulnerabilidad a fuegos de copas.

Los pinares de pino silvestre y pino laricio ocupan en Catalunya más de 300.000 hectáreas (CREAF, 2009). La gestión tradicional mayoritaria en estos pinares en montes privados ha sido la entresaca o cortas de selección diametral, al garantizar ésta unas rentas periódicas. No obstante, a menudo en su ejecución han prevalecido criterios cercanos al huroneo, que han dado lugar a masas regularizadas por una obertura excesiva y, en ocasiones, desestructuradas por la selección negativa, con falta de pies menores y/o descapitalizadas (Aunós, 1997).

Dado que las cortas de selección diametral han sido la gestión tradicional de montes privados, los modelos ORGEST irregulares siguen siendo ampliamente escogidos en los Instrumentos de Ordenación Forestal (IOF) para estas especies (67% en laricio y 40 % en silvestre). No obstante, la innovación que supone la organización de la masa en bosquetes pequeños presenta dificultades para su correcta planificación y ejecución.

Para conocer y transferir los requerimientos de aplicación del modelo de gestión con estructura irregular por bosquetes pequeños en pinares de laricio y silvestre a los diferentes actores involucrados en su gestión, se han establecido una serie de parcelas demostrativas. Además, en las parcelas de pino laricio, incluidas en el proyecto Life+Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724), se han aplicado criterios adicionales de conservación de la biodiversidad en la ejecución de las cortas.

## 2. Objetivos

Los objetivos del estudio presentado en este artículo son:

- Analizar los requerimientos de la aplicación de un modelo de gestión con estructura irregular por bosquetes pequeños en pinares de pino silvestre y pino laricio, tanto en la planificación como en la ejecución de las cortas y de tratamientos complementarios;
- Valorar la contribución real de esta gestión a la producción de madera, la fijación de carbono y la mejora de la biodiversidad a medio y largo plazo.

El presente artículo se centra en el primero de estos objetivos.

## 3. Metodología

### 3.1. Selección de rodales

Los modelos de gestión ORGEST con estructura irregular por bosquetes pequeños se recomiendan en masas ya irregulares y/o donde el estado de desarrollo es heterogéneo por golpes (más o menos grandes en función de la especie). En masas muy regularizadas, la aplicación de estos modelos supone un elevado sacrificio de cortabilidad que hay que valorar. Para este estudio se han seleccionado masas forestales de pino silvestre y laricio con cierta irregularidad pero desestructuradas, es decir, que carecían de una distribución adecuada de clases diametrales, como sigue:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris*): rodal de 2,3 hectáreas cuya tipología forestal corresponde a “Pino silvestre del ámbito meridional de calidad alta con acompañamiento de roble rebollo (*Quercus pyrenaica*), situado en la localidad de Prades (Tarragona). En las últimas décadas, se realizaron cortas periódicas sobre los pies mejor conformados de pino y aprovechamientos de leñas sobre los robles acompañantes. En las zonas de mayor cobertura de pino ha proliferado el roble mientras que allí donde se realizaron mayores oberturas se ha establecido regenerado de pino. En el resto de la masa abundaban los pies de pino de clases diamétricas 25 y 30 mezclados con individuos jóvenes y robles (figura 1).
- Pino laricio (*Pinus nigra*) rodal de 17,1 hectáreas cuya tipología forestal corresponde a “Bosque puro de pino laricio del ámbito pre-pirenaico y central de calidad alta” en la localidad de Fígols i Alinyà (Lleida). Este rodal fue explotado intensamente para la obtención de madera de pino hasta finales de los años 90 en que se produjo un cambio de propiedad. Durante los últimos 16 años no se realizó ninguna actuación. Actualmente la masa se caracteriza por estar descapitalizada, con falta de pies de gran tamaño y escasez de regenerado (figura 2).



Figura 1: Rodal de pino silvestre situado en la finca Font dels Pobres (bosquete con diámetros pequeños)



Figura 2: Rodal de pino laricio situado en la finca Reserva de la Muntanya d'Alinyà

### 3.2. Diseño del inventario y caracterización del rodal

Los parámetros de control de los modelos de gestión con estructuras irregulares por bosquetes pequeños definen los bosquetes en base a tres grupos de tamaño que agrupan diferentes clases diametrales (CD):

- Grupo de tamaño pequeño: CD 10-15
- Grupo de tamaño mediano: CD 20-30
- Grupo de tamaño grande: CD  $\geq 35$

Aunque en la aplicación del modelo de gestión con estructura irregular por bosquetes pequeños no es necesario cartografiar los bosquetes (como sí ocurre en el modelo de gestión por bosquetes medianos para pino silvestre, con bosquetes de más de 0,3 hectáreas), sí que es imprescindible identificarlos en campo (tanto los existentes como los potenciales) para el diseño del inventario y posterior aplicación del modelo. Las cortas aplicadas son cortas de selección que afectan a todo el rodal pero con distinto criterio en función del estado de cada bosquete.

