



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-224

---

---

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Ensayo de clareos y evaluación de alternativas de aprovechamiento en masas mixtas de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y roble melojo (*Quercus pyrenaica*) en el bosque modelo Urbión

OLIVAR, J.<sup>1</sup>, BRAVO, F.<sup>2</sup>, BRAVO-OVIEDO, A.<sup>2</sup>, ORDOÑEZ, C.<sup>2</sup>, DEL RÍO, M.<sup>2</sup>, RUIZ-PEINADO, R.<sup>2</sup>, SABÍN, P.<sup>1</sup> y MATA, C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agresta S. Coop. C/ Duque de Fernán Núñez, 2, 1º 28012. Madrid.

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible Universidad de Valladolid-INIA. Avda. de Madrid 44, 34004, Palencia.

<sup>3</sup> Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos. Junta de Castilla y León. C/ Juan de Padilla, s/n. 09006, Burgos.

### Resumen

Dado el elevado coste de las actuaciones selvícolas tradicionales en las primeras fases de desarrollo de las masas forestales, surge la necesidad de evaluar alternativas que reduzcan esos costes. Los objetivos del ensayo son: (i) fomentar la movilización de madera transformando las claras intermedias en comerciales, y (ii) evaluar diferentes alternativas de aprovechamiento. La zona de estudio se situó en masas mixtas de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y roble melojo (*Quercus pyrenaica*) en Quintanar de la Sierra (Burgos), donde se instalaron 3 bloques de 3 parcelas (40x20 m) a las que se aplicaron distintos pesos de clareo: testigo (sin clareo), clareo no selectivo (extracción del 75 %N) y clareo intenso (extracción del 85 %N) partiendo de una densidad inicial de 50.000 pies/ha proveniente de siembra. Se ha cuantificado la biomasa extraída en cada tratamiento para comparar la viabilidad económica de distintas alternativas de aprovechamiento. Como resultado del ensayo, se espera un cambio en la percepción de los clareos en masas mixtas jóvenes como una actividad económicamente viable, así como aumentar el conocimiento sobre el efecto de diferentes intensidades de clareo en la dinámica de estas masas mixtas.

### Palabras clave

Biomasa, aprovechamiento, clareo selectivo, clareo no selectivo.

### 1. Introducción

El bosque de Urbión es la masa boscosa continua más extensa de la península Ibérica, abarcando más de 100.000 ha de superficie continua, a caballo entre las provincias de Soria, Burgos y La Rioja. Aunque el pino silvestre o albar (*Pinus sylvestris*) sea el árbol más frecuente y emblemático de la Comarca, protagonista de excepción de una larga tradición de usos, también se pueden observar pinos resineros o negrales (*Pinus pinaster*), pinos laricios o pudios (*Pinus nigra*), hayas (*Fagus sylvatica*), sabinas (*Juniperus thurifera*), robles rebollos (*Quercus pyrenaica*) o quejigos (*Quercus faginea*). Se trata de una zona en la que convergen distintos espacios naturales protegidos (Parque Natural del Cañón del Río Lobos, Reservas de Sierra de Urbión y Sierra de la Demanda, Reserva Natural del Sabinar de Calatañazor) y figuras de protección (Espacios Naturales de Sabinar de La Yecla y La Fuentona, ZEPA Sierra de la Demanda y Sierra de Urbión y LIC Sierra de la Demanda, Sierra de Urbión y Cebolleras, Riberas del Río Duero y afluentes) donde habitan gran número de especies representativas de los ecosistemas presentes. En 2007 se creó la Asociación Monte Modelo Urbión, adscrita a la Red Internacional de Bosques Modelo y constituida por la mayoría de las agentes sociales que intervienen en el territorio de actuación.

La comarca de Urbión tiene una fuerte tradición forestal y alberga un gran número de industrias relacionadas con la madera, tanto de aprovechamientos como aserraderos, por lo que siempre se ha caracterizado por una alta movilización de la madera. La demanda actual se centra en los tableros, madera para pallets y biomasa (incluyendo leñas). Tradicionalmente se ha favorecido al

pino en las masas regeneradas mixtas, incluso eliminando todo el roble. Sin embargo en la última década se están manteniendo las masas mezclas de especies. Por lo tanto, es necesario establecer una selvicultura para estas masas mixtas, incluido las primeras cortas intermedias o clareos

Es necesario identificar las prácticas selvícolas que garanticen un manejo sostenible de las masas mixtas jóvenes para los diferentes objetivos dentro de su turno. En el caso de masas mixtas jóvenes, las condiciones son frecuentemente muy variables (composición específica, patrones espaciales, etc), por lo que es más complicado definir una selvicultura general, siendo necesario adaptar las prácticas selvícolas a las condiciones locales específicas de cada masa. No obstante, son escasos los estudios sobre la reacción de la masa a los clareos y claras en este tipo de masas, por lo que es necesario abordar experiencias de investigación y seguimiento.

