

# INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE CLARA EN EL CRECIMIENTO, LA PRODUCCION Y LAS CARACTERISTICAS DE LA MADERA EN UNA MASA ARTIFICIAL DE *Pinus sylvestris* L.

**J.A. GOMEZ LORANCA**

Area de Selvicultura y Mejora Forestal

**A. GUTIERREZ OLIVA**

**M<sup>a</sup> V. BAONZA MERINO**

Area de Industrias Forestales

CIFOR- INIA

Apdo. 8111. 28080 Madrid. ESPAÑA

## RESUMEN

Se presenta el resultado de un ensayo de claras de distinta intensidad aplicadas a una repoblación de *Pinus sylvestris* L., en el Sistema Central, y su incidencia en el crecimiento, la producción y las características de la madera. Como consecuencia de las claras, la masa ha experimentado una reducción del número de pies cuantificada en 60 y 62 p.100 en los tratamientos más intensos.

El análisis del crecimiento corriente en diámetro detecta diferencias significativas entre tratamientos, con un aumento progresivo con las clases diamétricas, y también a medida que la intensidad de clara es mayor.

El crecimiento total en área basimétrica se mantiene constante en todos los tratamientos con respecto al testigo, y la producción total en volumen tampoco manifiesta diferencias significativas entre tratamientos.

Del estudio comparativo de las características de la madera generada durante el período de aplicación de las claras, se deduce que el aumento de espesor del anillo de crecimiento, como consecuencia de la mayor intensidad de las claras, no afecta negativamente ni a la textura ni a la densidad de la madera, así como tampoco a la variación de esta última dentro de la misma sección del tronco.

**PALABRAS CLAVE:** *Pinus sylvestris* L.

Selvicultura

Claros

Producción

Densidad de madera

Espesor de anillo

Textura

---

Recibido: 19-6-96

Aceptado para su publicación: 29-11-96

## INTRODUCCION

Existe una ajustada relación entre la selvicultura, el crecimiento en anchura de los anillos, la producción y la calidad de los productos maderables que genera una masa forestal. Las claras provocan, en parte, ese efecto cualitativo y cuantitativo de la producción. Estos conceptos están experimentados y difundidos desde hace varias décadas en otros países de Europa con una más dilatada trayectoria en investigación forestal (Polge, Keller, 1973) y más recientemente en España (Madrigal *et al.*, 1985; Gómez Loranca, Montero, 1989).

Parcelas experimentales establecidas en masas originadas por repoblación artificial, están empezando a aportar información, acerca de su evolución, como consecuencia de haber sido sometidas a tratamiento de distinta intensidad de clara. Estas masas son idóneas para el estudio de aquella relación, dado su carácter monoespecífico y coetáneo, en las que la producción juega un papel predominante y la gestión técnica es de fácil aplicación (Pita, Moreno, 1970; Madrigal *et al.*, 1985; Gómez Loranca, Montero, 1989).

En las coníferas, salvo en espesores muy pequeños, el aumento de espesor del anillo de crecimiento se corresponde con una disminución del porcentaje de la madera de verano o textura y, como consecuencia de ello, con una disminución de la densidad, que es uno de los parámetros más importantes a la hora de calificar la madera (Kollman, Côté, 1968; Koch, 1972; Yao, 1970; Zhang, 1995). Sin embargo, en el caso de que el aumento de espesor de anillo sea debido al efecto de tratamientos de claras, existen discrepancias a esta norma general. Así, Markstrom *et al.* (1983) en un estudio sobre *Pinus ponderosa*, llegaron a la conclusión de que las claras no producen una disminución de la textura, ni de la densidad de la madera; asimismo, en un estudio que sobre diversas especies realizaron Fernández-Golfín, Díez (1995), aseguran que es posible el aumento del espesor de anillo, por medios selvícolas, sin detrimento de la calidad de la madera. Por el contrario, en un estudio sobre *Picea abies*, Linström (1996) llegó a la conclusión de que es menor la densidad de la madera procedente de parcelas aclaradas, que la de las no aclaradas; igualmente, Bamber, Burley (1983) comprobaron que la densidad del pino radiata disminuía ligeramente por efecto de las claras.

Por otra parte, la puesta en luz, como consecuencia del espacio dejado por los pies eliminados podría influir en la formación de densidades desiguales a lo largo del anillo de crecimiento, con repercusiones negativas bajo el punto de vista tecnológico.

Por todo ello, es necesario clarificar estos conceptos mediante el estudio comparativo de las características de la madera de estas masas, que han crecido en espesuras diferentes y con incrementos radiales también diferentes.

En el presente trabajo se exponen datos de una masa de repoblación seguida durante 20 años. Tras este período de tiempo en el que se han realizado cuatro claras, una de ellas relativamente fuerte y tres moderadas, cabe analizar la evolución de las variables de masa, diámetro y altura, para ver el efecto que han ejercido en ellas, en la producción total de volumen, así como la influencia del cre-

cimiento en las características de la madera generada durante el intervalo de tiempo considerado.