Para garantizar que las parcelas de inventario fueran representativas de la abundancia de cada uno de los grupos en el rodal, la caracterización dasométrica de los rodales se realizó con un inventario dirigido (no sistemático ni aleatorio). Previamente al diseño del inventario se realizó un primer recorrido por el rodal para identificar los posibles grupos de tamaño a potenciar y visualizar de forma aproximada su superficie, complementado con algunos puntos de estimación pericial.

Para definir la intensidad del inventario dasométrico, se aplicaron 2 criterios diferenciados:

- En el rodal de pino silvestre - con algunos bosquetes muy definidos dentro de un rodal heterogéneo de pequeña dimensión y fines demostrativos -, se optó por no limitar el número de parcelas. Se localizó una parcela, como mínimo, por cada grupo de tamaño, aumentando el número de parcelas en función de la abundancia del grupo. Así, en un rodal de 2,3 hectáreas, se establecieron 5 parcelas (de radio 10 m) coincidentes con un bosquete con predominio de pies de tamaño pequeño, un bosquete con predominio de árboles de tamaño grande, 2 parcelas en bosquetes con pies de tamaño mediano y 1 parcela en el bosquete con subvuelo de robles.
- En el rodal de pino laricio - mayor y más homogéneo -, se limitó el número de parcelas a un máximo de tres, pero se aumentó su radio y se localizaron en puntos clave de forma que cada parcela incluyera al menos dos grupos de tamaño diferentes y que la proporción de superficie muestreada de cada grupo fuera representativa del rodal. Así, en un rodal de 17,1 hectáreas, se establecieron tres parcelas de 12 m de radio, que recogían la proporción de bosquetes de diámetros pequeños/medianos/grandes como sigue: aproximadamente media parcela en el grupo pequeño, dos parcelas en el grupo mediano y media en el grupo de tamaño grande.

Los datos dasométricos obtenidos en el inventario se resumen en la tabla 3.

Tabla 3: Características selvícolas iniciales de los rodales

| Rodal             | Finca             | Superficie | FFA <sup>1</sup> | CE <sup>1</sup> | N <sub>i</sub> | AB <sub>i</sub>    | %ABp <sup>2</sup><br>(CD 10-15) | %ABm <sup>2</sup><br>(CD 20-30) | %ABg <sup>2</sup><br>(CD ≥35) |
|-------------------|-------------------|------------|------------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                   |                   | ha         |                  |                 | pies/ha        | m <sup>2</sup> /ha | %                               | %                               | %                             |
| R1_Pino silvestre | Font dels Pobres  | 2,3        | PsPIR            | Alta            | 2290           | 49,48              | 40,5                            | 31,75                           | 27,75                         |
| R2_Pino laricio   | Muntanya d'Alinyà | 17,1       | PnPRE            | Alta            | 1.142          | 34,9               | 23,6                            | 70,7                            | 5,7                           |

1 FFA: formación forestal arbolada, CE: calidad de estación, según el manual *Tipologies forestals arbrades. Sèrie: ORGEST* (Piqué et al. 2014).

2 %ABp: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño pequeño, %ABm: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño mediano, %ABg: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño grande

Para poder aplicar criterios complementarios de conservación de la biodiversidad en la ejecución de la corta del rodal de pino laricio, se realizaron inventarios para estimar la madera muerta y los árboles con cavidades. Para ello se realizaron muestreos mediante transectos lineales de 4 m de ancho. Los resultados se recogen en la tabla 4.

Tabla 4: Características de la madera muerta e índice kilométrico de abundancia de cavidades considerando árboles de >15 cm en el rodal de pino laricio

| Rodal           | Finca             | Densidad de madera muerta |         |            | Densidad de cavidades |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---------|------------|-----------------------|
|                 |                   | En el suelo               | En pie  | Tocones    |                       |
|                 |                   | pies/ha                   | pies/ha | tocones/ha | cavidades/km          |
| R2_Pino laricio | Muntanya d'Alinyà | 2,83                      | 5,66    | 14,15      | 2,26                  |

### 3.3. Elección del itinerario de gestión para la fase de adaptación del rodal al modelo ORGEST

Las orientaciones ORGEST proponen diferentes modelos en función de la calidad de estación del rodal. En el caso de los dos rodales seleccionados, la calidad de estación estimada con ayuda de las claves ORGEST (Piqué et al. 2014) es "Alta". Para esta clase de calidad de estación los modelos de gestión con estructura irregular por bosquetes pequeños son el Ps05 para pino silvestre, y el Pn05 para pino laricio (tabla 5).