De manera tradicional, la gestión de las masas jóvenes en la comarca de Urbión consiste en un primer clareo temprano no selectivo a los 10 años de edad aproximadamente en el que se extrae un 75 % de la densidad inicial mediante la formación de calles y un clareo no selectivo de la masa entre calles para posteriormente realizar un segundo clareo cuando la altura dominante de la masa se encuentra alrededor de los 10m que no suele llegar a ser comercial. Generalmente la biomasa extraída de esos clareos tempranos no es aprovechada para trituración o destino energético ya que su balance económico es negativo (el coste de extracción supera el valor del producto) y se deja en el monte. Con el fin de disminuir los costes de extracción, se evaluarán diferentes alternativas de aprovechamiento: manual mediante motosierra (dejando los restos o triturándolos) y una alternativa (extraer los restos mediante autocargador) distinguiendo los costes de mano de obra y los costes de maquinaria.

Los bosques mixtos son una fuente importante de recursos para el ecosistema. La “hipótesis del seguro” sugiere que su respuesta a las perturbaciones será menos intensa y su recuperación será más rápida que en el caso de bosques monoespecíficos (LOREAU & HECTOR 2001; JACTEL et al., 2009). La mezcla de especies es más productiva si las especies tienen estratos, fenología, estructura de copas y raíces diferentes (KELTY, 1992; MORIN et al., 2011; VILÀ et al., 2013), proporcionan mayores bienes y servicios y mayor diversidad estructural (KNOKE et al., 2008). Esta complejidad en la estructura del bosque favorece la auto-regulación y proporciona una mayor adaptabilidad para sobrellevar la incertidumbre debida al cambio climático (WAGNER et al., 2014). Sin embargo, no hay suficiente información sobre el impacto de las actividades forestales en este tipo de bosques. Mientras que en masas monoespecíficas existe una gran cantidad de conocimiento gracias a numerosas parcelas experimentales (e.g. RIO et al., 2006; OLIVAR et al., 2014), el efecto de los tratamientos selvícolas en el crecimiento de los árboles no está suficientemente estudiado en masas mixtas, especialmente en zonas como el área mediterránea.

## 2. Objetivos

El objetivo del presente estudio es evaluar diferentes alternativas de aprovechamiento para así disponer información que permita, en su caso, fomentar la movilización de la madera transformando las claras intermedias en comerciales.

## 3. Metodología

La zona de estudio se sitúa en una masa mixta de pino silvestre y rebollo perteneciente al término municipal de Quintanar de la Sierra (Burgos). La masa tiene una densidad inicial de 50.000 pies/ha y una altura dominante de 6 m aproximadamente. Debe tenerse en cuenta que, debido a las irregularidades del terreno y a efectos de micro-sitio, las densidades iniciales pueden variar por zonas. Para mitigar este efecto se establecieron 3 bloques de 3 parcelas de 20x40 m que recogen la variabilidad espacial en la zona, con diferentes densidades y alturas dominantes.

En cada uno de los bloques se aplicaron distintas intensidades de clareo:

- Testigo: No se realiza clareo.
- Clareo no selectivo: Es el método empleado tradicionalmente en la zona. El objetivo es alcanzar una densidad tras el clareo aproximada de 13.000 pies/ha. Generalmente se favorece al pino frente al roble, aunque en este caso se ha tratado de mantener la mezcla de especies.
- Clareo selectivo: Esta alternativa tiene el objetivo de alcanzar una densidad tras el clareo de 6.000 pies/ha manteniendo la mezcla de especies para producir un tipo de masa más abierta que permita que una segunda actuación ( $H_0 = 9-10$  m) pase a ser rentable económicamente.



Figura1. Vista aérea de la zona de estudio

Dentro de cada parcela se instalaron 2 sub-parcelas circulares ( $R = 5$  m) (Figura 2).

