



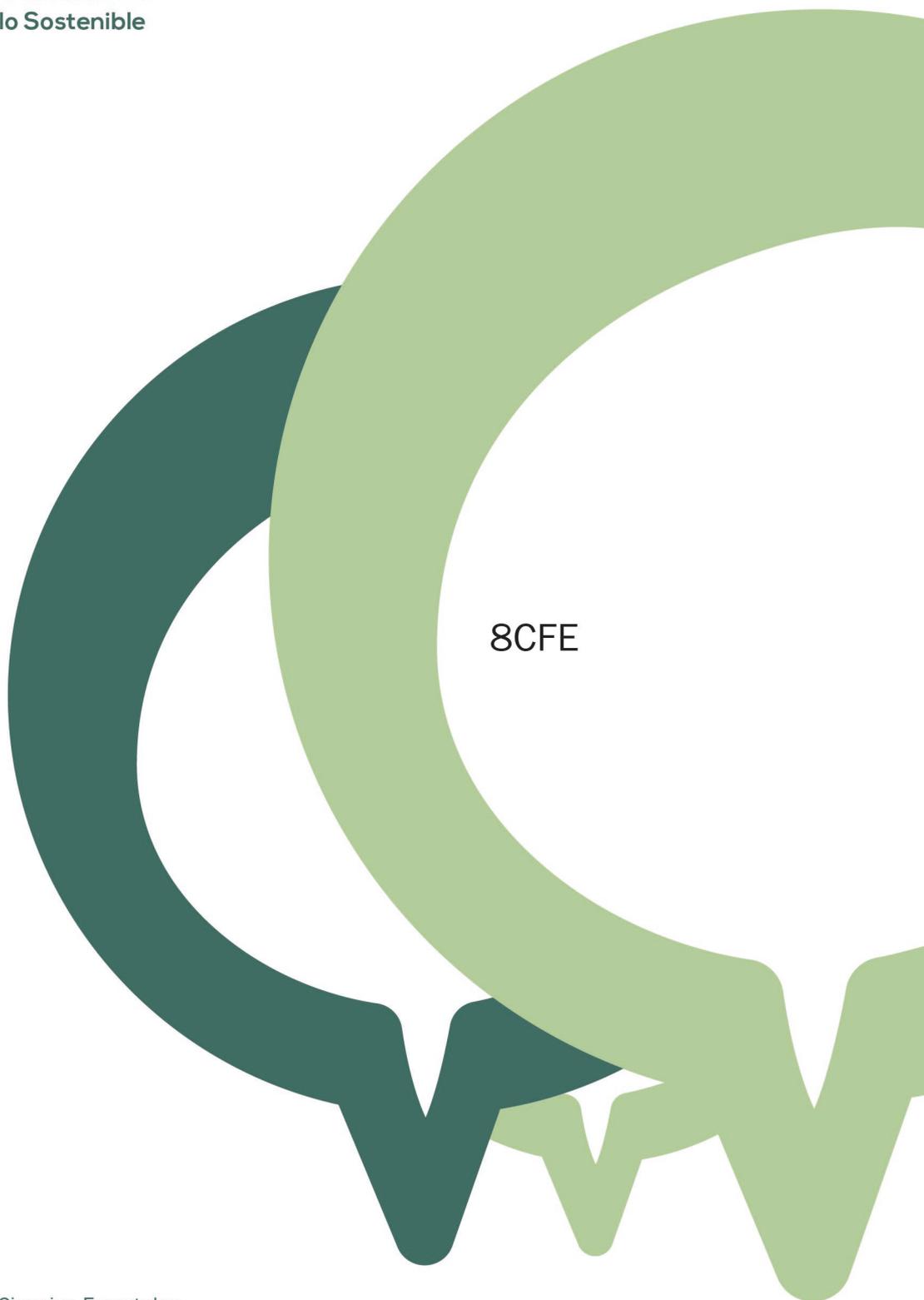
2022  
Lleida

27·1  
junio · juny  
julio · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



## El aclareo sucesivo irregular como opción para la diversificación de pinares monoespecíficos en el Suroeste de Europa

BRAVO-OVIEDO, A.<sup>1</sup>, CONCEPCIÓN, E.D.<sup>1</sup>, ORDÓÑEZ, C.<sup>2</sup>, BRAVO, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biogeografía y Cambio Global. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid.