## MATERIAL Y METODOS

El sitio de ensayo ha sido descrito en otro trabajo (Madrigal *et al.*, 1984), por lo que cabe reseñarlo de forma sucinta.

Se localiza en el Sistema Central, término municipal de El Espinar (Segovia), monte Aguas Vertientes N.º 138.

Se trata de una masa pura de *Pinus sylvestris* L. originada con plantación por hoyos a marco de 2 x 2 m, en 1925. Corresponde a una calidad II alta (García Abejón, Gómez Loranca, 1984).

El diseño seguido en la experiencia es el de bloques aleatorizados con tres repeticiones, en los que se testaron cuatro tipos de claras denominadas tratamientos A, C, D y E.

Replanteadas las parcelas, en cada una de ellas, la toma de datos en el primer inventario, consistió en: particularizar cada árbol mediante un número, la medición del diámetro normal en cruz y en milímetros y su clasificación diamétrica.

Sobre esta clasificación se eligió una muestra sistemática de 30 árboles para la medición de las alturas totales para el cálculo de la altura media; esta muestra se complementó con otra equivalente a los 100 árboles más gruesos por hectárea para determinar diámetro y altura dominante. Sobre la muestra total de alturas (40 árboles aproximadamente), se eligieron 15 para ser medidos en pie por trozas, los cuales, forman la muestra de árboles tipo específica de cada parcela.

Desde el punto de vista selvícola se presenta un resumen de la evolución de las variables de masa durante los 20 años a los que se refiere este trabajo; se determinaron los crecimientos medio, corriente y relativo en área basimétrica y volumen, y se realizó un análisis de varianza de la producción total en volumen para ver la influencia de los distintos tratamientos.

El crecimiento relativo (Cr), viene expresado por la fórmula de Pressler, la cual, conocidos los valores de la variable (V) en el estado inicial ( $V_1$ ) y final ( $V_2$ ), describe el crecimiento relativo experimentado por la variable en el período que acaba de terminar, y tiene por expresión:

$$Cr = [(V_2 - V_1)/(V_2 + V_1)] * (200/n); n = \text{período de tiempo}$$

Después, por comparación de la población, árbol a árbol, en su estado inicial 1970 y final 1990, se determinaron los crecimientos corrientes en diámetro, sección y altura, y se realizó un análisis de varianza del crecimiento corriente en diámetro, por clases diamétricas, para distinguir el efecto de los tratamientos.

Para el estudio comparativo de las características de la madera, partiendo de la distribución diamétrica inicial de la masa (1970), se establecieron cuatro clases comprendidas entre 151 y 350 mm, separadas por un intervalo de 50 mm; se

tomaron 48 árboles, uno por cada clase diamétrica, tratamiento y bloque. Para que éstos fuesen lo más representativo posible, la elección de los mismos se hizo de forma que sus diámetros, dentro de cada clase diamétrica, fuesen iguales al inicio de la experiencia y que los crecimientos medios tuviesen un valor similar a los de la masa representada.

Por no existir representación de la clase 301-350 en el tratamiento A, y para poder incluirla en el estudio, se tomaron en A los tres árboles más gruesos de la clase diamétrica inferior con diámetros iniciales superiores a 280 mm.

Una vez apeados los árboles, se extrajo un disco de cada uno de los troncos, de unos 3 cm de espesor, situado a 3 m de altura. Los discos se cepillaron, en verde, por ambas caras. En dos diámetros perpendiculares se obtuvieron cuatro piezas radiales de 2 cm de anchura, conteniendo los 20 últimos anillos de crecimiento formados durante el período de tratamiento de claras.

En cada una de las cuatro probetas obtenidas de cada disco se determinaron las características: espesor de anillo, porcentaje de madera de verano (textura), densidad, contracción volumétrica y la variación máxima o rango de estas dos últimas, dentro de cada sección, según la orientación. A una de las caras de la sección transversal de las probetas se le dio un corte limpio, con cuchilla, para facilitar la medición de los espesores de la madera de verano y de primavera mediante un microscopio binocular fijo, que se realizó con una precisión de 0,01 mm. Con estas medidas se obtuvieron la anchura de anillo y la textura medias en cada probeta.

A continuación se determinaron la masa y el volumen de las probetas en verde; estas mediciones se repitieron a una humedad «N», próxima al 12 p.100 (cámara a 20° C y 65 p.100 de humedad relativa del aire) y en estado anhidro (deseccación en estufa a 103±2° C). Las masas se obtuvieron con un error inferior a 0,01 g y los volúmenes, determinados por el procedimiento de desplazamiento de mercurio, con un error inferior a 0,01 cm<sup>3</sup>. Con estas medidas se calcularon las densidades y contracciones de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DB = \frac{M_A}{V_S}; \quad D_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}}; \quad CV = 100 \times \frac{V_S - V_A}{V_A}; \quad CCV = 100 \times \frac{V_N - V_A}{V_A \times N}$$

Donde:

DB, D<sub>12</sub>: Densidad básica y al 12 p.100 de humedad  
 CV, CCV: Contracción volumétrica total y por cada 1 p.100 de humedad  
 M<sub>A</sub>, M<sub>12</sub>: Masa en estado anhidro y al 12 p.100 de humedad  
 V<sub>A</sub>, V<sub>12</sub>, V<sub>N</sub> y V<sub>S</sub>: Volumen en estado anhidro, al 12 p.100, N p.100 y en verde

A partir de los cuatro valores obtenidos en cada sección, de cada una de las características calculadas, se determinó su valor medio, así como la variación máxima o rango de la densidad básica y de la contracción volumétrica.