Tabla 5. Características básicas de los modelos ORGEST seleccionados

| Rodal R1_pino silvestre   | Rodal R2_pino laricio   |
|---|---|
| <b>Modelo Ps05:</b> diámetro máximo de corta de 35 cm, cortas de entresaca cada 7-13 años, con oberturas de 1.000 a 3.000 m <sup>2</sup> manteniendo más presencia de árboles del grupo de tamaño pequeño y menos del grupo de tamaño grande. | <b>Modelo Pn05:</b> diámetro máximo de corta de 40 cm, cortas de entresaca cada 10-12 años, con oberturas de hasta 1.000 m <sup>2</sup> manteniendo más presencia de árboles del grupo de tamaño mediano y grande, y menos del grupo de tamaño pequeño. |

Cada modelo presenta unos parámetros de referencia orientativos. En base a ellos, y conociendo el estado inicial del rodal, se planifica el peso de la corta (tablas 6 y 7). En este caso fue necesario planificar una "corta de adaptación" para ir ajustando la masa al modelo, en una o más intervenciones, antes de poder aplicar las cortas tal y como se definen en el modelo de referencia.

Tabla 6. Parámetros generales de control del modelo Ps05

| Grupo de tamaño | CD    | Referencia |                          |       | Antes de la intervención |                          |       | A extraer |                          |      |
|-----------------|-------|------------|--------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|-------|-----------|--------------------------|------|
|                 |       | N          | AB                       | % AB  | N                        | AB                       | % AB  | N         | AB                       | % AB |
| Pequeño         | 10-15 | 843        | 9                        | 46%   | 1136                     | 13                       | 39%   | 293       | 4                        | 28%  |
| Mediano         | 20-30 | 201        | 9                        | 46%   | 385                      | 16                       | 46%   | 184       | 7                        | 46%  |
| Grande          | ≥35   | 18         | 2                        | 8%    | 53                       | 5                        | 16%   | 35        | 3                        | 26%  |
| Total           |       | 1.062      | 20,2                     |       | 1.574                    | 34,7                     |       | 512       | 14,5                     |      |
|                 |       |            | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 101,6 |                          | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 181,0 |           | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 79,4 |

Tabla 7. Parámetros generales de control del modelo Pn05

| Grupo de tamaño | CD    | Referencia |                          |       |     | Antes de la intervención |                      |     |                          | A extraer |                      |     |
|-----------------|-------|------------|--------------------------|-------|-----|--------------------------|----------------------|-----|--------------------------|-----------|----------------------|-----|
|                 |       | N          | AB                       | AB    | Fcc | N                        | AB                   | AB  | Fcc                      | N         | AB                   | AB  |
|                 |       | (peus/ha)  | (m <sup>2</sup> /ha)     | (%)   | (%) | (peus/ha)                | (m <sup>2</sup> /ha) | (%) | (%)                      | (peus/ha) | (m <sup>2</sup> /ha) | (%) |
| Pequeño         | 10-15 | 430        | 4,8                      | 24    | 21  | 560                      | 6,7                  | 23  | 28                       | 130       | 1,9                  | 23  |
| Mediano         | 20-30 | 175        | 8,1                      | 40    | 26  | 256                      | 11,5                 | 39  | 38                       | 81        | 3,4                  | 39  |
| Grande          | ≥35   | 66         | 7,2                      | 36    | 19  | 95                       | 11,3                 | 38  | 31                       | 29        | 4,2                  | 38  |
| Total           |       | 671        | 20,1                     |       | ~66 | 911                      | 29,5                 |     | ~96                      | 240       | 9,4                  |     |
|                 |       |            | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 113,7 |     | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 171,7                |     | VAE (m <sup>3</sup> /ha) | 58,0      |                      |     |

El parámetro clave utilizado para definir los criterios de la corta de selección (itinerario de adaptación) fue el porcentaje de AB de cada grupo de tamaño de con respecto a los valores del modelo de referencia (figuras 3 y 4). En el caso del rodal de pino silvestre se observa un exceso de porcentaje de AB del grupo grande y un defecto para los otros dos grupos, mientras que para el pino laricio, el exceso se da en el grupo mediano.