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible iuFOR Universidad de Valladolid-INIA Avda. Madrid s/n 34004 Palencia.

### Resumen

La necesidad de mantener y aumentar los bosques ricos en especies y estructuras ha aumentado en las últimas décadas. Este tipo de bosques tiene efectos positivos sobre la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del calentamiento global. Sin embargo, el actual paisaje forestal presenta una gran superficie de masas monoespecíficas y regulares. Presentamos los sitios de demostración del proyecto COMFOR-SUDOE cuyo objetivo es promover los bosques complejos como alternativa resiliente y adaptativa al proceso de cambio global. Entendemos como “bosque complejo” aquellas estructuras irregulares o disetáneas y/o mixtas gestionadas de acuerdo con objetivos de multifuncionalidad (producción, protección y uso social) manteniendo su persistencia y estabilidad. Este trabajo muestra los ensayos de transformación de pinares monoespecíficos en bosques complejos mediante la aplicación de aclareo sucesivo irregular (ASI), poco aplicado en España, en el que el aprovechamiento se hace de forma irregular en el espacio y actuando sobre pequeños grupos de árboles con periodo de regeneración mayor de un 20% de la duración del turno. Discutimos las características técnicas del ASI y la forma de implementación en dos sitios experimentales de Ciudad Real (Cabañeros) y Badajoz (La Siberia).

### Palabras clave

Bosques mixtos, transformación, silvicultura y biodiversidad, gestión adaptativa.

### 1. Introducción

La necesidad de mantener y aumentar los bosques ricos en especies y estructuras ha aumentado en las últimas décadas. Este tipo de bosques tiene efectos positivos sobre la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del calentamiento global-.

Con el cambio de siglo y hasta la actualidad la idea de aumentar la superficie de bosques disetáneos (con más de dos clases artificiales de edad), los mixtos y la implementación de una gestión más “próxima a la naturaleza” ha ido cobrando fuerza (Kohm and Franklin 1997; O'Hara 1998, 2001; Kerr 1999; Mason and Kerr 2004; Brang et al. 2014; Bravo-Oviedo 2018; Mason et al. 2018). Si bien, estos principios han sido recurrentes en la historia de la silvicultura, casi desde sus orígenes (Gayer 1898), es en el contexto de Cambio Global en el que nos encontramos cuando puede darse un empujón definitivo a su implementación a gran escala.

En el caso de España existe una gran superficie de masas monoespecíficas y coetáneas procedentes de repoblación con distintas edades. Se estima que entre 1940 y 1995 se plantaron 3.5 millones de hectáreas en primera repoblación, siendo la especie más *Pinus pinaster* Ait, con fines tanto como de protección como de producción de madera y resina (Montero, 2004).

Algunas de estas repoblaciones fueron diseñadas con el fin de ponerse en resinación a su debido momento, pero la crisis del mercado de la resina y el cambio en objetivos de gestión en algunas

zonas derivó en cierto abandono, salvo tratamientos preventivos de incendios o alguna clara baja. En la actualidad muchas de estas masas se consideran como poco resilientes y vulnerables a grandes incendios forestales.

En la comarca extremeña de La Siberia (noreste de Badajoz) se observa que la presencia de sotobosque de frondosas (quejigo y rebollo) fomenta la aparición natural, o ayudada por la gestión, de bosque mixto (Gamero y Burgos, 2004). En otros casos, como en el pinar de Las Llanas dentro del parque nacional de Cabañeros (Ciudad Real) se optó por la eliminación del pinar mediante corta a hecho “a fin de fomentar el establecimiento de comunidades pioneras que pudieran actuar de facilitadoras” (Jimenez y López-Izquierdo, 2005). Sin embargo, esta actuación no resultó en los objetivos previstos dándose cierta matorralización y regenerado del pinar.