## RESULTADOS

## Estado general de la experiencia

El estado general queda representado en la Tabla 1, en la que se reflejan los valores medios de las variables directas y transformadas, desde el comienzo en 1970 hasta el final en 1990.

TABLA 1

## ESTADO GENERAL DE LA EXPERIENCIA

*General overview of the silvicultural treatments*

Variables/ Tratamientos	Inventario 1970			Clara	Inventario 1990	
	a.d.c.	Clara	d.d.c.	1975-85	a.d.c.	Producción Total y %
Edad (años)	45	45	45		65	
Número de pies/ha (N) <sup>6</sup>	A	1412	—	1412	198	1214
	C	1219	181	1038	58	980
	D	1659	648	1011	99	912
	E	1350	556	794	117	677
Altura dominante (Ho) m	A	13,9	—	13,9	—	21,3
	C	13,8	—	13,8	—	22,0
	D	14,9	—	14,9	—	21,7
	E	14,7	—	14,7	—	21,0
Altura media (Hg) m	A	13,4	—	13,4	14,5	19,3
	C	13,2	12,0	13,4	14,9	19,2
	D	13,7	12,6	13,8	15,3	20,0
	E	13,9	13,5	14,0	16,0	20,0
Diámetro dominante (Do) cm	A	26,9	—	26,9	—	34,2
	C	28,7	—	28,7	—	39,2
	D	27,2	—	27,2	—	38,0
	E	28,3	—	28,3	—	38,0
Diámetro media (Dg) cm	A	20,0	—	20,0	15,2	25,1
	C	21,2	14,9	22,1	19,3	27,0
	D	19,3	15,4	21,4	21,8	27,2
	E	20,6	17,2	22,6	21,9	29,7
Area Basimétrica (AB) m <sup>2</sup> /ha	A	44,3	—	44,3	3,6	59,9 63,5 100
	C	43,0	3,7	39,3	1,7	56,2 61,6 97
	D	48,2	11,9	36,3	3,7	53,1 68,7 108
	E	44,8	12,9	31,9	4,4	46,9 64,2 101
Volumen fustes (V) m <sup>3</sup> /ha	A	284	—	284	17,9	555,3 573,2 100
	C	273	24	249	13,1	513,5 550,6 96
	D	313	72	241	21,8	503,4 597,2 104
	E	293	81	212	26,7	442,5 550,2 96
Volumen del árbol medio (V/N) dm <sup>3</sup>	A	201	—	201	90	457
	C	224	133	240	226	524
	D	189	111	238	220	552
	E	217	146	267	228	654
Índice de HART	A	19,2	—	19,2	—	13,5
	C	20,8	—	22,5	—	14,5
	D	16,5	—	21,1	—	15,3
	E	18,5	—	24,1	—	18,3
A B residual % respecto de A = 100%	A	100	—	100	—	100
	C	97	—	89	—	94
	D	109	—	82	—	89
	E	101	—	72	—	78

a.d.c. = antes de la clara, d.d.c. = después de la clara.

### Crecimiento de masa

En la Tabla 2 se presentan los crecimientos en área basimétrica y volumen referidos a la producción total, considerada ésta como la existente en 1990 más la extraída en el intervalo 1970-1990.

### TABLA 2

#### CRECIMIENTO MEDIO, CORRIENTE Y RELATIVO EN AREA BASI-METRICA Y VOLUMEN

*Mean, current and relative of the basal area and volume increments*

Tratamiento		A.E. (m <sup>2</sup> /ha/año)		Volumen (m <sup>3</sup> /ha/año)	
		1970	1990	1970	1990
Inventario		1970	1990	1970	1990
Edad (años)		45	65	45	65
Crecimiento medio	A	0,98	0,98	6,3	8,8
	C	0,96	0,95	6,1	8,5
	D	1,07	1,01	6,9	9,2
	E	1,00	0,98	6,5	8,5
Crecimiento corriente	A	—	0,96	—	14,9
	C	—	0,93	—	13,9
	D	—	1,03	—	14,6
	E	—	0,97	—	13,3
Crecimiento relativo	A	—	1,78%	—	6,9%
	C	—	1,78%	—	6,8%
	D	—	1,76%	—	6,4%
	E	—	1,78%	—	6,3%

Cabe comentar la estabilidad del crecimiento medio y corriente anual, tanto en área basimétrica como en volumen, al igual que el crecimiento relativo.

### Producción en área basimétrica y volumen

La producción en área basimétrica total (Tabla 1), se mantiene constante, con respecto al testigo, en todos los tratamientos, lo que demuestra que con el más fuerte no se ha superado el valor crítico y se está estimulando la capacidad de reacción del árbol, tras la clara, con aprovechamiento óptimo de la potencialidad productiva de la estación, concentrada en un número de árboles reducido a la mitad del testigo o máxima densidad biológica que la estación puede sostener.