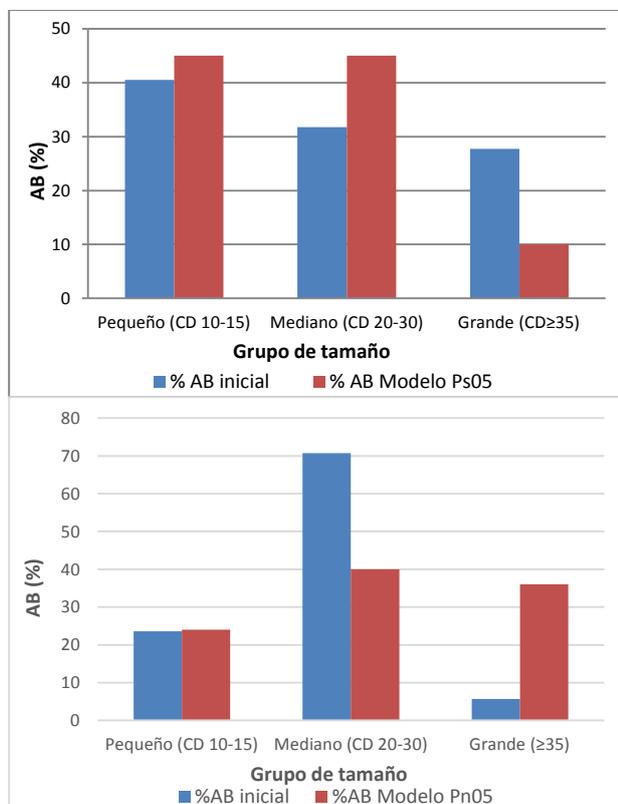


Figura 3: Porcentaje de AB por grupos de tamaño real e ideal del rodal R1\_pino silvestre

Figura 4: Porcentaje de AB por grupos de tamaño real e ideal del rodal R2\_pino laricio

El cálculo del porcentaje máximo de AB a extraer en los grupos excedentarios se calculó en base al AB total (en m<sup>2</sup>/ha) real y la ideal. Para decidir el porcentaje de AB a extraer de los demás grupos se tuvo en cuenta el efecto de aumento del porcentaje final que ejercerá la corta prevista sobre el grupo más abundante y la futura incorporación de pies de un grupo a otro (tabla 8). También se tuvo en cuenta la presencia de otras especies acompañantes ya que siempre se trabajó con el AB total (de todas las especies) indicando qué especie penalizar (aumentando el porcentaje cortado de ésta) y cuál favorecer.

Tabla 8. Itinerario de adaptación de cada rodal al modelo de referencia

| Rodal R1_pino silvestre  | Rodal R2_pino laricio  |
|--|--|
| <p><b>Adaptación al modelo Ps05:</b><br/>Clara mixta centrada en las CD <math>\geq 20</math> eliminando un máximo del 40% del AB de estos grupos. Se favorecen los bosquetes de regenerado y los pies jóvenes (CD &lt; 20) tal y como exige el modelo, se realiza una clara fuerte por lo bajo en los bosquetes de CD 20-30 y se crean nuevas oberturas en algunos de los bosquetes dominados por pies de CD <math>\geq 35</math> para favorecer la incorporación de regenerado. En todos los grupos se realiza una clara suave por lo bajo para</p> | <p><b>Adaptación al modelo Pn05:</b><br/>Clara mixta centrada en las CD 20-30 eliminando un máximo del 45% del AB de este grupo. Se favorecen los bosquetes de regenerado y los pies jóvenes (CD &lt; 20) y se regula la competencia en los bosquetes de CD 20-30 favoreciendo los pies de CD &gt; 30.</p> |

|   |  |
|---|--|
| regular competencia. En el rodal con abundancia de roble se liberan los mejores ejemplares para avanzar en su dominancia. |  |
|---|--|

En el caso del rodal de pino laricio, los datos adicionales de madera muerta y cavidades permitieron definir una serie de medidas de conservación y mejora de la biodiversidad que se añadieron al itinerario de actuación (Life+Pinassa, 2016).

- Conservación de los pies de grandes dimensiones y con singularidades como cavidades, plataformas para grandes nidos, bifurcaciones, etc.
- Generación de madera muerta en pie mediante el anillado de árboles de 20 cm de diámetro (como mínimo) y generación de madera muerta en el suelo de  $CD \geq 20$  cm,
- Generación de tocones de unos 40 cm de altura en árboles de  $CD \geq 20$  cm con el fin de favorecer la proliferación de hongos y coleópteros saproxílicos.