Para este tipo de formación forestal: masas procedentes de repoblación de pino negral sobre monte bajo degradado de rebollo y quejigo, tan habituales en los montes de Toledo y sus estribaciones, y cuyo objetivo inicial se ha abandonado se hace necesario definir tratamientos transitorios que derive primero en una masa con subpiso y después en un monte alto de quercíneas con el objetivo de obtener montes más diversos y resilientes.

El proyecto COMFOR-SUDOE, busca promover los bosques complejos como alternativa resiliente, es decir, con mayor capacidad de recuperación y resistencia a eventos desfavorables, y adaptativa al proceso de cambio global. Entendemos como “bosque complejo” aquellas estructuras irregulares o disetáneas, sensu O’Hara (2014), y/o de composición pluriespecífica gestionadas de acuerdo con objetivos de multifuncionalidad (producción, protección y uso social) manteniendo su persistencia y estabilidad.

En este trabajo se presenta un método de gestión y de transformación de masas regulares mono-específicas a mixtas irregulares denominado Aclareo Sucesivo Irregular (ASI) poco conocido y aplicado en España y cuyo ensayo se está implementando en el parque nacional de Cabañeros y en la Siberia Extremeña. El objetivo es describir el método y el diseño experimental propuesto para comprobar la validez del mismo en condiciones mediterráneas.

## 2. El Aclareo sucesivo irregular

El aclareo sucesivo irregular (ASI, en inglés *Irregular shelterwood system*) tiene como objetivo la obtención de una masa mixta con regenerado natural. Gayer describió el método en 1880 (Gayer 1898) y lo denominó Femelschlag, a partir de la localidad donde se implantó por primera vez, y que derivó dos sistemas, el suizo y el de Baden (Troup 1928). Aunque comparte cierta similitud con el aclareo sucesivo uniforme (ASU), difiere de este en el que el aprovechamiento se hace de forma irregular en el espacio y actuando sobre pequeños grupos de árboles (Fourchy 1952). El periodo de regeneración es largo y no se define (Matthews 1991), aunque será mayor de un 20% de la duración del turno y siempre menor que este. El método se puede realizar con o sin pies de reserva, entendiendo estos como necesarios para aumentar la complejidad estructural y no para diseminar durante más tiempo.

Algunas de las variantes del método (ver siguiente sección), comparten ciertas similitudes con la entresaca por bosquetes pero no requiere una distribución ideal de diámetros según el monte entresacado ideal (MEI). De hecho, algunos autores sostienen que seguir una distribución diamétrica según una exponencial negativa es tan antrópica como una plantación misma (O’Hara, 2001) por lo que cualquier proceso de naturalización debería prescindir de seguir ninguna distribución diamétrica a priori (Nocentini 2006; Nocentini et al. 2017).

Estas características le han definido como un compromiso entre el aclareo sucesivo y la entresaca. En realidad, el método podría ser una mezcla entre el ASU por bosquetes con o sin reservas, y la entresaca por bosquetes. La diferencia estriba en que mientras que en la entresaca por bosquetes cada bosquete es independiente y depende de la estructura final; en el ASI, el bosquete inicial indica el lugar donde se ha de actuar en la siguiente intervención, mediante la expansión del mismo, al igual que en el ASU por bosquetes. Sin embargo, no se aplican cortas propias del ASU en el bosquete inicial o en su expansión, sino que se harán cortas a hecho con o sin reserva y plantación de especies deseadas a falta de árboles semilleros. La clave del éxito del método reside en el tamaño del bosquete de corta inicial y cómo se expande.

