

Aportaciones al conocimiento de la estructura de las masas de *Pinus pinea* L. en los Montes de Hoyo de Pinares (Ávila. España)

El estudio de la irregularidad estructural en masas compuestas por especies de temperamento heliófilo, como es el caso de las formaciones forestales mediterráneas, ha sido abordado escasas veces en la Ciencia Forestal. La aparente estructura irregular que numerosas masas de pino piñonero presentan en la actualidad es el resultado conjunto de la actuación humana sobre estos pinares, orientada a obtener el máximo de utilidades de los mismos (ganado, fruto, resinas, madera y leñas) y de los factores ecológicos que limitan la regeneración natural de la especie.

El alto valor de diversidad biológica, paisajístico, recreativo y protector de estas masas, así como el valor comercial de las producciones de piña, madera y pastos, obligan a considerar como prioritaria la preservación y mantenimiento de estas estructuras, tanto más cuanto su origen viene condicionado, en muchas ocasiones, por la aparente imposibilidad de orientar las masas de pino piñonero, en determinadas estaciones, hacia estructuras regulares.

El presente trabajo analiza la distribución espacial de los individuos de dos parcelas instaladas en masas de pino piñonero con estructura irregular, localizadas en el grupo de Montes de Hoyo de Pinares (Ávila). El trabajo se complementa con un análisis comparativo de las producciones de interés comercial (piña y madera) correspondientes a masas con estructuras regulares e irregulares. La conclusión principal del trabajo es que el mantenimiento de estructuras irregulares en las formaciones de pino piñonero no supone mermas considerables en cuanto a las producciones mediatas de la masa, pudiendo considerar la orientación de las masas hacia esta estructura una alternativa interesante en zonas donde hayan fracasado los intentos para conseguir la regularidad.



G. Montero¹, N. Cañadas², S. Yagüe³,
A. Bachiller¹, R. Calama¹,
E. Garriga¹ e I. Cañellas¹

¹ Dpto. de Selvicultura, CIFOR-INIA,
Apdo. 8111 - 28080 Madrid. España.
montero@inia.es

² Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid. C/ Princesa, 3 - 28008 Madrid.

³ Junta de Castilla y León, Servicio Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Ávila. Monasterio de Santa Ana. Pasaaje del Cister, 1 - 05071 Ávila. España.

INTRODUCCIÓN

Los conocimientos sobre la estructura y dinámica de masas irregulares compuestas por especies mediterráneas son escasos, sin duda debido a la dificultad que presentan las principales especies forestales para crecer y regenerarse en estructuras irregulares debido a su exigencia en luz. Con frecuencia las masas mediterráneas presentan baja densidad, bien por la alta competencia entre los sistemas radicales por el agua superficial, bien porque el hombre ha reducido intencionadamente el número de árboles para obtener un

aprovechamiento múltiple, como es el caso de numerosas dehesas de encina (*Quercus rotundifolia* Lamk.) y alcornoque (*Quercus suber* L.) y extensas masas de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) para fomentar la producción de pastos y frutos.

La creación y mantenimiento de masas irregulares mediante tratamientos selvícolas de cortas por entresaca pie a pie no es posible en especies muy exigentes en luz. En las masas de *Pinus pinea* la condición de irregularidad se produce por la formación de bosqueques y microbosquetes, generalmente coetáneos o con escasas dife-

Foto 1.- Aspecto general de la parcela I-1, en la que se puede identificar individuos de las diferentes clases de edad localizadas en la masa
(Foto: G. Montero)



rencias de edad entre los árboles que los componen (YAGÜE, 1995). La edad media de cada bosque es diferente, siendo difícil encontrar en una misma masa bosques pertenecientes a más de 3 ó 4 clases artificiales de edad. En estas masas la irregularidad estructural se produce por la mezcla en superficie de numerosos bosques de diferentes tamaños y edades, ofreciendo un aspecto de aparente desorden selvícola.

El tamaño y la distribución de los bosques depende de las características ecológicas de la masa y del temperamento de la especie. Las especies exigentes en luz necesitan formar bosques de mayor tamaño para lograr la regeneración. La distribución uniforme es muy rara en la naturaleza y solo se da en repoblaciones o en masas sometidas a tratamientos selvícolas sistemáticos en los cuales el apoyo a la regeneración puede llegar a incluir la siembra o plantación artificial. La distribución casual o aleatoria es muy poco frecuente, pues necesitará condiciones de clima, suelo y microtopografía muy homogéneas y que la especie tenga tendencia negativa a la sociabilidad, cosa que no es frecuente.

El grado de «regularidad» o «irregularidad» presenta en ocasiones límites solapados. Si se define la regularidad fijando las clases artificiales de edad con una diferencia mínima de 20 años y máxima de una cuarta parte del turno; la estructura semirregular como aquella en la que el 90% de los árboles pertenecen a dos clases artificiales de edad cíclicamente continuas y la masa irregular como aquella que no cumple las condiciones de los dos casos anteriores (MADRIGAL, 1994), se puede considerar que la definición de masa irregular puede admitir una serie de grados de irregularidad estructural por distribución de edades y diámetros, lo que se conoce como masas irregulares en sentido estricto o por repartición superficial de grupos de árboles de diferentes edades y tamaños, lo cual se denomina masa irregular por bosques. MADRIGAL, (1994) define un primer grado de irregularidad para caracterizar y denominar aquellas masas en las que al menos el 90% de los pies pertene-

cen a tres clases de edad cíclicamente continuas.

