

RESULTADOS DE EXPERIENCIAS EN TRATAMIENTOS DE CLARAS EN MASAS ARTIFICIALES DE *PINUS SYLVESTRIS* L.

G. MONTERO¹, I. CAÑELLAS¹, R. RUIZ - PEINADO¹, C. ORTEGA¹, M. DEL RIO², BACHILLER A.¹

¹Dpto. Selvicultura, CIFOR-INIA, C^a A Coruña km 7,5 28040 Madrid

Tel: 913476867; Fax: 913572293; Email: montero@inia.es

²Dpto. Producción Vegetal y Silvopascicultura, E.T.S. Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid nº 57, 34007 Palencia

RESUMEN

Se presentan los datos y resultados de una experiencia de claras en masas artificiales de *Pinus sylvestris* L. en Burgos, correspondientes a la calidad de estación I (29 m).

La experiencia comenzó en 1982, cuando la masa tenía 22 años. El diseño estadístico de la experiencia fue de bloques completos al azar con tres bloques y tres tratamientos. Se realizaron claras bajas de diferente intensidad con una rotación de 10 años (1982, 1992). Los tratamientos fueron: control, clara moderada y fuerte. El peso de la clara fue medido a través de área basimétrica residual.

Los resultados se presentan en las principales variables de la masa: número de árboles por hectárea, diámetro, altura, área basimétrica y volumen, antes y después de la clara. Además, se analiza la evolución del crecimiento corriente y medio en función de la edad y de la intensidad de la clara. También se analiza el efecto del tratamiento en las características de la estructura de la masa y árbol medio.

Se recomienda la realización de claras bajas y fuertes en las edades tempranas, comenzando la primera clara, en la calidad I, a los 20-25 años, aunque no se obtengan beneficios económicos de estas actividades selvícolas.

Palabras Clave: Claras, área basimétrica residual, *Pinus sylvestris*, evolución de la masa.

SUMMARY

In this paper we present data and results about a thinning experiment in a made-man stand of *Pinus sylvestris* L. in Burgos (Spain). The stand has a site index of 29 m at the age of 100 years. The experiment began in 1982 when the stand was 22 years old.

The statistical design of the experiment was a randomised complete block with three treatments. Low thinning was carried out with varying intensities in a 10 year rotation (1982, 1992). The treatments were control, moderate and strong thinning. The thinning intensities was measured by using the residual basal area (%) as parameter.

Effects of these treatments on the main stand variable (number of tree by hectare, diameter, height, basal area, volume, before and after thinning, mean tree and the evolution of current and mean increment are analysed.

As conclusion we recommend low heavy thinning in early ages. Specially, in stand of high quality the first thinning should be at 20-25 years old, despite the lack of economic profit at this stage.

Key Words: Thinning, residual basal area, *Pinus sylvestris*, stand evolution

INTRODUCCIÓN

La amplia extensión que presentan las masas naturales y artificiales de pino silvestre en España, junto con las múltiples funciones que desempeñan, confiere a esta especie una gran importancia social, ecológica y económica.

El régimen selvícola aplicado en las masas de *Pinus sylvestris* (determinado por sus características ecológicas y tecnológicas) tiene que permitir la optimización de las necesidades sociales a la vez que asegure su estabilidad y supervivencia. Como especie de temperamento intolerante, este pino tiene un crecimiento rápido en las primeras etapas, esto implica que los tratamientos selvícolas deben realizarse en la primera mitad del periodo de rotación, donde la masa principal tiene una gran capacidad de respuesta después de la clara.

La mayor parte de las investigaciones sobre claras en esta especie se han realizado en Europa. Las diferencias existentes entre las masas de esta especie en la Península Ibérica y otras regiones de Europa (sequía en verano, estación de crecimiento más larga, etc.) hace necesario estudiar estos tratamientos en profundidad para obtener un modelo de clara adaptado a zonas de montaña de clima mediterráneo (Cañellas *et al.*, 2000). Con estos objetivos el Departamento de Selvicultura del INIA mantiene un red de parcelas experimentales de claras desde 1968 con las principales especies forestales (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *Q. suber*, *Q. pyrenaica* y *Q. faginea*). Actualmente parte de los resultados obtenidos en esa red ya han sido publicados. Entre todos estos, y para las masas de *P. sylvestris*, destacamos los presentados por Montero *et al.* (2000a, b), Río *et al.*, (1997) y Río (1999).