### 3. Variantes del aclareo sucesivo uniforme

Existen al menos tres variantes del método con las siguientes características. Siguiendo a Raymond et al. (2009), tenemos:

#### A. Aclareo irregular por expansión de bosquetes de corta (Aclareo irregular por grupos)

- a. Periodo de regeneración > 20% del turno
- b. Patrón de cortas: Bosquetes que se van agrandando
- c. Corta final: Opcional
- d. Clases artificiales de edad: Yuxtapuestas, se van añadiendo clases de edad a la existente
- e. Estructura vertical: Un estrato, sin embargo, si realiza plantaciones de enriquecimiento bajo cubierta podrían conseguirse varios estratos, regular a pequeña escala
- f. Estructura horizontal: Irregular, mosaico de clases diamétricas

#### B. Aclareo sucesivo irregular con cubierta continua

- a. Periodo de regeneración > 20% del turno
- b. Patrón de cortas: árbol individual, libre y por bosquetes de corta
- c. Corta final: No
- d. Clases artificiales de edad: Estratificadas, nueva clase edad en la misma área donde estaba la anterior
- e. Estructura vertical: Irregular, múltiples estratos
- f. Estructura horizontal: Irregular, mezcla de clases diamétricas

#### C. Aclareo sucesivo irregular extendido

- a. Periodo de regeneración > 20% del turno
- b. Patrón de cortas: Árbol individual, bosquetes de corta o por fajas
- c. Corta final: Opcional
- d. Clases artificiales de edad: Dos cohortes durante > 20% del turno, solo se añade una nueva clase de edad
- e. Estructura vertical: Regular o irregular, uno o dos estratos
- f. Estructura horizontal: Variable, según patrón de cortas

Aunque el método es un tratamiento de regeneración en masas mixtas también se ha utilizado para transformar masas monoespecíficas en masas mixtas. En este sentido se aplicará regeneración artificial en cada bosquete por lo que formalmente se puede decir que la transformación dará lugar a una masa cuyo tratamiento de regeneración en el segundo turno (ya transformado) será el aclareo sucesivo irregular.

El reto en situaciones de clima Mediterráneo consiste en probar el tamaño de bosque de corta más adecuado que es función de la altura de masa existente (Malcolm et al. 2001). En general para el ASI se recomienda entre 0.05 y 0.2 ha que equivale a una razón entre el diámetro del bosque y la altura de la masa de entre 1 y 2 y que es aplicable a cortas en las variantes A y B del ASI. Para especies muy tolerantes a la sombra se debe bajar dicha razón a 0.5, siendo el tamaño del bosque inferior a 0.05 ha aplicándose entonces cortas de tipo huroneo o variantes B y C del ASI.

En condiciones mediterráneas es difícil encontrar especies muy tolerantes a la sombra, tipo tsuga, por lo que parece recomendable aplicar razones mayores de 1. Sin embargo, De Frutos (2020) encontró regenerado con más de 4000 plantas/ha en masas de pino negral sometidas a entresaca con razones diámetro de bosque - altura dominante de 1.5 y de 2.5, por lo que si se quiere controlar la regeneración de especies heliófilas y favorecer el crecimiento de la plantación de especies más tolerantes con el fin de sustituir aquellas convendría bajar dicha razón.

#### 4. Recomendaciones para implementar el aclareo sucesivo uniforme

A continuación, se describen los pasos básicos para el diseño de un tratamiento de aclareo sucesivo irregular

1. Inventario del rodal y caracterización (previo). Es necesario una estimación de la altura dominante de la masa.
2. Definición del turno y periodo de regeneración, se tomará como recomendación entre un 20% y un 60% del turno
3. Selección del tamaño del bosque y localización. El tamaño del bosque dependerá de la altura de masa y objetivo que se pretenda (sustitución especie principal o diversificación incluyendo pies de la especie principal existente).
4. Inventario del bosque de corta antes de la intervención.
5. Corta a hecho del bosque con reserva de pies para aumentar la diversidad estructural (se puede aclarar en matriz entre bosques). Eliminación de restos.
6. Plantación en el bosque de frondosas adaptadas a las condiciones del medio.