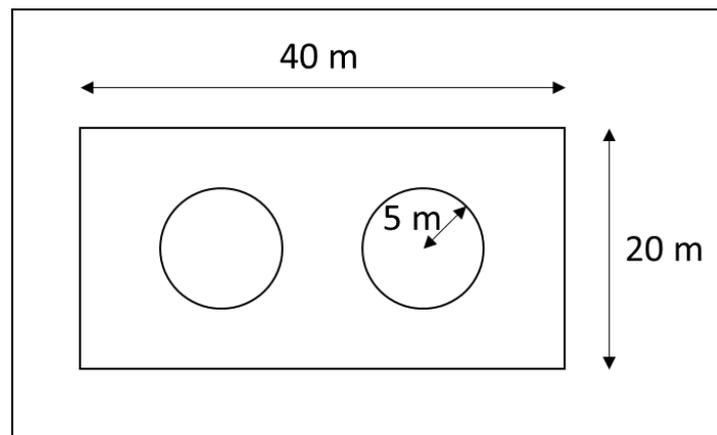


Figura 2. Diseño de las parcelas de muestreo

En cada una de las sub-parcelas se midieron las siguientes variables:

- Pies menores de 1,3 m de altura: conteo
- Pies mayores de 1,3 m de altura y diámetro normal menor de 2,5 cm: conteo
- Pies mayores de 1,3 m de altura y diámetro normal mayor de 2,5 cm y menor de 5cm: conteo
- Pies mayores de 1,3 m de altura y diámetro normal mayor de 5 cm: conteo, medición de diámetros y alturas

Para el cálculo de la biomasa extraída en cada tipo de tratamiento se calculó el peso del fuste y de las ramas de 15 pies por especie pertenecientes al área de estudio y se calculó su volumen midiendo los diámetros en la base y a 1,3 m y su altura. También se calculó el contenido de humedad medio de cada especie analizando 6 muestras de pino, roble y mezcla de las dos especies extraídas de las parcelas conteniendo hojas, ramas y fuste.

Se evaluarán los costes de extracción (coste de maquinaria y coste de mano de obra) para cada una de las diferentes alternativas de aprovechamiento: dos opciones tradicionales (dejar los restos o triturarlos) y una alternativa (extraer los restos mediante autocargador).

#### 4. Resultados y discusión

Con el objetivo de evaluar las distintas alternativas de aprovechamiento propuestas, se calcularon los valores medios ( $\pm$  desviación estándar) del número de pies/ha, área basimétrica ( $m^2/ha$ ) y biomasa (toneladas de materia seca/ha) en el momento inicial y una vez aplicados los diferentes pesos de clareo (testigo, no selectivo y selectivo) (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados obtenidos por intensidades de clareo. Valor medio ( $\pm$  desviación estándar)

Peso clareo	Ho (m)	N inicial (pies/ha)	N final (pies/ha)	% N	G inicial ( $m^2/ha$ )	G final ( $m^2/ha$ )	% G	Biom. Inicial (tms/ha)	Biom. Final (tms/ha)	% Biom.
Testigo	6,1 ( $\pm 1,1$ )	49.911 ( $\pm 3.728$ )	49.911 ( $\pm 3.728$ )	100	33,7 ( $\pm 9,3$ )	33,7 ( $\pm 9,3$ )	100	54,6 ( $\pm 12,4$ )	54,7 ( $\pm 12,4$ )	100
No selectivo	5,9 ( $\pm 0,3$ )	54.669 ( $\pm 16.385$ )	13.390 ( $\pm 892$ )	25 ( $\pm 5$ )	39,1 ( $\pm 11,8$ )	19,7 ( $\pm 1,5$ )	53 ( $\pm 15$ )	65,1 ( $\pm 19,4$ )	25,6 ( $\pm 3,7$ )	40 ( $\pm 3$ )
Selectivo	4,9 ( $\pm 0,5$ )	42.546 ( $\pm 6.120$ )	6.090 ( $\pm 724$ )	15 ( $\pm 3$ )	29,9 ( $\pm 15,3$ )	12,0 ( $\pm 5,8$ )	44 ( $\pm 8$ )	48,5 ( $\pm 17,4$ )	15,4 ( $\pm 6,1$ )	33 ( $\pm 3$ )

En cuanto a los costes de los aprovechamientos, distinguiremos los costes derivados de la creación de calles y los derivados del clareo entre calles. Los costes suponen unas condiciones de pendiente menor del 25% y una distancia al cargadero menor de 150 m. En la Tabla 2 se desglosan los costes derivados de la creación de calles para diferentes alternativas de aprovechamiento: dos opciones tradicionales (dejar los restos o triturarlos) y una alternativa (extraer los restos mediante autocargador) distinguiendo los costes de mano de obra y los costes de maquinaria.