El principal objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de diferentes regímenes de clara sobre la evolución de masas artificiales de pino silvestre en la provincia de Burgos, para poder determinar el mejor régimen selvícola de acuerdo a criterios ecológicos, selvícolas y económicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se localiza en el término municipal de Villasur de los Herreros (Burgos), a 1200 m de altitud, dentro del monte El Robledo. El origen de la masa es artificial con una edad de 22 años en el momento de instalación de la experiencia (1982). La calidad de estación es 29 que corresponde con la calidad I (29 m de altura dominante a los 100 años

de edad), según las curvas de calidad de Rojo y Montero (1996).

El diseño estadístico de la experiencia fue de bloques al azar, con tres bloques y tres tratamientos, con un total de 9 parcelas. Los tratamientos realizados han sido los siguientes: testigo (A), clara baja moderada (D) y clara baja fuerte (E), según el área basimétrica residual que queda después de la clara.

La metodología seguida en la instalación de las parcelas es la desarrollada por la Forestry Commission (Hummel *et al.*, 1959). La superficie de las parcelas es de 1000 m² (40 x 25m), estando cada parcela rodeada de una franja de 10 m en la que se aplica el mismo tratamiento para evitar el efecto borde.

La experiencia se instaló en 1982, y se han realizado cuatro inventarios en 1982, 1987, 1992 y 1997. Se han realizado dos intervenciones con una rotación de 10 años (1982 y 1992).

$$ht = a_1 + a_2 \cdot \frac{1}{d} + a_3 \cdot \frac{1}{t} + a_4 \cdot \frac{1}{d \cdot t}$$

Los datos tomados en cada inventario fueron: el diámetro normal de todos los pies y la altura total en una muestra de 30 árboles por parcela, repartida proporcionalmente en la distribución diamétrica para estimar la altura media, y la altura total de los 10 árboles más gruesos por parcela, para estimar la altura dominante. La altura total del árbol se estimó para cada parcela a través de modelos en función del diámetro y la edad (Curtis, 1967):

Donde *ht*: altura total del árbol (m), *d*: diámetro normal (cm), *t*: edad del árbol en años; *a*₁ *a*₂ *a*₃ *a*₄: parámetros a estimar.

$$V_{cc} = 0,047144 \cdot d^{1,97643} \cdot h^{0,93332}$$

El volumen de cada árbol se ha obtenido a través de la ecuación de cubicación de dos entradas dado por Martínez Millán *et al.* (1993):

Donde *Vcc* es el volumen con corteza (dm³); *h* la altura del árbol (m) y *d* es el diámetro normal (cm)

Se ha estudiado el efecto de los tratamientos en las principales variables de masa mediante análisis de varianza. Cuando han existido diferencias significativas entre tratamientos el test de separación de media empleado ha sido la prueba de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha analizado los efectos de la intensidad de la clara sobre la producción de la masa y las características del árbol medio.

En las Tablas 1, 2 y 3 se presentan los datos medios por tratamiento que resumen los resultados del trabajo. En la Tabla 1 se describe la evolución de las variables de masa principal antes y después de la clara, de la masa extraída y de la masa total. En la Tabla 2 se describen los crecimientos medios corrientes y relativos y, la Tabla 3 se caracteriza cuantitativa y cualitativamente las claras realizadas.

Tabla 2.- Evolución de los crecimientos en una masa artificial de *Pinus sylvestris* L. sometida a distintas intensidades de claras.

Trat	Edad	CRECIMIENTOS MEDIOS				CRECIMIENTOS CORRIENTES				CREC. RELATIVO
		ImDg cm/año	ImHg m/año	ImABT m ² /ha/año	ImVT m ³ /ha/año	IcDg cm/año	IcHg m/año	IcAB m ² /ha/año	IcV m ³ /ha/año	IrV %
A	22	0,64	0,33	1,16	4,26	-	-	-	-	-
	27	0,62	0,34	1,28	5,78	0,34	0,36	1,31	12,49	10,13
	32	0,58	0,33	1,35	6,99	0,39	0,30	1,69	13,50	7,18
	37	0,56	0,33	1,42	8,28	0,39	0,28	1,90	16,53	6,30
D	22	0,63	0,32	1,14	4,10	-	-	-	-	-
	27	0,65	0,34	1,29	5,72	0,58	0,38	1,97	12,82	11,34
	32	0,62	0,34	1,36	6,96	0,44	0,33	1,70	13,66	7,64
	37	0,63	0,34	1,43	8,25	0,53	0,32	1,90	16,51	7,35
E	22	0,62	0,32	1,16	4,13	-	-	-	-	-
	27	0,65	0,33	1,29	5,48	0,62	0,36	1,86	11,44	11,56
	32	0,62	0,33	1,35	6,63	0,47	0,32	1,67	12,79	8,02
	37	0,64	0,34	1,41	7,71	0,57	0,31	1,76	14,65	7,64