El análisis de la producción total en volumen (Tabla 3), pone de manifiesto que no existen diferencias significativas entre tratamientos a pesar de la enorme diferencia del número de pies que existe entre ellos, así como tampoco en el crecimiento medio anual. Ello significa el cumplimiento de la ley formulada por

Assman, en virtud de la cual, para una especie dada, en una estación determinada, la intensidad de la clara, dentro de unos límites, no influye en la producción total en volumen.

**TABLA 3**

**INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO SELVICOLA EN LA PRODUCCION TOTAL EN VOLUMEN**

*Influence of silvicultural treatments on the total stand volume production*

Variable: Producción total en Vol (m<sup>3</sup>/ha)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	Nivel de Probabilidad
A: Tratamientos	4501,96	3	1500,656	0,762	0,5552
B: Bloques	25959,815	2	12979,908	6,591	0,0306
Error	11815,699	6	1969,283		
Total (cor.)	42277,480	11			

Test de comparación de medias  
Método: 95 p.100. Duncan

Tratamiento	Muestra	Media	G.H.	Comparación	Diferencias
E	3	550,167	X	D - E	47,0333 N S
C	3	550,600	X	C - D	-46,6000 N S
A	3	573,233	X	A - D	-23,9667 N S
D	3	597,200	X	A - E	23,0667 N S
				A - C	22,6333 N S
				C - E	0,4333 N S

G.H. = Grupos Homogéneos.  
N S = No significativa.

**Crecimiento en diámetro, sección y altura**

Los datos de las Tablas 1 y 2 exponían los valores medios de cada variable, lo que a nivel de información global es suficiente; pero interesa, como parte principal de este trabajo, determinar cómo se produce el crecimiento real de las variables directas, en función de la clase o estrato al que pertenece cada individuo y como consecuencia del tratamiento al que ha sido sometido.

Considerando que cada árbol se identifica con un número desde el principio, es fácil estimar con precisión el crecimiento corriente de estas variables en el intervalo 1970-1990. El inventario de 1990 indica los árboles (N) que han llegado al final del período de tiempo considerado, lo que permite comparar la magnitud de sus dimensiones en su estado inicial y final.

En la Tabla 4 se exponen estos resultados, los cuales expresan el valor medio de las variables según tratamientos.

**TABLA 4**

**CRECIMIENTO EN DIAMETRO, SECCION Y ALTURA POR CLASES DIAMETRICAS**

*Diameter, section and heigh growth by diameter class*

CD	T	N	D70	D90	▲ D	▲ Sec	HM70	HM90	▲ HM
101-150	A	45	133	155	22	0,49	12,1	17,7	5,6
	C	16	135	178	43	1,10	—	—	—
	D	4	140	192	52	1,36	—	—	—
	E	—	—	—	—	—	—	—	—
151-200	A	137	179	220	41	1,32	13,2	19,0	5,8
	C	100	180	228	47	1,47	12,2	18,0	5,8
	D	112	181	231	49	1,62	13,4	19,6	6,2
	E	50	186	246	60	2,05	13,1	18,7	5,6
201-250	A	165	224	272	47	1,89	13,4	19,6	6,2
	C	155	224	276	52	2,04	13,2	19,3	6,1
	D	139	222	279	57	2,24	13,8	20,1	6,3
	E	108	227	294	67	2,74	13,7	19,7	6,0
251-300	A	43	265	319	54	2,47	14,1	20,7	6,6
	C	45	271	332	61	2,93	14,3	21,2	6,8
	D	37	264	327	63	2,92	14,7	21,6	6,9
	E	48	268	337	69	3,28	14,6	20,6	6,0
301-350	A	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	11	319	385	66	3,65	16,0	23,5	7,6
	D	7	309	392	83	4,57	15,9	22,2	6,3
	E	5	315	393	78	4,34	14,2	21,2	7,0

CD = Clase diamétrica (mm), en 1970. T = Tratamiento. N = n.º de pies. D70, D90 = Diámetro en 1970 y 1990 (mm). ▲ D = Crecimiento (mm 20 años). ▲ Sec = Crecimiento en sección del árbol medio (dm<sup>2</sup> 20 años). HM70, HM90 = Altura media en 1970 y 1990 (m). ▲ HM = Crecimiento (m 20 años).

El análisis de varianza de la variable crecimiento corriente en diámetro (D90-D70), pone de relieve que existen diferencias significativas entre tratamientos y dentro de una misma clase diamétrica. En la Tabla 5, se presentan los resultados de dicho análisis para las cuatro clases diamétricas más representativas.

**Características de la madera**

Los valores medios, por tratamiento, de las diferentes características estudiadas en la madera y sus correspondientes coeficientes de variación, se dan en la Tabla 6.