#### 5. Número, tamaño y disposición de los bosques:

La frecuencia de bosques por hectárea y el periodo entre cortas vendrá determinado por la tasa de mortalidad natural en la zona de estudio. A falta de valores para la zona se tomarán los encontrados en la literatura con valores mínimos anuales (en número de pies/ha) de 0.15% y 0.5% para pino negral y silvestre, respectivamente (Bravo-Oviedo et al. 2006) y un máximo de 1.6% anual (Montero et al. 1999; Río and Montero 2001). Parece razonable tomar un valor de 1% anual de mortalidad, tal y como se hace en otros experimentos ASI en el mundo (Carter et al. 2017). Asumiendo un turno de transformación de 100 años las cortas deberán representar aproximadamente un 20% en cabida cada 10 años con cinco intervenciones cada 10 años (cortas durante 50 años + 50 años de no intervención) en bosques medios y grandes y un 10% en bosques pequeños con diez intervenciones cada 10 años. Estos valores podrán modificarse a la vista del inventario previo y los valores de altura dominante de la masa.

a. Si el objetivo es diversificar la estructura manteniendo la especie principal existente se recomienda mantener pies de reserva en los bosques grandes y en la matriz (zona entre bosques). Los pies reservados deberán estar bien conformados, ser resistentes al viento ( $h/d < 80$ ; Mason, 2002) y tener la suficiente copa para producir una respuesta positiva del crecimiento tras la corta. En este caso los bosques medios y grandes serían más apropiados ya que es esperable mayor regeneración del pinar que en el pequeño.

b. Si el objetivo es sustituir la especie principal no sería necesario mantener pies de reserva, salvo si son de especies que sea desea mantener o se entienda la reserva como aquellos ejemplares

necesarios para incrementar la diversidad estructural (no semilleros). Para evitar la regeneración del pinar sería más apropiado tener bosquetes pequeños y medios.

En cuanto a la disposición de los pies de reserva podrá ser dispersa o en agregados en función de resistencia mecánica o protección al regenerado avanzado

**6. Implementación del método en el proyecto COMFOR-SUDOE**

COMFOR-SUDOE, Gestión Integrada e Inteligente de bosques mixtos y plantaciones en el Suroeste de Europa es una acción internacional financiada por INTERREG-SUDOE que busca potenciar los bosques complejos (mixtos e irregulares) así como la plantación de especies variadas como una estrategia de adaptación en respuesta al cambio climático y a la disminución de la biodiversidad. El proyecto cuenta con 9 socios de España, Francia y Portugal y diversos sitios experimentales en los que se ensayan métodos de transformación y plantaciones mixtas.

El proyecto plantea dos sitios de ensayo de transformación a bosque mixto mediterráneo de masas procedentes de repoblación de pino negral sobre monte bajo degradado. Uno de los ensayos se sitúa en el Parque nacional de Cabañeros, pinar de Las Llanas en el rodal 7. Se dispone de 3 bosquetes con 1 especie, 3 bosquetes con 2 especies y 1 bosquete con tres especies = 7 bosquetes x 2 tamaños de bosquete x 3 repeticiones = 42 bosquetes con plantación + 1 bosquetes sin plantación x 3 repeticiones x 2 tamaños = 6 bosquetes sin plantación. Total 48 bosquetes de corta con dos tamaños, pequeño equivalente a 0.5 veces a altura dominante (8 metros de diámetro) y medio de tamaño igual a 1 vez la altura dominante (16 metros de diámetro). Al tratarse de un ensayo experimental la disposición es regular dentro del área de estudio (figura 2). Como el objetivo es bloquear la regeneración del pinar y crear las condiciones necesarias para el establecimiento de quercíneas el tamaño es sensiblemente inferior al habitualmente utilizado para la regeneración de la especie especie. El otro ensayo se establecerá en el Monte Valdemoros de Fuenlabrada de los Montes, monte de UP 40 de la provincia de Badajoz, donde se ha seleccionado un rodal con *Pinus pinaster* y donde solo se ensayarán tres niveles de corta (no se plantea la realización de plantaciones). El ensayo se situará en el cantón 70, donde *P. pinaster* ocupa 24,67 ha con una densidad de 200 árboles/ha y un diámetro medio cuadrático de 38,77 cm (23,67 m<sup>2</sup>/ha de área basimétrica).