ImDg: crecimiento medio en diámetro; ImHg: crecimiento medio en altura; ImABT: crecimiento medio en área basimétrica total; ImVT: crecimiento medio en volumen total; IcDg: crecimiento corriente en diámetro; IcHg: crecimiento corriente en altura; IcAB: crecimiento corriente en área basimétrica; IcV: crecimiento corriente en volumen; IrV: crecimiento relativo en volumen

De la observación de la Tabla 1 se desprende que el área basimétrica y el volumen de la masa principal después de la clara serán menores cuanto más intenso sea el régimen de claras aplicado pues, lógicamente, se extrae mayor porcentaje de la masa principal. Para analizar si la producción de la masa varía entre los distintos regímenes de clara es necesario estudiar los crecimientos corrientes en área basimétrica y en volumen, ya que reflejan la verdadera producción de la masa desde el comienzo del ensayo. Se han realizado análisis de varianza para estas dos variables y se ha encontrado que no existe diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los cuatro inventarios.

Otra variable de gran interés en el estudio de la producción de la masa es el volumen total, definido como el

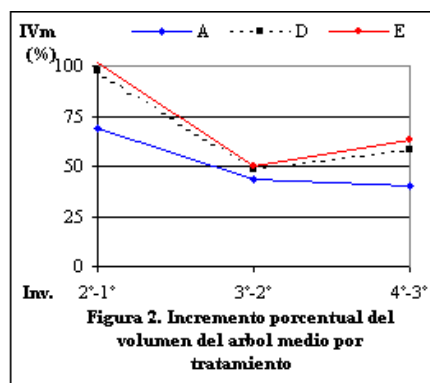
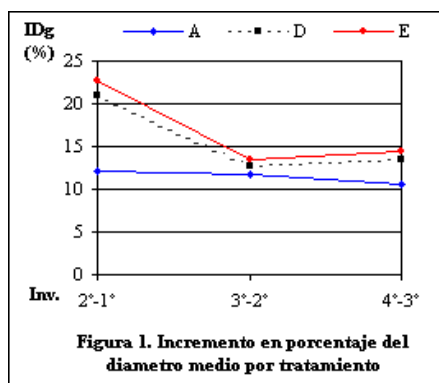
volumen actual más la suma de los volúmenes extraídos hasta el momento (Montero *et al.*, 2000a, 200b). Los resultados del análisis de varianza indican que no existe diferencias entre tratamientos, lo que implica que no hay una reducción de la producción en los regímenes de clara más intensos.

En la Tabla 2 se pone de manifiesto que los crecimientos medio y corriente en área basimétrica y volumen no varían con la intensidad de la clara y, que por el contrario, el crecimiento en diámetro aumenta con la intensidad de ésta (Tabla 4).

Tabla 3.- Caracterización cuantitativa y cualitativa de las claras realizadas.

Trat	Edad	CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA					CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA			
		Abres %	HARTac %	HARTdc %	PN %	PAB %	PV %	Dge/Dgac	Vme/Vmac	ItDg cm
A	22	99,35	29,13	29,44	2,07	1,02	0,93	0,70	0,44	0,74
	27	98,98	22,26	22,31	0,43	0,27	0,25	0,49	0,38	0,01
	32	98,60	19,09	19,34	2,41	0,58	0,49	0,57	0,29	0,18
	37	98,38	17,48	17,61	1,50	0,47	0,38	0,55	0,25	0,11
D	22	89,66	31,21	34,54	18,29	10,34	9,87	0,75	0,54	0,67
	27	92,18	24,22	24,34	0,99	0,39	0,33	0,40	0,21	0,05
	32	80,59	20,24	22,80	21,17	14,21	13,80	0,82	0,65	0,88
	37	83,69	20,29	20,36	0,65	0,36	0,33	0,25	0,17	0,04
E	22	77,19	26,18	31,24	29,78	22,81	21,93	0,87	0,74	0,68
	27	83,14	23,60	23,63	0,27	0,13	0,11	0,23	0,14	0,01
	32	69,52	20,20	23,64	26,86	19,78	19,08	0,86	0,71	0,97
	37	72,82	21,35	21,72	2,47	1,68	1,57	0,28	0,21	0,10