TABLA 5

**INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO EN EL CRECIMIENTO EN  
DIAMETRO SEGUN CLASE DIAMETRICA**

*Influence of silvicultural treatments on the diameter growth by diameter class*

Clase diamétrica: 101-150

Variable: Crecimiento en Diámetro (mm 20 años)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	Nivel de Probabilidad
A: Tratamientos	4559,773	2	2279,886	9,435	0,0003
B: Bloques	63,176	2	31,588	0,131	0,8777
Error	14256,285	59	241,631		
Total (cor.)	18879,234	63			

Test de comparación de medias

Método: 95 p.100. Duncan

Tratamiento	Muestra	Media	G.H.	Comparación	Diferencias
A	45	21,354	X	A - D	-31,0758 *
C	15	34,296	X	C - D	-18,1337 *
D	4	52,430	X	A - C	-12,9422 N S
E	—	—	—	A - E	—
				C - E	—
				D - E	—

Clase diamétrica: 151-200

Variable: Crecimiento en Diámetro (mm 20 años)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	Nivel de Probabilidad
A: Tratamientos	15644,133	3	5214,711	15,068	0,0000
B: Bloques	3058,503	2	1529,252	4,419	0,0127
Error	135664,250	392	346,082		
Total (cor.)	154366,89	397			

Test de comparación de medias

Método: 95 p.100. Duncan

Tratamiento	Muestra	Media	G.H.	Comparación	Diferencias
A	136	41,012	X	A - E	-20,6508 *
C	100	44,300	X	C - E	-17,3628 *
D	112	49,957	X	D - E	-11,7063 *
E	50	61,663	X	A - D	-8,9445 *
				C - D	-5,6565 *
				A - C	-3,2880 N S

G.H. = Grupos Homogéneos. \* = Significativas. N S = No significativa.

**TABLA 5 (Cont.)****Clase diamétrica: 201-250**

Variable: Crecimiento en Diámetro (mm 20 años)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	Nivel de Probabilidad
A: Tratamientos	27028,952	3	9009,6508	26,288	0,0000
B: Bloques	2035,387	2	1017,6933	2,969	0,0521
Error	192616,250	562	342,733		
Total (cor.)	221680,590	567			

Test de comparación de medias

Método: 95 p.100. Duncan

Tratamiento	Muestra	Media	G.H.	Comparación	Diferencias
A	166	47,181	X	A - E	-19,2869 *
C	155	50,607	X	C - E	-15,8608 *
D	139	56,050	X	D - E	-10,4178 *
E	108	66,468	X	A - D	-8,8691 *
				C - D	-5,4429 *
				A - C	-3,4261 N S

**Clase diamétrica: 251-300**

Variable: Crecimiento en Diámetro (mm 20 años)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	Nivel de Probabilidad
A: Tratamientos	4809,748	3	1603,249	4,502	0,0046
B: Bloques	494,880	2	247,440	0,695	0,5006
Error	59469,291	167	356,103		
Total (cor.)	64773,919	172			

Test de comparación de medias

Método: 95 p.100. Duncan

Tratamiento	Muestra	Media	G.H.	Comparación	Diferencias
A	43	54,4250	X	A - E	-14,0540 *
C	45	59,8686	X	C - E	-8,6105 *
D	35	61,5477	XX	A - D	-7,1227 N S
E	50	68,4790	X	D - E	-6,9313 N S
				A - C	-5,4435 N S
				C - D	-1,6791 N S

G.H. = Grupos Homogéneos. \* = Significativas. N S = No significativa.

TABLA 6

## VALORES MEDIOS Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA MADERA

*Means values and coefficients of variation of the wood properties*

Característica	Tratamiento			
	A	C	D	E
Espesor de anillo (mm)	1,12 (26,9)	1,24 (26,4)	1,44 (25,8)	1,64 (24,7)
Textura (%)	27,2 (16,5)	27,3 (22,0)	29,7 (7,7)	29,8 (15,8)
Densidad básica (kg/m <sup>3</sup> )	415 (8,7)	406 (9,3)	421 (3,6)	412 (9,0)
Densidad al 12% (kg/m <sup>3</sup> )	517 (9,4)	502 (10,2)	523 (3,9)	511 (9,7)
Rango densidad básica (kg/m <sup>3</sup> )	94 (72,2)	72 (46,9)	68 (51,5)	55 (59,8)
Contracción volumétrica total (%)	17,1 (12,1)	16,9 (10,2)	18,0 (5,7)	17,3 (11,3)
Coefficiente contracción volumétrica (%)	0,51 (11,6)	0,49 (9,4)	0,51 (5,7)	0,49 (11,2)
Rango contracción volumétrica (%)	3,2 (52,9)	3,3 (50,4)	3,3 (70,8)	3,2 (46,8)

Se han realizado los análisis de varianza de las características anteriores para ver el efecto del tratamiento (T) y de la clase diamétrica (CD), según el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + CD_j + T*CD_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

No se han considerado la densidad al 12 p.100 ni el coeficiente de contracción volumétrica, debido a su elevada dependencia con la densidad básica y la contracción volumétrica total respectivamente.

Los resultados de los análisis de varianza se indican en la Tabla 7, en la que se dan, para las diferentes fuentes de variación, los valores del test F de Snedecor, así como el nivel de significación.