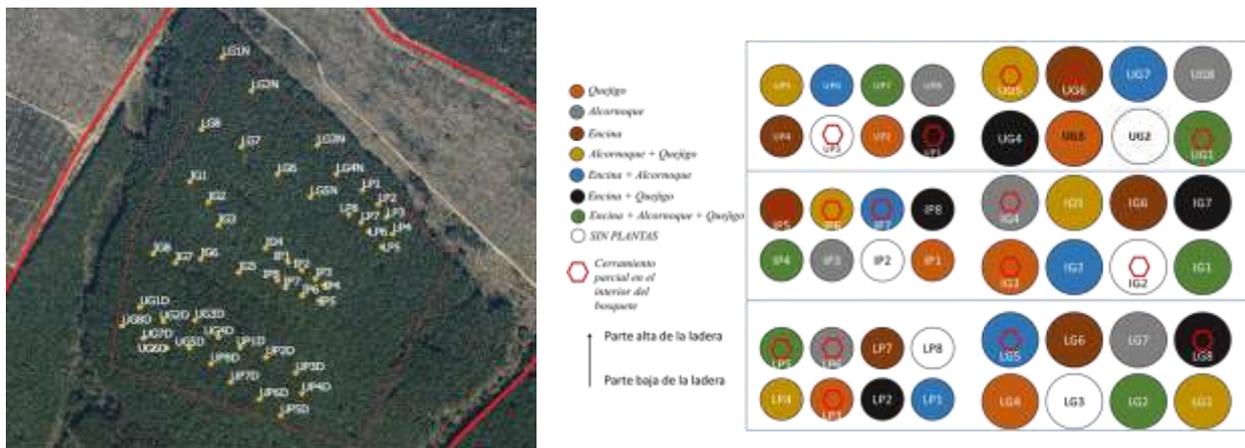


Figura 1. Disposición esquemática de los bosquetes de corta ensayados y plantación en el pinar de Las Llanas (Ciudad Real).

Los indicadores de éxito del método serán la el crecimiento y supervivencia de plántulas, así como la densidad de regeneración natural de especies de interés en bosquetes sin corta y dentro de los bosquetes. Los factores que controlamos son tamaño del hueco, especie, posición dentro del bosque (mayor o menor insolación, humedad, etc...). Hasta la fecha se han realizado las cortas de los bosquetes en Cabañeros y se ha medido la regeneración en el periodo vegetativo posterior a las cortas, si bien es pronto para sacar conclusiones sobre el éxito del mismo.

## 7. Conclusiones

Se presenta el aclareo sucesivo irregular para la transformación de masas procedentes de repoblación de pino negral sobre monte bajo degradado en los Montes de Toledo. El método es un compromiso entre el aclareo sucesivo regular por bosquetes y la entresaca por bosquetes. Si el objetivo es sustituir el pinar se propone la apertura de bosquetes pequeños con plantación de quercíneas.

## 8. Agradecimientos

El proyecto COMFOR-SUDOE SOE4/P1/E1012 está financiado por el programa INTERREG SUDOE-V. Los autores agradecen las facilidades de los servicios forestales de Extremadura, de Guadalajara y del Parque Nacional de Cabañeros para la instalación del experimento.

## 9. Bibliografía

BRANG P, SPATHELF P, LARSEN JB, et al (2014) Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87:492–503

BRAVO-OVIEDO A (2018) The role of mixed forests in a changing social-ecological world. In: BRAVO-OVIEDO A, PRETZSCH H, DEL RIO M (eds) *Dynamics, Silviculture and Management of mixed forests*. Springer-Verlag GmbH Germany, Berlin,

BRAVO-OVIEDO A, STERBA H, DEL RIO M, BRAVO F (2006) Competition-induced mortality for Mediterranean *Pinus pinaster* Ait. and *P. sylvestris* L. *For Ecol Manage* 222:88–98. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.016>

CARTER DR, SEYMOUR RS, FRAVER S, WEISKITTEL A (2017) Reserve tree mortality in two expanding-gap silvicultural systems 20years after establishment in the Acadian forest of Maine, USA. *For Ecol Manage* 389:149–157. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.12.031>