En realidad la condición de regularidad o irregularidad así definida tiene más relación con la apariencia visual del rodal que con su estructura. Tomando la definición de clase artificial de edad en función del turno, un rodal con turno de 60 años dará lugar a clases artificiales de edad de 12 años y un rodal con turno de 300 años puede admitir clases artificiales de edad cuyos individuos tengan diferencias de edad entre ellos de hasta 60 años. De la misma manera, la apariencia de una masa irregular puede constituir un mejor criterio para su clasificación como tal que el rango de edades de los individuos que la componen (DONOSO, 1994). Así, un rodal con un rango de edad de 0 a 50 años aparecería como un ejemplo claro de masa irregular con turno corto; y un rodal con rango de edades comprendidas entre 120 a 170 años tendrá un aspecto característico de masa regular con turno largo, dicho de otra forma los rangos de edades de los individuos no definen bien por sí solos la condi-

ción de regularidad o irregularidad de una masa si no se expresan con relación al turno de la especie.

En los pinares de pino piñonero naturales o naturalizados es frecuente encontrar masas cuya estructura se identifique con la irregularidad o la semirregularidad (YAGÜE, 1994). En las masas de la zona de estudio, especialmente en las localizadas en zonas de montaña, es habitual la presencia de dos, tres y hasta cuatro estratos repartidos superficialmente por bosques de diferentes edades, ocupando superficies muy variadas. Estas estructuras pueden haberse originado por diversas causas (MONTERO y YAGÜE, 1994), entre las que cabe mencionar la realización de aclareos sucesivos por bosques en los que han quedado algunos bosques sin regenerar del turno anterior, árboles sueltos reservados como árboles padres o que persisten por haber tenido una mayor longevidad, árboles conservados por su gran productividad en fruto, bosques regenerados de forma muy incompleta por su excesiva superficie o por sobrepastoreo, etc. Esta casuística configura una amplia ga-

Figura 1.- Localización de la zona de estudio en el Mapa Forestal de España (CEBALLOS, 1966)



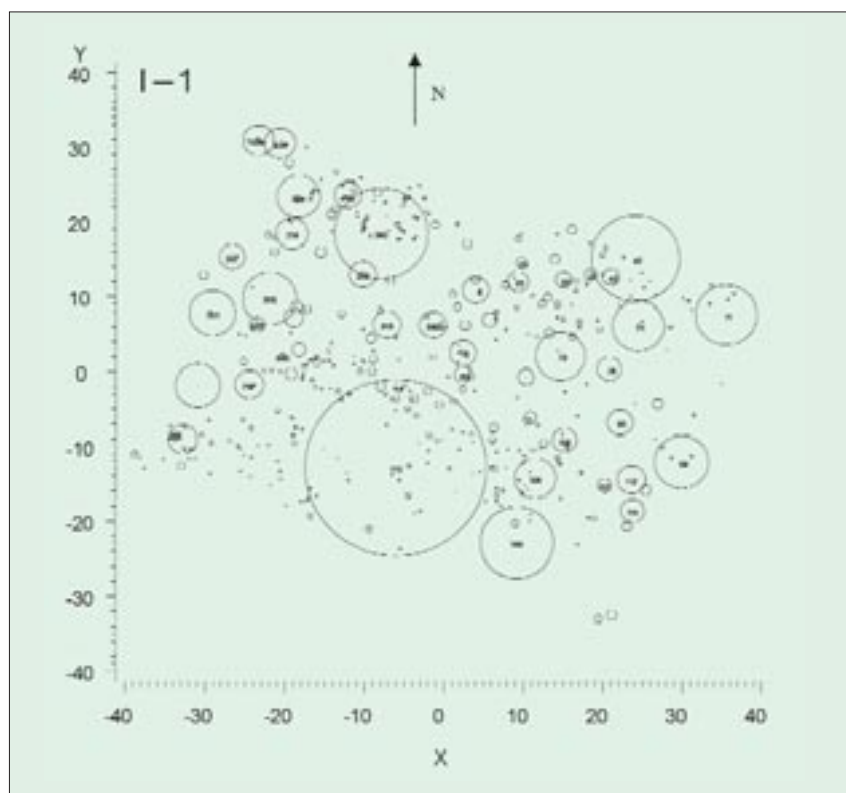
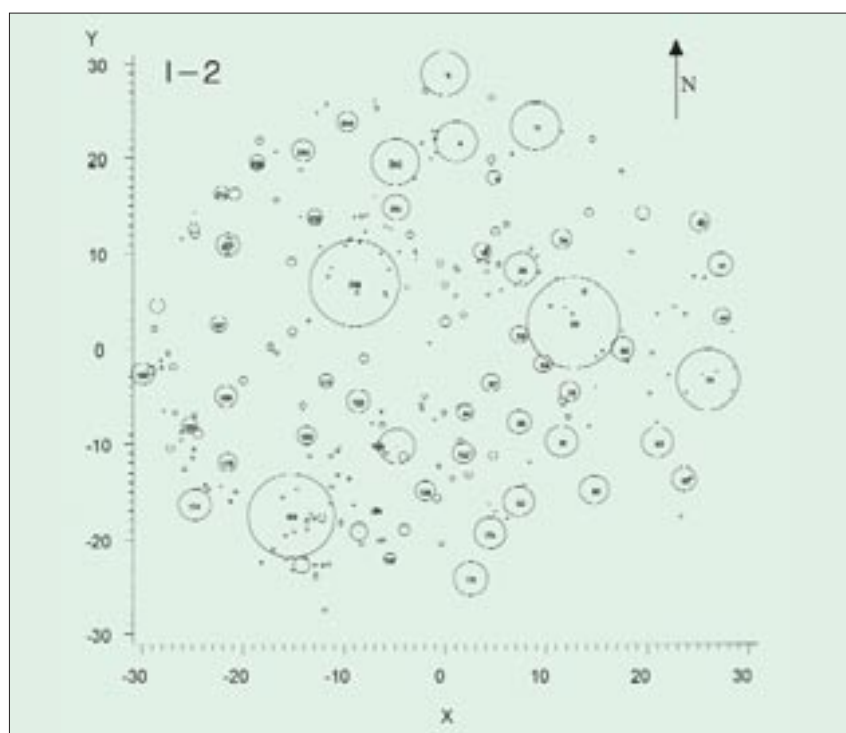