### 3.4. Señalamiento de la corta de entresaca y de las medidas de conservación de la biodiversidad

La aplicación sobre el terreno de criterios tan específicos como los definidos resulta complicada para los operarios que deben desplazarse por el monte con motosierras y equipos de protección y requiere de experiencia y criterio técnico. Para garantizar la correcta ejecución de las cortas se consideró imprescindible el señalamiento previo de la totalidad del rodal por personal conocedor de la actuación planificada.

Por tanto, en ambos rodales, una vez definida la actuación a realizar se procedió al señalamiento de la corta (tabla 9) y de las medidas de conservación por técnicos del Centro de la Propiedad Forestal y del Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, mediante el marcaje de todos los pies a cortar, a anillar, aquellos que debían cortarse con un tocón alto y aquellos que debían quedarse cortados en el suelo. Posteriormente se explicó el marcaje y criterios de corta al jefe de cuadrilla de la empresa rematante.

Tabla 9. Criterios seguidos durante el señalamiento de las cortas

| Rodal R1_pino silvestre   | Rodal R2_pino laricio   |
|---|---|
| <p>Para cumplir con el itinerario definido se siguieron los siguientes criterios de marcaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siguiendo la estructura real de la masa se potenciaron los árboles del grupo de tamaño más abundante, procurando definir bosquetes entre 1.000 y 3.000 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño pequeño</u>, se marcaba una clara por lo bajo suave para evitar posibles problemas de caída por la nieve.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño grande</u>, se establecían dos casuísticas: en los bosquetes con diámetros extracortables se marcó una corta a hecho y en los demás bosquetes se señalaba una clara suave.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño mediano</u>, se marcaba una clara fuerte por lo bajo cuyo peso podía llegar al 40% del AB.</li> <li>- Sobre los <u>bosquetes de regenerado</u> se marcó un clareo más o menos sistemático.</li> <li>- En el <u>bosquete con abundancia de roble</u> se han marcado los pies de pino que competían con los mejores rebollos.</li> </ul> | <p>Durante el marcaje, los criterios seguidos fueron los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siguiendo la estructura real de la masa se potenciaron los árboles del grupo de tamaño más abundante, procurando no definir bosquetes de más de 1.000 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño pequeño</u>, se marcaban los pies de tamaño mediano.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño grande</u>, se marcaban los pies medianos que pudieran hacerles competencia.</li> <li>- Si el bosquete se consideraba del <u>grupo de tamaño mediano</u>, se marcaba una clara por lo bajo cuyo peso podía llegar al 45% del AB.</li> </ul> |

### 3.5 Ejecución y caracterización de la corta

La corta se llevó a cabo a lo largo del primer semestre de 2016, por la empresa rematante de confianza de cada uno de los propietarios de los rodales. Posteriormente se repitió el inventario dasométrico en las mismas parcelas que se utilizaron para la caracterización del rodal.

#### 4. Resultados

Las características dasométricas finales de ambos rodales se resumen en la tabla 5.

Tabla 5. Características selvícolas finales de los rodales

| Rodal             | Finca           | N <sub>final</sub> | AB <sub>final</sub> | %ABp <sup>1</sup><br>(CD 10-15) | %ABm <sup>1</sup><br>(CD 20-30) | %ABg <sup>1</sup><br>(CD ≥35) |
|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                   |                 | pies/ha            | m <sup>2</sup> /ha  | %                               | %                               | %                             |
| R1_Pino silvestre | Font pobres     | 1814               | 32,88               | 59                              | 39                              | 2                             |
| R2_Pino laricio   | Muntanya Alinyà | 899                | 26                  | 28                              | 64                              | 8                             |

<sup>1</sup> %ABp: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño pequeño, %ABm: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño mediano, %ABg: porcentaje del área basimétrica correspondiente el grupo de tamaño grande

##### Rodal 1\_Pino silvestre:

Como media del rodal se cortaron 476 pies/ha, lo que supuso la extracción de 16,6 m<sup>2</sup>/ha de AB y la obtención de unos 10 m<sup>3</sup>/ha (la madera cortada inferior a 15 cm de diámetro - grupo de tamaño pequeño - se troceó y se dejó en el rodal por lo que no se incluye en este valor). En total, se extrajo el máximo fijado, es decir, el 40% del AB inicial. La corta por grupos de tamaño supuso una extracción del 14% del AB de los pies del grupo pequeño, un 27% del AB del grupo mediano y un 95% del grupo de tamaño grande (figuras 5 y 6).