Abres: área basimétrica residual; HARTac: índice de Hart-Becking antes de la clara; HARTdc: índice de Hart-Becking después de la clara; PN: peso de la clara en número de pies; PAB: peso de la clara en área basimétrica; PV: peso de la clara en volumen; Dge/Dgac: cociente del Dg de la masa extraída y antes de la masa; Vme/Vmac: cociente del V de la masa extraída y antes de la clara; ItDg: crecimiento técnico en diámetro medio cuadrático.



En el estudio del efecto de las claras en las características del árbol medio se ha analizado el diámetro medio cuadrático, la altura media y el volumen del árbol medio. A estas variables se han añadido el diámetro y la altura dominante, que a pesar de no representar al árbol medio tienen interés por reflejar otros aspectos de la masa. En la Tabla 4 se exponen los resultados del análisis de varianza y el test de comparación de medias de Duncan para las variables que han presentado diferencias significativas entre tratamientos en algún inventario.

Al inicio del ensayo no existían diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables, por lo que las características iniciales eran similares. Las diferencias significativas aparecen en el tercer inventario, siendo mayor el Dg y el Vm cuanto más intensa es la clara (Fig. 1 y Fig. 2). Las claras bajas hacen aumentar el diámetro medio cuadrático y por tanto el volumen del árbol medio, por dos motivos, por que los árboles que se desarrollan más espaciados crecen más en diámetro al concentrarse el crecimiento de la masa en menos individuos, y por otro lado por que al aumentar la intensidad de la clara, la masa extraída incluye árboles delgados y el diámetro medio después de la clara es mayor (Montero *et al.*, 2000b; Río *et al.*, 1997).

Tabla 4.- Análisis de varianza y resultados para el test de comparación de medias de Duncan.

Variable	Inv.1	Inv. 2	Inv. 3	Inv. 4
Diámetro cuadrático medio	n.s.	n.s.	A D E *	A D E *
Volumen del árbol medio	n.s.	n.s.	A D E *	A D E **
Incremento corriente en diámetro	-	n.s.	A D E *	A D E **

Nivel de significación del análisis de varianza: n.s.: no significativo; * significativo al 5%; ** significativo al 1%.

CONCLUSIONES

En el régimen de clara más intenso del ensayo se produce una pequeña pérdida de crecimiento en volumen con respecto a la masa no intervenida. No obstante, esta pérdida es casi nula cuando las claras se inician en edades tempranas. La reducción de la producción se compensa por el efecto positivo de las claras bajas e intensas sobre el crecimiento en diámetro y sobre el volumen del árbol medio, que permite obtener productos de mayores dimensiones. Por último, con este régimen de claras se mejora sensiblemente el vigor de la masa y su resistencia frente a daños abióticos

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑELLAS I., MARTÍNEZ GARCÍA F., MONTERO G., 2000. Silviculture and dynamics of *Pinus sylvestris* L. stands in Spain. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, Fuera de Serie nº 1: 233-253.
- CURTIS R.O.; 1967. Height-diameter and height-diameter-age equations for second growth Douglas Fir. For. Sci. 13(4): 365-375.
- HUMMEL F.C.; LOCKE G.M.; JEFFERS J.N.; CHRISTIE J.M.; 1959. *Code of sample plot procedure*. Forestry Commission Bulletin 31: 114 pp.
- MARTÍNEZ MILLÁN F.J.; ARA LAZO P.; GONZÁLEZ DONCEL I. ; (1993). *Ecuaciones alométricas de tres variables: estimación del volumen, crecimiento, y porcentaje de corteza de las principales especies maderables españolas*. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 2 (2): 211-228.
- ROJO, A.; MONTERO, G.; (1996). *El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: 293 pp.
- MONTERO G.; DEL RÍO M.; ORTEGA C.; 2000a. Ensayo de claras en una masa natural de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. 9(1): 147-168.
- MONTERO G.; CAÑELLAS I.; ORTEGA C.; DEL RÍO M.; 2000b. Results from a thinning experiment in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration stand in the Sistema Ibérico Mountain Range (Spain). Forest Ecology and Management, 5332:1-11.
- RIO DEL M.; MONTERO G.; ORTEGA C.; 1997. Respuesta de los distintos regímenes de claras a daños causados por la nieve en masas artificiales de *Pinus sylvestris* en el Sistema Central. Invest. Agr.: Sist. Recur. For., 6 (1-2): 103-117.
- RÍO DEL, M.; (1999). *Régimen de claras y modelo de producción para Pinus sylvestris L. en los Sistemas Central e Ibérico*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Tesis doctorales INIA, Serie Forestal nº 2.