Tabla 2. Costes derivados de la creación de calles. Datos proporcionados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos. Se asume un coste por jornal de 150 €/ha.

Alternativas	Costes mano de obra (€/ha)	Coste maquinaria (€/ha)	Total (€/ha)
Manual dejando biomasa	1.350 (9 jornales)	-	1.350
Manual + Trituradora	300 (2 jornales)	240	540
Manual + Autocargador	1.350 (9 jornales)	600	1.950

En la Tabla 3 se desglosan los costes derivados del clareo entre calles para los dos pesos de clareo propuestos (no selectivo y selectivo) en una primera actuación (Ho = 5-6 m) para diferentes alternativas de aprovechamiento: dos opciones tradicionales (dejar los restos o triturarlos) y una alternativa (extraer los restos mediante autocargador) distinguiendo los costes de mano de obra y de maquinaria.

Tabla 3. Costes derivados de los aprovechamientos entre calles. Datos proporcionados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos. Se asume un coste por jornal de 150 €/ha.

Momento de la actuación	Peso de clareo	Tipo de aprovechamiento	Coste mano de obra (€/ha)	Coste maquinaria (€/ha)	Total (€/ha)
1ª Actuación (Ho = 5-6 m)	No selectivo	Manual dejando biomasa	1.500 (10 jornales)	-	1.500
		Acordonado en calles + Trituradora	2.850 (19 jornales)	240	3.090
		Acordonado en calles + Autocargador	2.850 (19 jornales)	600	3.450
	Selectivo	Manual dejando biomasa	1.800 (12 jornales)	-	1.800
		Acordonado en calles + Trituradora	3.600 (24 jornales)	240	3.840
		Acordonado en calles + Autocargador	3.600 (24 jornales)	650	4.250

A continuación se evaluará la rentabilidad económica de las distintas alternativas de aprovechamiento comparando las empleadas tradicionalmente (dejar los restos del clareo o triturarlos) frente a la extracción de los restos mediante autocargador tanto en la creación de calles como entre calles.

Partiendo de unas existencias iniciales medias de 56,1 tms/ha (media de las 9 parcelas), y teniendo en cuenta que la creación de calles supone una extracción del 16% de las existencias iniciales (calles de 4m de anchura cada 25 m), podemos asumir una cantidad de 8,9 tms/ha derivada de la creación de calles. Teniendo en cuenta los porcentajes de biomasa extraídos por intensidades de clareo (60% y 67%) podemos asumir que las cantidades de biomasa extraída en el clareo entre calles serían 33,7 tms/ha y 37,6 tms/ha para el clareo no selectivo y selectivo respectivamente. Por lo tanto la biomasa extraída en total (creación de calles y clareo entre calles) sería 42,6 tms/ha y 46,5 tms/ha para el clareo no selectivo y selectivo respectivamente.

Si quisiéramos evaluar la rentabilidad económica de la extracción de todos los restos de la clara (creación de calles y clareo entre calles) mediante autocargador frente a la trituración en un primer clareo, deberíamos considerar que, teniendo en cuenta sus costes y la cantidad de biomasa extraída en cada caso, los precios de la biomasa por tonelada de materia seca (árbol entero apilado en

cargadero) que compensarían la extracción de los restos para cada peso de clareo serían los siguientes (Tabla 4):

Tabla 4. Precio estimado de la biomasa.

<b>Peso de clareo</b>	<b>Precio (€/tms)</b>
No selectivo	27,46
Selectivo	26,24

Si, por el contrario, se quisieran triturar los restos de la creación de calles, deberíamos evaluar la rentabilidad económica de la extracción de los restos de la clara mediante autocargador frente a la trituración del clareo realizado entre calles. En este caso, teniendo en cuenta sus costes y la cantidad de biomasa extraída en cada caso, los precios de la biomasa por tonelada de materia seca (árbol entero apilado en cargadero) que compensarían la extracción de los restos para cada peso de clareo serían los siguientes (Tabla 7):

Tabla 7. Precio estimado de la biomasa.