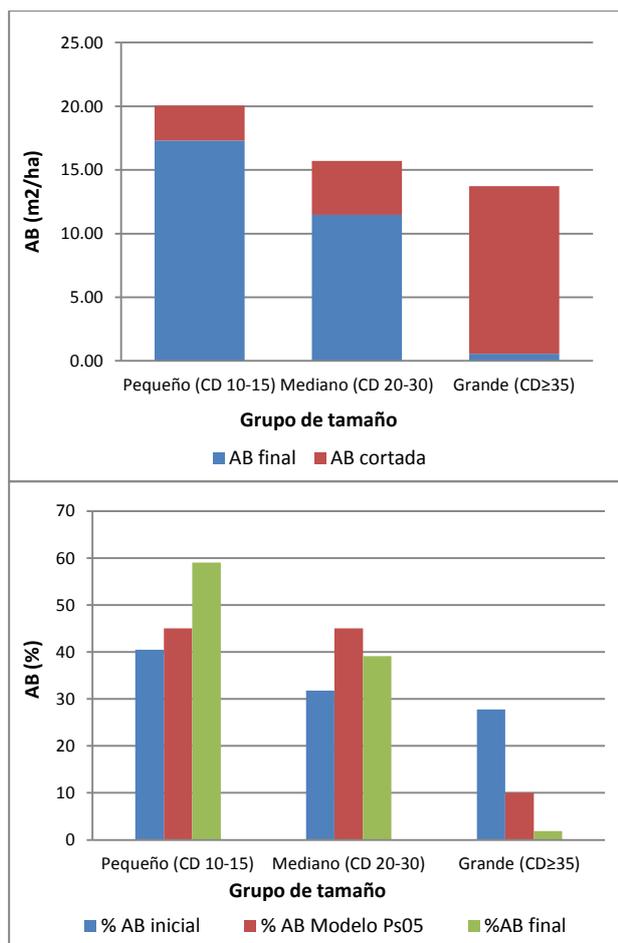


Figura 5: AB (m<sup>2</sup>/ha) final y extraída por grupos de tamaño

Figura 6: AB (%) inicial, ideal y final por grupos de tamaño

La actuación realizada permitió definir bosquetes dominados por diferentes grupos de tamaño, favoreciendo la incorporación de nuevo regenerado de pino silvestre y avanzando en la dominancia del roble rebollos allí donde ya era abundante. En el conjunto de la masa, se ha controlado la competencia dentro de cada bosquete.

#### Rodal 2\_Pino laricio:

La corta de adaptación al modelo Pn05 ha supuesto una extracción de 243 pies/ha correspondientes a 9 m<sup>2</sup>/ha de AB. El volumen extraído final fue de unos 23 m<sup>3</sup>/ha. El porcentaje de AB cortada por grupos de tamaño ha sido del 6% del grupo de tamaño pequeño y del 30% del grupo de tamaño mediano (figuras 7 y 8). A pesar de que el itinerario permitía cortar hasta un 45% del AB del grupo de tamaño mediano, durante el marcaje no se ha considerado conveniente llegar a este valor máximo dado que la masa no presentaba suficiente capitalización y competencia de los árboles de Dn ≥17,5 cm en gran parte del rodal.

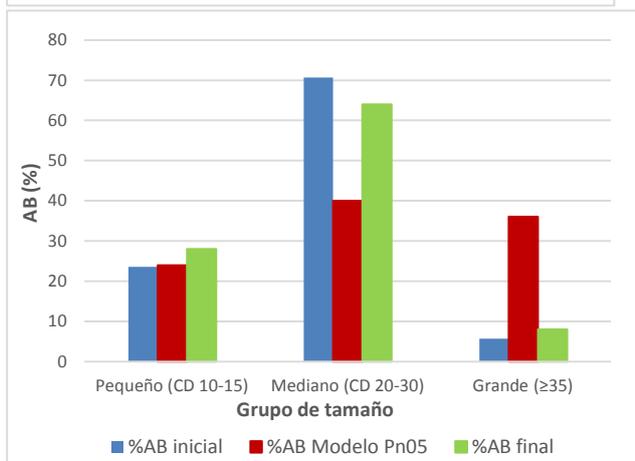
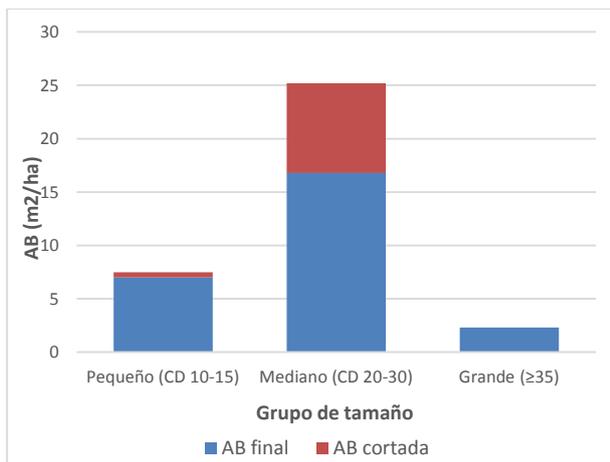