Figura 2.- Distribución espacial de los árboles en la parcela I-1. Los círculos representan el tamaño de las copas. Los árboles numerados tienen un diámetro normal superior a 5 cm. Las coordenadas X e Y vienen expresadas en metros

Figura 3.- Distribución espacial de los árboles en la parcela I-2. Los círculos representan el tamaño de las copas. Los árboles numerados tienen un diámetro normal superior a 5 cm. Las coordenadas X e Y vienen expresadas en metros



ma de casos en cuanto al tamaño y forma de los bosquetes, diferencias de edad y repartición superficial de los mismos, lo que da lugar a la creación de paisajes que presentan fisionomías muy peculiares y de difícil clasificación estructural.

La técnica forestal, ha considerado la masa regular como expresión del tratamiento selvícola racional, al que debería responder correctamente la especie, y la forma irregular se ha considerado más como una expresión de tratamientos empíricos o sistemas de gestión poco reglados en los que la producción ganadera ha tenido una importancia determinante y los tratamientos selvícolas han jugado un papel secundario, limitándose a la realización de podas, eliminación de árboles muertos, aclareo de algún bosque... En el área de estudio, la producción ganadera se ha considerado como la función prioritaria de los montes, mientras que la producción de pña y madera se ha considerado como un producto secundario. La gestión tradicional de estas masas, anterior a la aplicación de la selvicultura reglada, condicionaba el que la regeneración y el tratamiento selvícola de la masa no interfiriesen con el aprovechamiento ganadero.

La valoración de la producción de pña y madera, el uso recreativo y paisajístico, la necesidad de asegurar la regeneración y una densidad mínima de masa que asegure la funcionalidad biológica del sistema pinar, obligan a tomar en consideración estas masas en estructura irregular, y a definir sistemas selvícolas y de ordenación que optimicen su producción sostenible y garanticen la persistencia en las mejores condiciones posibles de estos ecosistemas que siendo productivos encierran, además, una gran diversidad biológica (CIANCIO et al, 1990; FINAT et al, 2000).

Desde el punto de vista forestal la selvicultura representa la intervención cultural por excelencia y persigue la consecución de la máxima funcionalidad bioecológica y la persistencia y estabilidad de la masa, en armonía con su aprovechamiento. Algunos autores (SUSMEL, 1980) defienden la existencia de una relación entre la estructura somática-cronológica de la

masa y la funcionalidad del ecosistema, y aseguran que este tipo de estructura favorece el desarrollo y la estabilidad de los flujos de energía y suponen una expresión de equilibrio entre producción y consumo de nutrientes. Este tipo de afirmaciones parece que se ajustan a la lógica de la naturaleza, pero no hemos encontrado datos que prueben su certeza experimentalmente. Las ventajas biológicas de las masas irregulares sobre las regulares son más bien atribuibles al método de corta de regeneración definido por la longitud del periodo de regeneración que a la propia condición de irregularidad o de regularidad que de forma artificial se les haya asignado (DONOSO, 1994).

El objetivo de este estudio es analizar la estructura que presentan gran parte de los pinares de piñonero en la vertiente Sur del Sistema Central, en las provincias de Ávila y Madrid, estimar la capacidad de producción de piña de estas masas y compararla con la producción de una masa regular a lo largo de un ciclo productivo o turno en el que la edad de madurez definida para la masa irregular coincida sensiblemente con el turno en la masa regular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Región de estudio

Las masas de *Pinus pinea* L. del Sistema Central están localizadas entre las sierras de Guadarrama y Gredos (valles del Tiétar y del Alberche), sobre terrenos que forman valles y elevaciones montañosas con cotas entre los 600 y los 1.200 m. Estas masas ocupan territorios de las provincias de Madrid, Ávila y Toledo (Fig. 1). El sustrato se compone de rocas plutónicas y metamórficas del Paleozoico y Prepaleozoico (granitos y gneiss glandulares), que han dado lugar a *Cambisoles* y *Leptosoles distrícos*, con presencia de afloramientos rocosos. El clima es básicamente Mediterráneo genuino IV₄ (ALLUÉ, 1990), con subtipos Nemoromediterráneos genuinos VI(IV)₂ en las zonas de mayor altitud.



Foto 2.- Individuo de la primera clase de edad, en el que se observan tanto las acículas individuales, glaucas y cortas, efecto del pastoreo, como la guía terminal ya liberada del efecto del ganado. Al fondo se distinguen dos individuos de las clases de edad 20-40 y 40-60 años (Foto: G. Montero).

Las masas de pino piñonero de este territorio presentan una configuración diversa, variable por zonas, dominando en general las disposiciones espaciales abiertas, con pies distribuidos por estratos de clases ampliadas de edad, conformando estructuras aparentemente irregulares, y con alternancia de bosquetes regulares o semiregulares más o menos extensos, de edad y densidad variable.