El tratamiento sólo ha influido significativamente sobre el espesor de anillo. El resto de las propiedades analizadas en la parte de madera formada durante los 20 años de aplicación de las claras, no han variado significativamente con la intensidad del tratamiento.

También el hecho de pertenecer a una determinada clase diamétrica ha tenido un efecto significativo sobre el crecimiento anual.

En las Figuras 1 y 2, se han representado gráficamente las variaciones, al 95 p.100, de las medias de las características, por tratamientos y por clases diamétricas, respectivamente.

**TABLA 7**  
**ANALISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS DE LA**  
**MADERA**  
*Variance analysis for wood properties*

Característica	Fuente de variación					
	Tratamiento		Clase Diamétrica		T x CD	
Espesor de anillo	7,01	* *	4,71	* *	1,57	N S
Textura	1,09	N S	0,63	N S	1,23	N S
Densidad básica	0,42	N S	0,34	N S	0,45	N S
Rango den. básica	0,96	N S	3,45	*	0,54	N S
Contracción vol.	0,53	N S	0,38	N S	0,59	N S
Rango contr. vol.	0,03	N S	0,26	N S	0,60	N S

\*\* Significativo al 0,01; \* Significativo al 0,05; N S No significativo.

En relación a las variaciones del espesor de anillo obtenidos en cada clase diamétrica (Fig. 2a), puede apreciarse que cuanto mayor es el diámetro, mayores son los crecimientos, mientras que la textura y la densidad básica, aunque con diferencias no significativas, disminuyen progresivamente (Figs. 2b, 2c), siguiendo la norma general de las coníferas; es decir, a igualdad de edad y con independencia del tratamiento aplicado, los árboles más gruesos producen madera ligeramente menos densa.

Ahora bien, si la comparación de medias se realiza entre tratamientos, sin diferenciar las clases diamétricas, el incremento del espesor de anillo, como consecuencia de la intensidad de las claras, no se corresponde con una disminución de la textura y, consecuentemente, la densidad tampoco se ve mermada, a pesar de los mayores crecimientos (Figs. 1a, 1b, 1c).

Como la densidad de una madera es el principal causante de la contracción volumétrica, no sorprende la similitud de resultados obtenidos en el análisis de varianza. Por ello, independientemente de que el espesor de anillo varíe por efecto de la clase diamétrica o del tratamiento, las contracciones han seguido la misma pauta de comportamiento que las densidades (Figs. 1c, 1e, 2c, 2e).

Respecto a las variaciones de la media de los rangos de la densidad básica y de la contracción volumétrica, no se han presentado diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 6). En el rango de las contracciones volumétricas, las variaciones de medias se mantienen prácticamente constantes (Fig. 1f), mientras que las del rango de la densidad tienen una ligera tendencia a disminuir con la intensidad de las claras (Fig. 1d); por lo tanto, el tratamiento de claras no ha causado un aumento de los rangos de densidad ni de contracción volumétrica, entre distintas orientaciones de un mismo tronco.