Tabla 1.- Evolución de las variables de masa en una masa artificial de *Pinus sylvestris* L. sometida a distintas intensidades de claras.

Trat	Edad	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA								MASA PRINCIPAL DESPUÉS DE LA CLARA						MASA EXTRAIDA						MASA TOTAL	
		N	Dg	Do	Hg	Ho	AB	Vm	V	N	Dg	Hg	AB	Vm	V	N	Dg	Hg	AB	Vm	V	AB	V
		pies/ha	cm	cm	m	m	m ² /ha	dm ³ /pie	m ³ /ha	pies/ha	cm	m	m ² /ha	dm ³ /pie	m ³ /ha	pies/ha	cm	m	m ² /ha	dm ³ /pie	m ³ /ha	m ² /ha	m ³ /ha
A	22	1623	14,14	18,85	7,25	8,84	25,47	58,03	93,65	1590	14,89	7,27	27,82	58,71	92,75	33	9,90	6,44	0,26	26,39	0,90	25,47	93,65
A	27	1590	16,61	22,17	9,08	11,68	34,37	98,09	155,19	1583	16,62	9,08	34,28	98,27	154,77	7	8,33	5,45	0,09	41,69	0,42	34,64	156,08
A	32	1583	18,55	24,60	10,60	13,65	42,73	141,03	222,29	1547	18,73	10,67	42,48	144,08	221,19	37	10,54	8,36	0,25	39,11	1,10	43,08	223,60
A	37	1547	20,70	27,49	12,09	15,10	51,96	197,51	303,83	1523	20,81	12,13	51,72	199,74	302,68	23	11,43	9,47	0,24	49,28	1,15	52,56	306,24
D	22	1653	13,87	19,18	7,13	8,30	25,03	54,54	90,24	1350	14,54	7,23	22,40	60,26	81,17	303	10,41	4,38	2,63	29,47	9,07	25,03	90,24
D	27	1350	17,45	22,74	9,14	11,67	32,27	107,71	145,25	1337	17,50	9,16	32,15	108,46	144,75	13	7,10	2,51	0,13	23,11	0,50	34,90	154,32
D	32	1337	19,68	25,26	10,81	14,00	40,64	159,64	213,06	1053	20,56	11,03	34,96	174,52	183,72	283	16,12	6,63	5,78	104,05	29,34	43,40	222,63
D	37	1053	23,19	28,59	12,63	15,72	44,47	252,91	266,24	1047	23,23	12,64	44,33	253,16	264,68	7	5,88	0,00	0,16	44,67	0,89	53,00	305,16
E	22	1727	13,69	18,55	6,94	9,54	25,51	52,49	90,85	1210	14,37	7,16	19,61	58,52	70,61	517	11,98	6,43	5,90	38,71	20,24	25,51	90,85
E	27	1210	17,45	21,91	8,98	12,62	28,91	105,86	127,83	1207	17,46	8,98	28,88	106,01	127,69	3	3,90	2,56	0,04	13,59	0,14	34,81	148,07
E	32	1207	19,83	24,82	10,60	14,76	37,24	159,00	191,65	883	20,80	10,86	29,92	176,27	155,03	323	17,01	9,91	7,39	113,25	36,62	43,18	212,03
E	37	883	23,67	28,04	12,41	16,34	38,74	259,40	228,28	857	23,77	12,43	37,83	263,80	224,76	20	6,75	3,78	0,64	58,63	3,52	52,07	285,28

Tratamiento a: control; D: clara baja moderada; E: clara baja fuerte
Dg: diámetro medio cuadrático; Do: diámetro dominante; Hg: altura media; Ho: altura dominante; AB: área basimétrica; Vm: volumen del árbol medio; V: Volumen por hectárea