Dispositivo experimental

Para el estudio de la estructura de la masa se eligieron zonas representativas de la misma con estructura no regular (Foto 1), intentando buscar la mayor irregularidad posible y de forma tal que entrasen en la muestra árboles de todas las clases de edad observadas en esta zona, desde árboles muy viejos al regenerado muy joven.

de las diferentes clases de edad encontradas en el monte.

En ambos casos las parcelas fueron instaladas teniendo en cuenta que estuviesen incluidas dentro de una masa pura, sin presencia de otras especies arbóreas, al menos formando parte de los estratos superiores, y con continuidad superficial en cuanto a la estructura y aspecto de la propia masa a la que se pretende representar.

Toma de datos

En las dos parcelas replanteadas se tomaron los siguientes datos:

- Rumbo y distancia al centro de la parcela de todos los pinos con altura mayor a 20 cm, lo que ha permitido la representación gráfica, en planta, de la distribución superficial de los árboles en la parcela (Figs. 2 y 3)
- Diámetro normal de todos los árboles con diámetro a 1,30 m mayor de 5 cm.
- Altura total y diámetro de copa, medida en dos direcciones perpendiculares, de todos los árboles con altura superior a 20 cm.
- En árboles con diámetro normal superior a 5 cm y altura superior a 2 m se midieron la altura de poda o de la primera rama viva. En una muestra de 43 árboles de las dos parcelas, elegidos de forma tal que cubrieran todas las clases diamétricas, se midió, la edad a 0,3 m (edad real) y a 1,30 m (edad normal) del suelo.
- Se eligieron 15 árboles en la parcela n.º 1 y 8 en la n.º 2, caracterizados porque habían sido recomidos por el ganado durante años, lo que les obliga a tomar un porte semiesférico con ramas desde el suelo y acículas cortas de color glauco, presentando un porte de mata o escobón. En estos pinos, al llegar a una edad determinada, el tamaño de la semiesfera comienza a ser lo suficientemente grande como para que el ganado no alcance a la parte superior central de la misma, apareciendo entonces en el centro una rama principal que comienza un crecimiento de forma natural sin la interferencia del mordisqueo del ganado; las acículas de esta

Foto 3.- Individuo de la segunda clase de edad, caracterizada por altura media superior a 2,6 metros y edad comprendida entre 20 y 40 años
(Foto: G. Montero).

La primera parcela, rectangular, con dimensiones de 68x49 m (3.332 m²), se replanteó con el criterio de que abarcara una superficie tal que incluyera, al menos, un conjunto de árboles representativos de todas las clases de edad que suelen presentarse en el monte. Los lados del rectángulo se prolongaron lo suficiente para obtener una muestra completa de todos los pisos o estratos que se iban suce-

diendo en el espacio, hasta llegar a una zona donde comenzaba a repetirse el mismo patrón de distribución de los bosquetes y cuya inclusión no añadía nuevas clases de edad a las contenidas en la zona marcada. La segunda parcela se replanteó con forma circular, y radio de 30 m, (2.827 m²). En este caso dentro de la superficie circular aparecían suficientemente bien representados todos los bosquetes

Tabla 1.- Caracterización de la estructura de masa en dos parcelas en Hoyo de Pinares (Ávila)

PARCELA Nº 1													
CLASES		dg	N	Edad	Altura	G	G por grupos	Diámetro copa	Cubierta copas	Porcentaje cubierta copas (%)	Volumen	Volumen por grupos	Producción
DIAMÉTRICAS		(cm)	(pies/ha)	(años)	(m)	(m²/ha)	(%)	(m)	(m²)		(m³/ha)		(kg/ha)
Diam < 5,0 cm	0,2 < h < 1,3 m	*	1023	5 a 14	0,52	*		0,48	254		*		*
Diam < 5,0 cm	h > 1,3	*	33	22	1,80	*		1,46	61	7,77	*		*
5-7,5		6,2	12	24	2,6	0,04		1,6	26		0,06		
7,5-12,5		9,0	9	29	3,3	0,06		2,0	30		0,11		
12,5-17,5		15,0	18	31	4,5	0,32		2,9	101		0,80		
17,5-22,5		19,4	42	34	5,2	1,24		3,7	462		3,51		1,3
22,5-27,5		-	-	-	-	-	14,40%	-	-	15,25	-	6,10	
27,5-32,5		27,8	3	42	9,1	0,18		5,9	83		0,85		5,7
32,5-37,5		35,5	12	45	10,3	1,19		6,6	413		6,13		55,8
37,5-42,5		41,6	3	49	10,7	0,41		6,1	87		2,16		21,7
42,5-47,5		44,2	6	56	12,8	0,92	23,30%	7,5	267	20,96	5,75	20,23	51,2
47,5-52,5		-	-	-	-	-		-	-		-		
52,5-57,5		-	-	-	-	-		-	-		-		
>57,5		85,9	12	185	16,9	7,22	62,30%	14,5	2272	56,02	54,20	73,67	485,7
				11,58				4055		73,57		621,4	
PARCELA Nº 2													
CLASES		dg	N	Edad	Altura	G	G por grupos	Diámetro copa	Cubierta copas	Porcentaje cubierta copas (%)	Volumen	Volumen por grupos	Producción
DIAMÉTRICAS		(cm)	(pies/ha)	(años)	(m)	(m²/ha)	(%)	(m)	(m²)		(m³/ha)		(kg/ha)
Diam < 5,0 cm	0,2 < h < 1,3 m	*	693	5 a 14	0,59	*		0,49	162		*		*
Diam < 5,0 cm	h > 1,3	*	60	22	1,79	*		1,39	99	7,71	*		*
5-7,5		5,7	7	24	2,8	0,02		2,0	23		0,03		
7,5-12,5		10,2	42	30	3,3	0,35		2,2	164		0,66		
12,5-17,5		14,4	53	32	4,3	0,86		2,9	359		2,08		
17,5-22,5		20,9	21	35	4,7	0,73		3,6	218		1,85		2,5
22,5-27,5		24,4	28	37	6,3	1,32	33,57%	4,7	503	37,40	4,37	14,39	25,4
27,5-32,5		-	-	-	-	-		-	-		-		
32,5-37,5		34,8	3	46	8,9	0,34		6,9	130		1,29		13,1
37,5-42,5		-	-	-	-	-		-	-		-		
42,5-47,5		42,9	7	62	10,1	1,02	13,92%	6,6	237	10,83	5,08	10,18	55,2
47,5-52,5		50,8	3	76	10,5	0,72		8,7	208		3,13		36,2
52,5-57,5		-	-	-	-	-		-	-		-		
>57,5		73,6	11	176	20,5	4,41	52,51%	12,6	1284	44,06	44,00	75,43	299,2
				9,77				3386		62,48		431,6	
Donde dg: diámetro medio cuadrático, N: número pies/ha, G: Área basimétrica, h: altura													