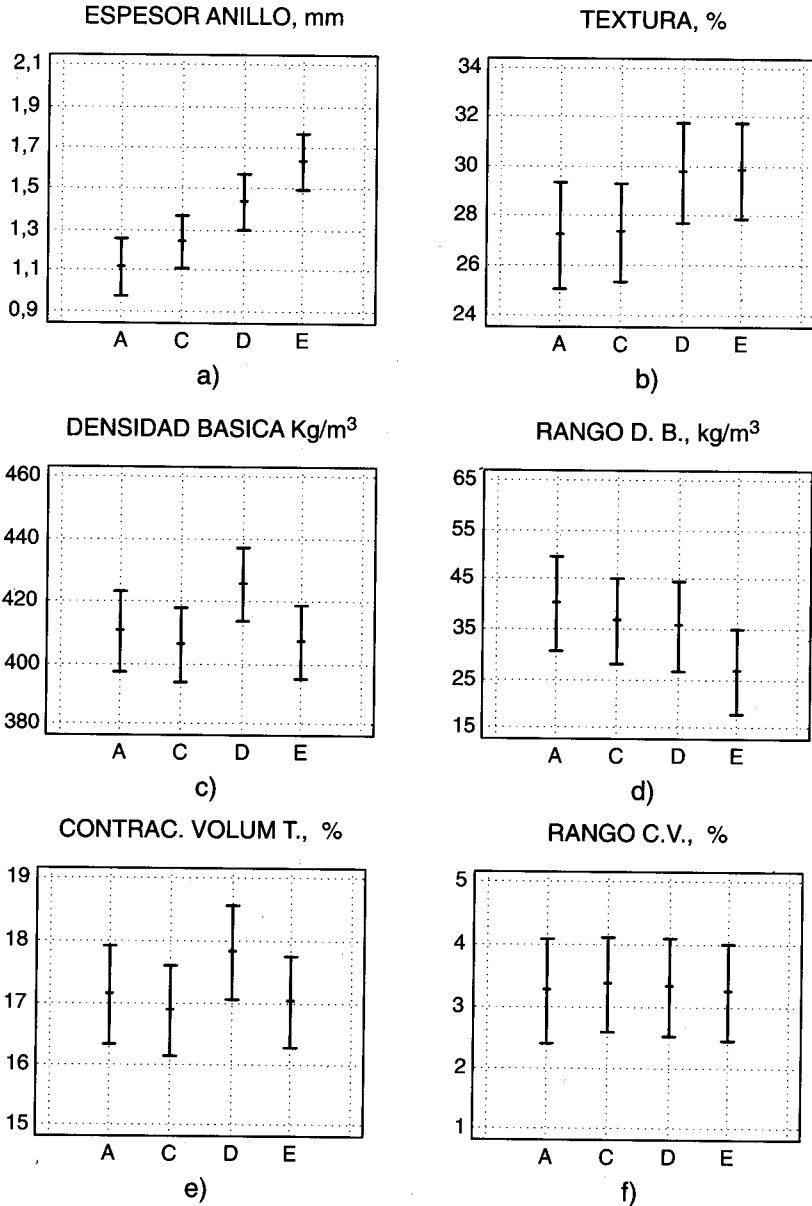
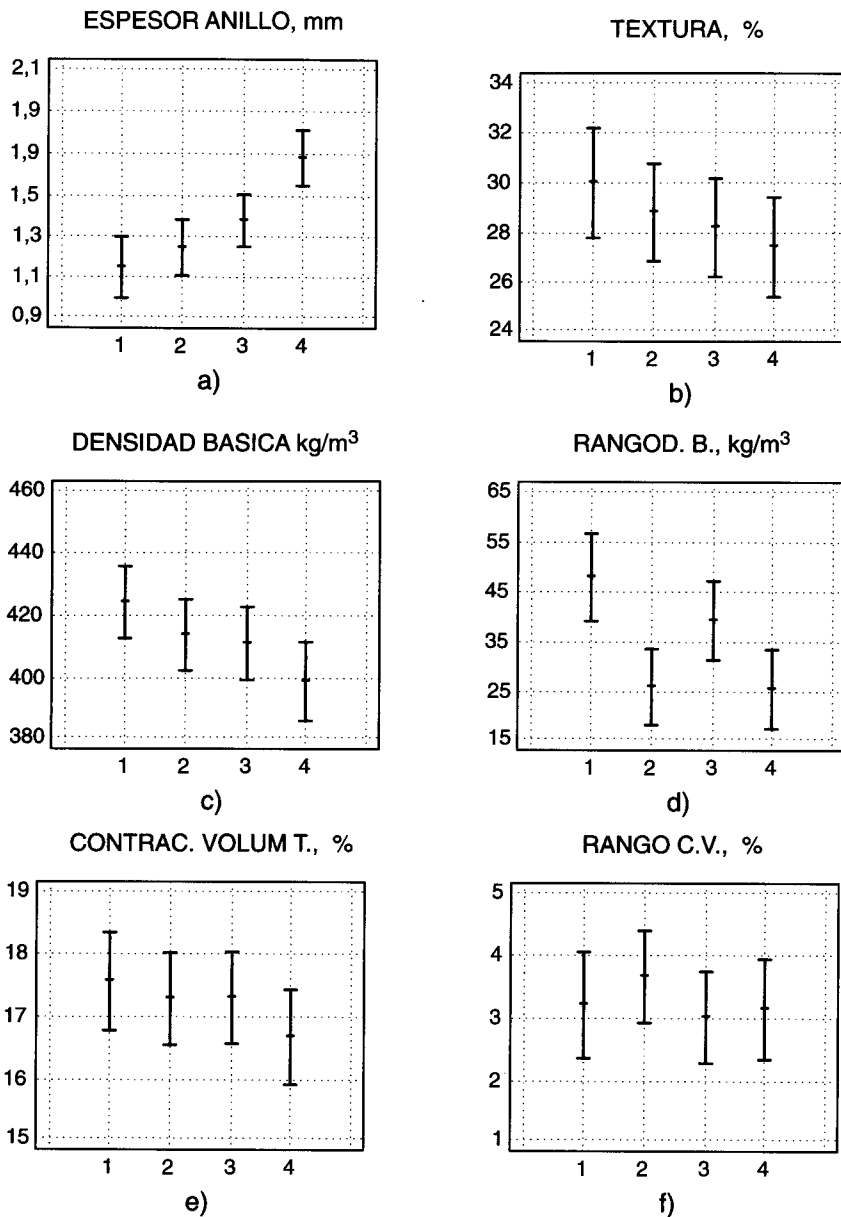


Fig. 1.- Medias e intervalos de confianza (95 %) de las características, según el tratamiento  
*Means and confidence intervals (95%) for properties, by treatment*



**Fig. 2.-** Medias e intervalos de confianza (95 %) de las características, según la clase de diamétrica  
*Means and confidence intervals (95%) for properties, by diameter class*

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se deduce lo siguiente:

La producción total en área basimétrica se mantiene constante en todos los tratamientos respecto del testigo. Se está aprovechando la potencialidad productiva de la estación concentrada en un número de pies aproximado a la mitad de la máxima densidad biológica que la estación puede sostener (Testigo).