Figura 7: AB (m<sup>2</sup>/ha) final y extraída por grupos de tamaño

Figura 8: AB (%) inicial, ideal y final por grupos de tamaño

El resultado final ha sido la definición en el rodal de bosquetes con diferentes grupos de tamaño, consiguiendo una aproximación a los parámetros ideales del modelo Pn05. En la siguiente intervención se podrían acabar de ajustar los parámetros de control del modelo realizando las correspondientes cortas dentro de cada uno de los bosquetes definidos.

También se han implementado las medidas de conservación establecidas. La densidad definitiva de tocones altos y madera muerta tuvo que adaptarse a las características finales de la masa durante el proceso de marcaje. Finalmente, se anillaron unos 16 pies/ha, se dejaron 8 pies/ha de madera muerta en el suelo y 8 tocones/ha de unos 40 cm de altura. También se respetaron los pies con singularidades.

La gestión forestal realizada siguiendo los modelos ORGEST en los rodales R1\_pino silvestre y R2\_pino laricio con un objetivo claro de multifuncionalidad ha requerido un importante trabajo de diagnosis, planificación y señalamiento de las actuaciones.

En ambos rodales (pino silvestre y pino laricio), la realización de las actuaciones ha permitido avanzar en la estructuración de las masas irregulares a través de la definición de los diferentes bosquetes (figuras 9 y 10), con diferentes matices:

- Para la gestión del rodal de pino silvestre, se ha empleado un modelo de referencia que propone una estructura con mayor presencia de árboles de tamaños pequeño y mediano por lo que, de acuerdo al modelo, en este rodal existía un exceso de pies de gran tamaño. Este hecho, unido a la necesidad de favorecer el regenerado para incorporar nuevos pies, llevó a la

decisión de cortar gran parte de los pies de tamaño grande. El resultado ha sido un cambio importante en la estructura de la masa que, actualmente, a pesar de no ajustarse totalmente a la distribución de referencia, sí que presenta la tendencia buscada.

- En el caso del rodal de pino laricio, a pesar de que el modelo de referencia potencia la presencia de pies de tamaños pequeño y mediano, las cortas se centraron sobre los pies de tamaño mediano que eran, con diferencia, los excedentarios. La gran desestructuración y falta de capitalización de la masa hizo prácticamente innecesario cortar pies pequeños y grandes. Esta actuación ha acercado la estructura de la masa a la propuesta manteniendo la presencia de pies pequeños, disminuyendo la de pies medianos y potenciando la futura incorporación de pies medianos al grupo de grandes, ya que este grupo continúa siendo deficitario. Así mismo, se espera que la aplicación de medidas de conservación adicionales (mantener árboles con singularidades y generar más madera muerta en pie, en el suelo y como tocones altos) mejore la capacidad de la masa para albergar más biodiversidad (figuras 8 y 9).



Figura 9: Bosquete del grupo de tamaño pequeño en el rodal R1\_pino silvestre



Figura 10: Bosquete del grupo de tamaño mediano en el rodal R2\_pino laricio



Figura 11: Árbol de gran tamaño y con bifurcación conservado en el rodal R1\_pino silvestre



Figura 12: Madera muerta generada en el rodal R2\_pino laricio

Desde el punto de vista del rendimiento económico, ambas actuaciones han sido deficitarias debido a los bajos aprovechamientos de madera comercial generados (10t/ha en pino silvestre y 23 t/ha en pino laricio). En ambos rodales se espera que la próxima actuación permita acabar de ajustar las

masas a sus respectivos modelos de referencia, permitiendo llevar una gestión de los rodales autofinanciable y que maximice su capacidad de producción de madera, la fijación de carbono y la biodiversidad potencial.

## 5. Conclusiones

Establecer un objetivo preferente es clave a la hora de definir qué gestión aplicar en un rodal, pero no tiene por qué significar la exclusión total de otros objetivos secundarios. En el caso de los modelos ORGEST Ps05 y Psn05, para pino silvestre y pino laricio respectivamente, el objetivo preferente para el que fueron elaborados es la producción de madera. Sin embargo, estos modelos son los que, de entre todos los que optimizan la función productora, ofrecen una mejor combinación para los objetivos de conservación de la biodiversidad y de secuestro de carbono (al generar estructuras irregulares), y de prevención de incendios (al organizar la masa irregular en un mosaico de bosquetes con estructuras de baja vulnerabilidad al fuego de copas).