<b>Peso de clareo</b>	<b>Precio (€/tms)</b>
No selectivo	10,68
Selectivo	10,90

El hecho de triturar los restos de la creación de calles supone que la extracción únicamente de los restos producidos en el clareo entre calles sea más rentable económicamente, ya que los costes de la trituración de las calles son muy bajos respecto a la extracción mediante autocargador. Por lo tanto, esta es la opción más rentable económicamente. Además, también deben evaluarse los beneficios derivados de la trituración de los restos (incorporación de nutrientes al suelo, etc) y de su extracción (generación de empleo, producción de energía, etc). En cuanto al peso del clareo, las diferencias encontradas entre el clareo no selectivo y el selectivo no fueron significativas. Sin embargo, el objetivo del clareo selectivo es generar unas masas más abiertas para disminuir su competencia y aumentar su valor en una segunda actuación, que se realizaría cuando la altura dominante alcance los 9-10 m. Por lo tanto, su rentabilidad económica deberá evaluarse tras esa segunda actuación.

## 5. Conclusiones

Este estudio permite evaluar diferentes alternativas de aprovechamiento para así disponer información que permita fomentar la movilización de la madera. Se comparan los métodos empleados tradicionalmente (aprovechamiento manual con o sin trituración de los restos del clareo) frente a la extracción de los restos del clareo mediante acordonado en calles y recogida mediante autocargador. Además, se comparan dos pesos de clareo: clareo no selectivo (empleado tradicionalmente) y el clareo selectivo. En una primera actuación ( $H_o = 5-6$  m), la opción más viable económicamente es la trituración de los restos producidos por la creación de calles y la extracción de los restos del clareo realizado entre calles. Dentro de las alternativas de peso de clareo, las diferencias no son significativas. El clareo selectivo supone un mayor coste de realización, pero la cantidad de biomasa extraída es mayor, lo que le hace más rentable económicamente. Además, el objetivo del clareo selectivo es producir un tipo de masa más abierta que permita que una segunda actuación ( $H_o = 9-10$  m) pase a ser rentable económicamente, por lo que su rentabilidad deberá evaluarse más adelante.

## 6. Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos (JCYL). Este proyecto ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico bajo el acuerdo N°613762, y forma parte del Proyecto Europeo “EU FP7 project SIMWOOD” (<http://simwood.efi.int>).

## 7. Bibliografía

JACTEL, H.; NICOLL, B.C.; BRANCO, M.; GONZALEZ-OLABARRIA, J.R.; GRODZKI, W.; LANGSTRÖM, B.; MOREIRA, F.; NETHERER, S.; ORAZIO, C.; PIOUS, D.; SANTOS, H.; SCHELHAAS, M.J.; TOJIC, K.; VODDE, F.; 2009. The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of damage. *Ann. For. Sci.* 66 (701), 1–18

KELTY, M.J.; 1992. Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands. In: *The ecology and silviculture of mixed-species forests* (KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; OLIVER, C.D.; eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 287 pp.

KNOKE, T.; AMMER, C.; STIMM, B.; MOSANDL, R.; 2008. Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics. *Eur J For Res* 127: 89-101.

LOREAU, M.; HECTOR, A.; 2001. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* 412, 72–76.

MORIN, X.; FAHSE, L.; SCHERER-LORENZEN, M.; BUGMANN, H.; 2011. Tree species richness promotes productivity in temperate forests through strong complementarity between species. *Ecol Lett* 14: 1211-1219.

OLIVAR, J.; BOGINO, S.; RATHGEBER, C.; BONNESOEUR, V.; BRAVO, F.; 2014. Thinning has a positive effect on growth dynamics and growth–climate relationships in Aleppo pine (*Pinus halepensis*) trees of different crown classes. *Ann For Sci* 71: 395–404.

RÍO, M. DEL; LÓPEZ-SENEPLEDA, E.; MONTERO, G.; 2006. Manual de gestión para masas procedentes de repoblación de *Pinus pinaster* Ait., *Pinus sylvestris* L. y *Pinus nigra* Arn. En Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, 76 pp.

VILÀ, M.; CARRILLO-GAVILÁN, A.; VAYREDA, J.; BUGMANN, H.; FRIDMAN, J.; GRODZKI, W.; HAASE, J.; KUNSTLER, G.; SCHELHAAS, M.; TRASOBARES, A.; 2013. Disentangling biodiversity and climatic determinants of wood production. *PLOS ONE* 8 (art. e53530).

WAGNER, S.; NOCENTINI, S.; HUTH, F.; HOOGSTRA-KLEIN, M.; 2014. Forest management approaches for coping with the uncertainty of climate change: trade-offs in service provisioning and adaptability. *Ecol Soc* 19(1): 32.