Existen diferencias significativas en el crecimiento corriente en diámetro, aumentando con la clase diamétrica, y dentro de ella a medida que el tratamiento se hace más fuerte. Las mayores diferencias se registran en las clases intermedias.

El análisis de la producción total en volumen demuestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos, comprobándose una vez más que para una especie dada en una estación determinada, la intensidad de clara no influye en dicha producción.

Respecto al estudio de los anillos de crecimiento se han encontrado diferencias significativas, en cuanto a su espesor, en el sentido de que aumenta con la intensidad de clara aplicada y con la clase diamétrica. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos en el crecimiento diametral de la masa.

El incremento del espesor del anillo, como consecuencia de la intensidad de la clara, no ha supuesto una disminución significativa del porcentaje de madera de verano, o textura, ni tampoco de la densidad.

La intensidad de las claras no ha provocado un incremento en la variación de la densidad de la madera, ni de la contracción, según las distintas orientaciones del tronco.

Estos resultados ofrecen, a los gestores de montes repoblados, una orientación valiosa para tratar este recurso en la primera mitad del turno en el marco de la Selvicultura, y como fase previa para configurar el método de corta final en la organización de la producción en el marco de la ordenación forestal.

## AGRADECIMIENTOS

A la Jefatura de Montes de la Sección Territorial Primera de Segovia y al Excmo. Ayuntamiento de El Espinar (Segovia) por su atención y facilidades prestadas en la realización de los trabajos en el monte objeto de este estudio.

A D. Jaime Ortiz por su extraordinaria colaboración en los trabajos de campo, a D. José Manuel Grau Corbí, D. Ricardo Alfá, y D.<sup>a</sup> Rosa Calvo por su valiosa ayuda en cuantas cuestiones les hemos formulado.

## SUMMARY

**Influence of thinning intensity on growth, volume production, and wood properties in a *Pinus sylvestris* L. reforestation**

The present paper analyses the influence on growth, production and wood properties of several intensity thinning treatments carried out in a *Pinus sylvestris* L. reforestation. Because of thinning, a reduction in number of trees between 60-62 p.100 has been made with the more intensive treatments.

Significant differences in current diametral growth among treatments are detected. In this way, current diametral growths increase as diameter class increases and as intensity of thinning increases.

Basal area total growth is similar to control in all treatments, and neither volume production total shows significant differences among treatments.

Differences in growth ring width resulting from thinning are not accompanied by significant differences in latewood percentage, and wood basic density, as well as the range of last one for different directions inside same section of the stem.

**KEY WORDS:** *Pinus sylvestris*  
Silviculture  
Thinnings  
Production  
Wood density  
Growth rate  
Latewood percentage

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLUE J.L., 1990. Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías. MAPA-INIA. Madrid, 223 pp.
- BAMBER R.K., BURLEY J., 1983. The wood properties of radiata pine. Commonwealth Agricultural Bureaux, London, 84 pp.
- FERNANDEZ-GOLFIN J.I., DIEZ R., 1995. Influencia del anillo de crecimiento en la densidad y otras propiedades físico-mecánicas de la madera estructural de diversas especies. Invest. Agrar. Sist. y Rec. For., Vol. 3(2), 211-219.
- GARCIA ABEJON J.L., GOMEZ LORANCA J.A., 1984. Tablas de producción de densidad variable en *Pinus sylvestris* L. para el Sistema Central. Comunicaciones INIA, Serie: Rec. Nat. n.º 29. Madrid, 36 pp.
- GOMEZ LORANCA J.A., 1982. El área basimétrica como criterio de intensidad de claras en las experiencias sobre masas naturales de *Pinus sylvestris* L. INIA, I Asamblea Nacional de Investigación Forestal, Tomo IV. Madrid, 1287-1305.
- GOMEZ LORANCA J.A., ASCANIO B., 1991. Estudio de una repoblación en su doble vertiente: Producción y protección. Primera intervención de claras. Actas Encontro Pinhal bravo. ESAC Bencanta, Coimbra, Portugal, 17-26.
- GOMEZ LORANCA J.A., MONTERO G., 1989. Efectos de las claras sobre masas naturales de *Pinus sylvestris* L. en la vertiente sur del Macizo de Urbión. Comunicaciones INIA, Serie: Rec. Nat. n.º 48. Madrid, 44 pp.
- GOMEZ LORANCA J.A., ROJO A., 1993. Resultados de una experiencia de claras combinadas con podas en una repoblación de *Pinus sylvestris* L. Actas Congreso Forestal Español. Soc. Esp. de Cienc. Forestales. Tomo II. Lourizán, Pontevedra, 517-522.
- GOMEZ LORANCA J.A., ROJO A., 1993. Producción de biomasa en una repoblación de *Pinus sylvestris* L. Primera intervención de claras. Actas Congreso Forestal Español. Soc. Esp. de Cienc. Forestales. Tomo II. Lourizán, Pontevedra, 523-528.
- KOCH P., 1972. Utilization of the southern pines, Vol. 1, The Raw material. US Department of Agriculture-Forest Service, 734 pp.