La integración de diferentes objetivos de gestión puede darse en la propia elección del modelo o directamente en la ejecución de las cortas, aplicando criterios que potencien un determinado objetivo sin suponer una desviación importante. En este caso ha sido aumentar el potencial del rodal a alojar biodiversidad (por ejemplo conservando algunos pies característicos o generando madera muerta de diferentes características).

La aplicación de modelos de gestión con estructuras irregulares por bosquetes pequeños requiere de un conocimiento detallado de la masa que permita definir el porcentaje de AB de cada uno de los grupos de tamaño. Este valor será la base para poder definir el peso de la corta sobre cada grupo y establecer la adaptación de la masa inicial hacia los parámetros de control del modelo.

Este proceso de planificación debe ir acompañado de una ejecución experta de las actuaciones ya que de lo contrario todo el trabajo previo podría verse comprometido. En este punto, se considera de vital importancia el señalamiento completo de la actuación, como nexo de unión entre la planificación y la ejecución. La formación de los trabajadores para llevar a cabo este tipo de señalamientos, en los que al mismo tiempo hay que ir identificando los bosquetes con diferentes grupos de tamaño y marcando el tratamiento descrito para cada uno de ellos, es la clave de un resultado óptimo.

En general, se observa que la aplicación de una gestión siguiendo los modelos de referencia con estructuras irregulares por bosquetes pequeños, requiere de la planificación de un tratamiento intermedio de adaptación. Por tanto, esta primera actuación de aproximación al modelo de referencia requiere aún más esfuerzo de planificación y ejecución precisa con criterios técnicos rigurosos. En términos económicos, estas cortas de adaptación, cuando se aplican a rodales desestructurados y descapitalizados por su historial de gestión, representan un coste que hay que asumir como una inversión necesaria si se quiere avanzar hacia masas mejor estructuradas que expresen cada vez más el potencial propio de una gestión adecuada al temperamento de la especie y la estación.

La aplicación de medidas de conservación adicionales no ha supuesto una alteración significativa en la actuación realizada, especialmente en la fase de ejecución por contar con el marcaje previo. Únicamente es necesario añadir estos criterios a las fases previas de diagnóstico, planificación y señalamiento, como un valor más de la multifuncionalidad de los bosques.

## 6. Agradecimientos

A los fondos LIFE por la financiación recibida a través de los proyectos Life+DemORGEST (LIFE12\_ENV\_ES\_000730) y Life+Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724).

A los propietarios de las fincas donde se han realizado las actuaciones, Fundación Catalunya – La Pedrera y Enrique Torruella Gabriel, por confiar la gestión de parte de sus fincas al Centre de la Propietat Forestal.

## 7. Bibliografía

AUNÓS, Á. 1997. "Gestió actual i alternatives en les masses de pinassa del Solsonès". *Silvicultura*, 16: 8-9.

BELTRÁN, M.; VERICAT, P.; PIQUÉ, M.; CERVERA, T. 2012. Models de gestió per als boscos de pinassa (*Pinus nigra* Arn.): producció de fusta 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.

CAMPRODON, J. 2013. Ecologia i conservació dels ocells forestals. Un manual de gestió de la biodiversitat en boscos catalans. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya - Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Generalitat de Catalunya, Solsona. 225 p.

CREAF, 2009. Mapa de cobertes del sòl de Catalunya V4. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Medi Natural, Departament d'Interior i Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. Disponible a: <http://www.creaf.uab.es/MSCA/>

GONZÁLEZ J. M.; PIQUÉ, M.; VERICAT, P. 2011. Manual de ordenación por rodales: gestión multifuncional de los espacios forestales. 2ª ed. Organismo autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 207 p.

LIFE+PINASSA. 2016. Programa de actuación para las áreas de trabajo de la acción de conservación C4. Documento interno.

PIQUÉ, M.; BELTRÁN, M.; VERICAT, P.; CERVERA, T.; FARRIOL, R.; BAIGES, T. 2011. Models de gestió per als boscos de pi roig (*Pinus sylvestris* L.): producció de fusta 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.

PIQUÉ, M.; VERICAT, P.; CERVERA, T.; BAIGES, T.; FARRIOL, R. 2011. 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.

PORRAS, P.; CERVERA, T.; RABASCALL, X. 2016. Efectes de la gestió forestal sobre la capacitat d'embornal de carboni dels boscos catalans. Metodologia de càlcul aplicada als models ORGEST. En: *Silvicultura* 73, 15-19