Donde dg: diámetro medio cuadrático, N: número pies/ha, G: Área basimétrica, h: altura

guía principal alcanzan su longitud normal y toman el color verde característico de la especie. Podría decirse que el árbol ha comenzado a «liberarse» de la presión del ganado y a partir de ese momento presentará un crecimiento en altura totalmente normal. En estos árboles se midió la altura total y la altura a la cual se produce esta guía principal, así como la edad a ras del suelo y a 0,3 m mediante su apeo y la obtención de una rodaja en los puntos mencionados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la estructura de la masa

Los resultados obtenidos en la inventariación de las dos parcelas que consideramos representativas de la máxima irregularidad alcanzada en estos montes, se presentan en la Tabla 1. Dicha tabla muestra con suficiente claridad la estructura actual de la masa. En ella pueden apreciarse cuatro grupos de arbolado que se caracterizan por su edad y su tamaño:

- El *Primer grupo* está formado por árboles de pequeño tamaño, dominados, y recomidos por el ganado. Su diámetro normal es menor de 5 cm, y su altura oscila entre los 0,2 y los 2 m. Se considera que este grupo constituye la clase artificial de edad de 0-20 años.

Dentro de este primer grupo, pueden considerarse a su vez dos subgrupos:

- El primer subgrupo está formado por plantas cuya altura oscila entre 0,2 y 1,3 m, con un valor medio de 0,5-0,6 m. (no

se ha inventariado el regenerado con altura menor de 0,2 m, aunque es abundante). Estas plantas tienen una edad comprendida entre 6 y 14 años; sus acículas son cortas, aisladas, y de color glauco; su porte es redondeado, careciendo casi siempre de guía principal dominante. Este subgrupo puede ser considerado como un banco de regenerado a la espera de ser liberado por la corta de los árboles adultos que les producen competencia, y el cese o disminución del pastoreo o del ganado, que corta intensamente sus brotes. La superficie cubierta por sus pequeñas copas oscila entre los 254 m²/ha en la parcela n.º 1, y los 162 m²/ha de la parcela n.º 2. En ambos casos, la cobertura siempre es menor del 5 o 6% de la superficie total cubierta.

- El segundo subgrupo (Foto 2) está constituido por plantas con altura superior a 1,3 m, altura media de 1,79 a 1,80 m, y diámetro normal menor de 5 cm. El diámetro de copa está próximo a 1,4 m (1,39-1,46 m), y la superficie cubierta por éstas es muy pequeña, debido al escaso número de individuos que lo integran. Su edad media es de 22 años. La práctica totalidad de los árboles presentan ramificaciones desde el nivel del suelo. Su porte es semejante a una semiesfera, con acículas cortas, aisladas y glaucas. En los ejemplares de mayor altura se produce una guía principal que comienza a crecer normalmente, y sus acículas, en grupos de dos, presentan el tamaño y color característicos de la especie.

Para conocer la edad media a la que comienza a aparecer la guía principal, se ha medido una muestra, representativa, de 15 árboles en la parcela n.º 1, y de 8 árboles en la parcela n.º 2. Los resultados han sido los siguientes:

- Edad media a la que aparece la guía principal: 22 años.
- Edad a la cual estas plantas habían alcanzado 0,3 m de altura: 6 años.

- Altura media de las plantas cuando aparece la primera guía principal: 1,35 m., con valores extremos entre 1,1 y 1,6 m.

Estos resultados permiten conocer que desde que la planta alcanza los 0,3 m de altura hasta que es capaz de producir una guía principal (que permite el normal crecimiento de la planta) fuera del alcance del ganado, transcurre una media de 16 años, que unidos a los 6 años que tarda la planta en alcanzar los 0,3 m, nos dan un total de 22 años de media desde su nacimiento. En condiciones normales, en ausencia de carga ganadera, plantas de *Pinus pinea* de 22 años de edad, alcanzan portes arbóreos, comenzando a producir piña.