DE FRUTOS S, FERNÁNDEZ-RAMÍREZ S, BARRERO D, ET AL (2020) Buscando la diversificación estructural y específica en repoblaciones de *Pinus pinaster* Ait : Entresaca por bosquetes pequeños y corta a hecho en dos tiempos. *Cuad Soc Esp Cie For* 45:59–76

FOURCHY P (1952) En Suisse. Quelques aspects de la sylviculture contemporaine. *Rev For Fran* 4:315–341

GAMERO GUERRERO, F., BURGOS BARRANTES, M. 2004. Las actuaciones del Servicio Forestal en la Siberia, “comarca forestal”. *Foresta*, 27: 138-143

GAYER K (1898) *Der Waldbau*, 4 Ed. Verlag Kessel - Paul Parey

JIMÉNEZ GARCÍA-HERRERA, J., LÓPEZ-IZQUIERDO, P. 2005 Restauración de la vegetación en los pinares del Parque Nacional de Cabañeros. Documento online disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/nuestros-parques/cabaneros/>

MONTERO, G. (2018) Breve resumen del proceso repoblador en España. Post online disponible en <https://distritoforestal.es/historia-forestal/breve-resumen-del-proceso-repoblador-en-espana>

KERR G (1999) The use of silvicultural systems to enhance the biological diversity of plantation forests in Britain. *Forestry* 72:191–205. <https://doi.org/10.1093/forestry/72.3.191>

KOHN KA, FRANKLIN JF (Eds. (1997) *Creating a Forestry for the 21st Century. The Science of Ecosystem Management*. Island Press, Washington, DC

MALCOLM DC, MASON WL, CLARKE GC (2001) The transformation of conifer forests in Britain - Regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management* 151:7-23

MASON, WL (2002). Are irregular stands more windfirm? *Forestry* 75, 347–355.

MASON WL, KERR G (2004) Transforming even-aged conifer stands to continuous cover management. *Inf. Note* 40:8

MASON WL, LÖF M, PACH M, SPATHELF P (2018) The Development of Silvicultural Guidelines for Creating Mixed Forests. In: Bravo-Oviedo A, Pretzsch H, del Río M (eds) *Dynamics, Silviculture and Management of mixed forests*. Springer Berlin / Heidelberg, pp xx–xx

MATTHEWS JD (1991) *Silvicultural Systems*. Oxford University Press, New York

MONTERO G, ORTEGA C, CAÑELLAS I, BACHILLER A (1999) Productividad aérea y dinámica de nutrientes en una población de *Pinus pinaster* Ait. sometida a distintos regímenes de claras. *Inv Agr Sist y Rec Fores Fuera de S*:175–206

NOCENTINI S (2006) La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: è necessario un modello di riferimento? *For - Riv di Selvic ed Ecol For* 3:376–379. <https://doi.org/10.3832/efor0394-0030376>

NOCENTINI S, BUTTOUD G, CIANCIO O, CORONA P (2017) Managing forests in a changing world: the need for a systemic approach. A review. *For Syst* 26:1–15

O'HARA K (2014) *Multiaged silviculture. Managing for complex forest stand structures*. Oxford University Press

O'HARA KL (1998) Silviculture for Structured diversity. A New Look at Multiaged Systems. *J For* 4–10

O'HARA KL (2001) The silviculture of transformation - A commentary. *For. Eco. Manage.* 151: 81-86

PULIDO, F., SANZ, R., PÉREZ, J. J., ABEL, D., EZQUERRA, J., GIL, A., GONZÁLEZ, G., HERNÁNDEZ, A., MORENO, G. Y VÁZQUEZ, F. M. 2007. Los bosques de Extremadura. Evolución, ecología y conservación. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Extremadura. Mérida

RAYMOND P, BÉDARD S, ROY V, ET AL (2009) The irregular shelterwood system: Review, classification, and potential application to forests affected by partial disturbances. *J For* 107:405–413. <https://doi.org/10.1093/jof/107.8.405>

RÍO M, MONTERO G (2001) Modelo de simulación de claras en masas de *Pinus sylvestris* L. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid

TROUP RS (1928) *Silvicultural Systems*. Oxford at the Clarendon Press, Oxford, UK.