El largo periodo durante el cual el crecimiento se ha mantenido estancado, por competencia de los árboles adultos, y por excesiva intensidad del pastoreo, unido al pequeño número de árboles que acceden al segundo subgrupo procedente del primero, ponen de manifiesto las dificultades que encuentran las jóvenes plantas para liberarse de los factores adversos que impiden o limitan su normal crecimiento en altura.

La dinámica de la regeneración de la masa influye en la estructura de clases de edad de la masa y en su distribución diamétrica, así como en la morfología de los fustes. Parece demostrado que la abundancia de árboles bifurcados a muy baja altura que existen en esta zona de pinares se debe, fundamentalmente, al mordisqueo del ganado que favorece la emisión de varias guías principales, que se desarrollan a partir de la altura de bifurcación.

- El segundo grupo (Foto 3) está formado por árboles con diámetro comprendido entre 5 y 25 cm; altura media por clase comprendida entre 2,6 y 6,3 m. El diámetro de copa oscila entre 1,6 y 4,7 m, y la superficie cubierta varía entre el 15,25% de la parcela n.º 1, y el 37,4% que

representa la parcela n.º 2. El área basimétrica representa el 14% en la parcela n.º 1 y el 33,6% en la parcela n.º 2. La edad media oscila entre 24 y 37 años. En la definición de clases artificiales de edad, este grupo corresponde a la clase de edad de 20-40 años. Dada la gran diferencia de edad, que al menos en términos relativos existe entre individuos de este grupo, el aspecto visual que ofrece es el de una masa irregular. Con el paso del tiempo los individuos se van igualando en tamaño, y ofreciendo un aspecto más semejante al de masa regular; a este proceso de regularización ayudarían las claras bajas, actuaciones que aún no se han realizado en los bosquetes que forman esta clase de edad.

- El tercer grupo está formado por árboles con edades comprendidas entre 42 y 62 años, y con diámetros medios comprendidos entre 27,8 y 44,2 cm. La altura media por clase diamétrica oscila entre 9,1 y 12,8 m. El diámetro de copa está comprendido entre 5,9 y 7,5 m. El porcentaje de superficie cubierta respecto a la superficie total cubierta oscila entre el 20,96% de la parcela n.º 1, y el 10,83% de la parcela n.º 2. El área basimétrica de este grupo o clase artificial de edad representa un 23,3% en la parcela n.º 1, y un 13,92% en la parcela n.º 2. En los bosquetes que forman este grupo ya se han realizado claras bajas, lo que junto al efecto igualitario que produce el aumento de edad, produce un efecto de regularización u homogeneización de los bosquetes. Los bosquetes que integran esta clase artificial de edad (40-60 años) se encuentran en plena producción. En ocasiones, este grupo se reduce a una mera representación testimonial, y en otras ocasiones, no existe o está representado por algún árbol aislado que no puede considerarse suficiente para justificar la existencia de una clase artificial de edad.

Si consideramos un turno para *Pinus pinea* de 120 años, y admitimos periodos de regene-

Tabla 2.- Caracterización Selvícola y productiva de las dos parcelas de masa irregular y las tres parcelas de masa regular

ESTRUCTURA	Edad (años)	Dg (cm)	N/ha (>20 cm ϕ)	G (m ² /ha)	Volumen en pie (m ³ /ha)	CCF (%)	Producción piña (kg/ha)
P. Irregular I	*	*	78	11,6	74	41	621
P. Irregular II	*	*	73	9,8	63	39	432
P. Regular I	27	22,8	327	13,3	51	48	159
P. Regular II	53	29,7	284	19,7	117	67	715
P. Regular III	105	45,1	135	21,5	166	68	1209

Donde Dg: diámetro medio cuadrático, N: número pies/ha, G: Área basimétrica, CCF: Factor de competencia de copas

ración de 20 años para los bosques, como suele ser frecuente, la masa en su conjunto debería estar formada por bosques pertenecientes a seis grupos o clases artificiales de edad. En las parcelas que hemos inventariado, elegidas en aquellas zonas del pinar donde se presentaba el mayor grado de irregularidad, no hemos encontrado representación de las clases de edad de 60-80 años; 80-100 años; 100-120 años.

- El *cuarto grupo* (Foto 4) encontrado, está formado por árboles muy viejos, con edades comprendidas entre 175-185 años, diámetro de 73,6 a 85,9 cm, y altura de 16,9 a 20,5 m. Se trata de un pequeño número de árboles por hectárea, que siguen controlando la mayor parte de la superficie del pinar. Es preciso destacar que en las dos parcelas inventariadas, el 44 y 56% de la superficie cubierta, el 52 y 62% del área basimétrica y entre el 73 y 75% del volumen maderable, corresponden a este grupo de árboles.

La ausencia de árboles con edades comprendidas entre los 60 y los 120 años, puede estar indicando que la estructura vertical que ahora presenta el pinar, tiene su origen en una masa regular. Los restos de aquello masa originaria conforman hoy el estrato de pies extramaduros,

Foto 4.- Individuo de la clase de edad extramadura (> 160 años). Bajo su copa aparece un individuo de la primera clase de edad en el que no se ha producido la liberación de la guía terminal (Foto: G. Montero)



y su conservación se ha producido bien por su alta productividad en fruto, bien por la escasez de regenerado o la reticencia a la apertura de grandes huecos en estas masas durante las cortas de regeneración. En aquella masa regular original se pudieron realizar hace 60 años (cuando la masas tenía una edad cercana a los 120 años), cortas que abrieron huecos en la masa con objeto de regenerarla. En estos huecos, gradualmente, se fueron instalando los árboles que ahora integran el tercer grupo (40-60 años). Posteriormente, hace aproximadamente 40 años, debió producirse otra corta de árboles adultos, y los huecos creados se han ocupado parcialmente por los árboles que ahora integran el segundo grupo (20-40 años).

El origen de los árboles que hemos definido como integrantes del primer grupo (0-20 años) es más incierto: pueden proceder de cortas o derribos de árboles adultos, tal como se ha indicado para los dos grupos anteriores, pero también pueden haberse instalado en bosquetes abiertos en cortas anteriores que no se regeneraron en su totalidad y en los cuales, aprovechando años de buena cosecha y condiciones climáticas adecuadas, se ha ido instalando un regenerado que ha ido creciendo bajo la competencia de árboles de mayor edad. Las bajas densidades de los estratos adultos permiten el paso de luz suficiente para que los jóvenes árboles se instalen (XIMÉNEZ DE EMBÚN, 1959), aunque su desarrollo esté luego muy limitado por la insuficiencia de la propia luz, y sobre todo, por la competencia radical.

Una vez establecida la estructura actual, la masa puede adquirir un grado de irregularidad cada vez mayor, pues al tratarse de masas que raras veces cubren más del 40% de la superficie del suelo, las probabilidades de que sigan naciendo plantas en el resto de la superficie no cubierta (60%) son altas. El derribo paulatino de árboles adultos por viento, mortalidad, u otras causas, pueden ayudar a

mantener una dinámica más o menos fuerte de regeneración natural, pero que poco a poco puede contribuir a aumentar la irregularidad estructural de la masa. Consideramos que esta es una hipótesis plausible, pero pueden existir otras.

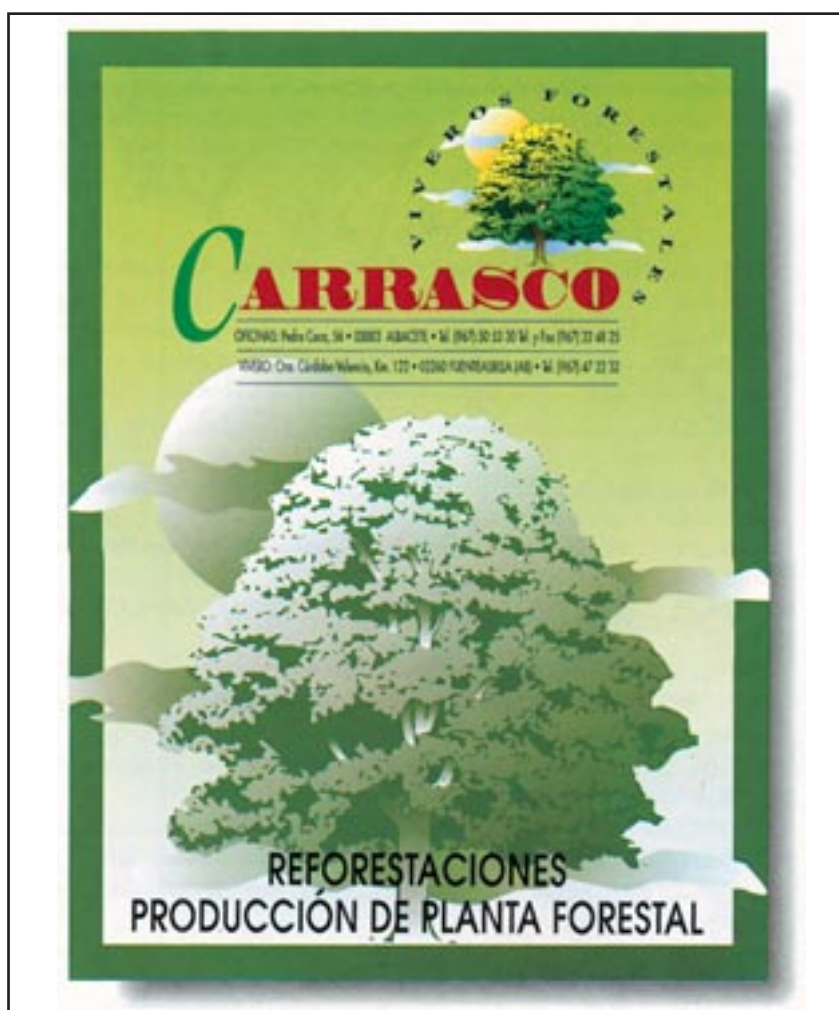
Hasta aquí se ha analizado la estructura somático-cronológica de las masas de pino piñonero a través de datos empíricos obtenidos en la inventariación de dos parcelas. Esta interpretación puede ser completada con la observación de las figuras 2 y 3, en las cuales se representan la distribución espacial de los diferentes grupos de árboles descritos. Los círculos que tienen un número en su interior representan los árboles con diámetro mayor de 5 cm.

De la observación de estas figuras se desprende lo siguiente:

- Debajo de la copa de los árboles de gran tamaño no existen árboles que hayan alcanzado los 5 cm de diámetro, los más próximos se sitúan en la periferia de la copa. Esto indica que la regeneración natural de pino piñonero no puede desarrollarse bajo la cubierta de los árboles padres, aunque aparentemente tenga suficiente iluminación.
- Este hecho ha de ser tenido en cuenta a la hora de aplicar un método selvícola y de ordenación que pretenda mantener y perpetuar en el tiempo la forma de masa irregular por bosquetes.

Influencia de la estructura de masa en la producción

Para comparar la producción de la masa irregular respecto de la de



las masas con estructura regular, se seleccionaron tres parcelas cuyas condiciones ecológicas y selvícolas fuesen semejantes a las existentes en las parcelas de masa irregular. Estas tres parcelas se localizaron en masas regulares con las siguientes edades: 27 años; 53 años y 105 años. En todas ellas, el factor de competencia de copas (CCF) (KRAJICEK *et al.*, 1961) tomaba valores próximos a los encontrados en las parcelas de masa irregular, lo que las hace directamente comparables. En la Tabla 2 se exponen las principales variables que caracterizan a las masas regulares e irregulares.

Los datos de la Tabla 2 ponen de manifiesto que la producción de piña por ha aumenta, tanto para las masas regulares como las irregulares, con el área basimétrica (G) y con el factor de competencia de copas (CCF). En masas regulares la producción de piña crece con la edad, mientras que en masas irregulares, la perpetuación de una estructura en la que se combinaran pies de diferentes edades debería conducir a una producción más o menos constante en el tiempo – considerando siempre los

ciclos veceros propios de la especie. Aunque la cuantía total de la producción de piña en las masas irregulares es menor que en las regulares adultas deben considerarse dos factores de interés que presentan las irregulares, como son la constancia en la producción a lo largo del ciclo y la concentración de la mayor parte de la producción en unos pocos pies, los correspondientes a la clase mayor de edad, lo que incrementa notablemente el rendimiento en las labores de recolección de fruto.

La densidad expresada en términos de área basimétrica (G), en términos de cobertura (CCF) y en volumen en pie es mayor en masas regulares que en masas irregulares. Este hecho puede venir condicionado, entre otros factores, por el porcentaje de territorio ocupado en las masas irregulares por el regenerado y los pies de clases no métricas.

El análisis estático de la producción, recogido en la Tabla 2, refleja diferencias en cuanto a las existencias, tanto en piña como en volumen de madera en pie entre las estructuras regulares e irregulares. Un análisis más exhaustivo

debiera permitir comparar la producción total a lo largo de un ciclo productivo (cuya duración coincidiría con el turno de las masas regulares), y considerar otros factores de interés, como son el mayor valor paisajístico, recreativo y social de las masas irregulares, el uso protector, la capacidad de fijación de CO₂ de unas y otras masas, o el mayor coste e intensidad de gestión que supone la perpetuación de las estructuras irregulares.

Las implicaciones que estas diferencias puedan tener sobre la funcionalidad biológica, estabilidad ecológica, persistencia y densidad de la masa deben ser estudiadas experimentalmente. Las líneas de investigación en masas irregulares de pino piñonero deben orientarse, asimismo, hacia el desarrollo de modelos dinámicos de crecimiento y producción que permitan comparar la producción en fruto y madera, a lo largo de un ciclo productivo, con las producciones obtenidas al aplicar los modelos de producción desarrollados hasta el momento para masas regulares (CAÑADAS, 2000; GARCÍA GÜEMES, 2002). 🌲

- ALLUÉ ANDRADE, J.L. (1990). Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Monografías INIA. M.A.:P.A. Madrid. 222 pp + mapas.
- CAÑADAS, N. (2000). *Pinus pinea* L. en el Sistema Central (Valles del Tietar y del Alberche): desarrollo de un modelo de crecimiento y producción de piña. Tesis Doctoral. ETSI de Montes. Universidad Politécnica Madrid. 356 pp.
- CIANCIO, O.; CUTTINI, A.; MERCURIO, R.; VERACINI, A. (1990). Un mo dèle sylvecole pour la conservation et l'amélioration de la pinède de Pin pignon d'Alberese (Toscane-Italie). *Forêt méditerranéenne*, XII n°2. 131-142.
- DONOSO, C. (1994). Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ed. Universitaria. S.A. Santiago de Chile. 484 pp.
- FINAT, L.; CAMPANA, V.; SESEÑA, A. (2000). La ordenación por entresaca en las masas de piñonero de la provincia de Valladolid. *Actas del 1º Simposio del Pino piñonero* (*Pinus pinea* L.). Tomo I. 147-157. INIA-Madrid.
- GARCÍA GÜEMES, C. (2002): Modelo de simulación selvícola para *Pinus pinea* en la provincia de Valladolid. Tesis Doctorales INIA. Serie Forestal n.º 6. 223 pp.
- KRAJICEK, J. E.; BRINKMAN, K.E.; GINGRICH, S.F. (1961): Crown Competition. A measure of density. *Forest Science*, 7(1): 35 - 42
- MADRIGAL, A. (1994). Ordenación de Montes Arbolados. Colección Técnica. ICONA-MAPA. Madrid. 375 pp.
- MONTERO, G.; YAGÜE, S.(1994). Ordenación de los pinares de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). En *Ordenación de montes arbolados*. Madrigrual, A.(ed). Técnica:287-297.
- SUSMEL, L. (1980). Normalizzazione delle foreste alpine. Basi ecosistemiche-equilibrio undelli colturali-productività. Liviana de S.P.A. 427 Italia
- XIMENEZ DE EMBÚN, J. (1959). *El pino piñonero en las llanuras castellanas*. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Dirección General de Coordinación, Crédito y Capacitación Agraria. Sección de Capacitación. Madrid. 20 pp.
- YAGÜE, S. (1994). Producción y selvicultura del piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. 1ª parte: selvicultura. *Montes*, 36: 45-51.
- YAGÜE, S. (1995). Ordenación de los pinares de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. *Actas de la Reunión de Valsain*. Cuadernos SECF, n.º 1: 221-236.