



FOTO 57 Poda de árboles adultos para favorecer el valor de la madera del fuste.

La poda, se dice, es una operación selvícola cuyo único o principal objetivo es obtener un mayor rendimiento económico. En el caso de la poda de olivación, puede que no aumente mucho la producción, o al menos no la aumenta tanto como para justificar, por sí sola, los cuantiosos costos de su realización. Sin embargo facilita la recogida de las piñas disminuyendo los costos de recolección, y esto unido a un posible y pequeño incremento de la producción puede que, en algunos casos, haga rentable la operación. La recolección mecanizada, cada vez más generalizada, hace menos recomendable, ahora que antes, éste tipo de poda. De todas formas debería hacerse un estudio específico y detallado para despejar definitivamente esta incertidumbre selvícola.

Los árboles de pino piñonero que crecen aislados o en muy baja densidad desarrollan una potente ramificación lateral, tomando un porte redondeado en el que el crecimiento de las guías laterales es casi tan grande como el de la guía principal. Se dice que es una especie con una escasa "dominancia apical". Este hecho ha inducido a algunos autores y conocedores de la especie a pensar que la poda de las ramas inferiores podría estimular el crecimiento de la guía principal y por consiguiente el crecimiento en altura. Por idénticos motivos, si se desea que el árbol no crezca mucho en altura y su copa sea amplia y baja, facilitando así la recogida de piña, parecería indicado no realizar poda alguna. La controversia, como en el caso anterior, existe y la información que hasta ahora se poseía no permitía afirmar o denegar la hipótesis. En este capítulo se aportan algunos datos que contribuyen a un mejor conocimiento de este último hecho, en plantaciones jóvenes. La influencia negativa de la poda sobre el crecimiento en diámetro es bien conocida en especies forestales productoras de madera de calidad, que es en las que más se ha aplicado, por su interés económico al mejorar la calidad de la madera, aunque no la producción cuantitativa de ésta.

Efectos de la poda en el crecimiento en altura y diámetro

En una reciente experiencia realizada en el monte público Ordenados de Almonte (Montero, Candela *et al.*, 1999) se compararon varios tipos de poda y se midió su efecto sobre el crecimiento en diámetro y en altura de los árboles. En esta experiencia 50 árboles fueron podados por el sistema tradicional de la zona, haciendo una primera poda a los 7 años y una segunda poda de los verticilos inferiores a los 10-11 años, dejando los 4-5 últimos verticilos, según el crecimiento de cada árbol. Los resultados se comparan con los obtenidos en otros 50 árboles que crecen en filas contiguas de una repoblación y los cuales no han sido nunca podados. Los datos que se presentan en la tabla III-16 corresponden a 1998 cuando los árboles tenían 15 años.

Tabla III-16. Caracterización de la experiencia de podas.

	Nº de árboles	Diámetro medio (cm)	Coefficiente Variación (%)	Altura media (m)	Coefficiente Variación(%)
Poda tradicional	50	19,2	36,0	5,86	5,1
No podados	50	22,1	18,0	5,76	9,4



FOTO 59 Poda tradicional en una masa joven. Estas podas disminuyen algo el crecimiento en diámetro y mejoran la calidad de la madera.

Como se aprecia en la tabla, los árboles podados según la costumbre tradicional de la zona tienen un diámetro inferior a los árboles no podados, lo que indica y confirma una vez más que la poda disminuye el crecimiento en diámetro.

En lo referente al crecimiento en altura se confirma que la poda considerada como normal para incrementar la producción de madera no incrementa, significativamente, el crecimiento en altura, aunque el valor de los fustes podados será, lógicamente, mayor que el correspondiente a los árboles no podados, debido a la menor cantidad de nudos y a que los fustes serán menos cónicos que en los árboles que no han sido podados.

Efecto de la poda en la producción de piña

Durante la inventariación de las 192 parcelas instaladas para el estudio de la producción de piña (ensayo que se describirá en el apartado siguiente) se midió la altura de poda de cada árbol y posteriormente se calculó el porcentaje de fuste podado respecto a la altura total del árbol. Basándose en el tanto por ciento de fuste podado se han definido tres tipos de poda, dentro de que todas las podas siguen la norma tradicional de la zona, consistente en limpiar el fuste lo más posible, siempre que éste presente un valor potencial para su aprovechamiento maderero.

Los tres tipos de poda se han definido encuadrándolos dentro de los siguientes límites:

- Poda débil. La altura de poda es menor al 40% de la altura total del árbol.
- Poda moderada. La altura de poda oscila entre el 40% y el 65% de la altura total del árbol.
- Poda excesiva. La altura de poda es mayor del 65% de la altura total del árbol.



FOTO 60 Diferente aspecto de un pinar joven antes y después de realizar una poda tradicional.

El análisis del conjunto de los datos indica que de la muestra total el 80 % presenta un tipo de poda moderada; el 15 % presenta un tipo de poda excesiva y el 5 % presenta un tipo de poda débil.

Se observa que la producción mayor se obtiene en las parcelas sometidas a lo que hemos denominado poda excesiva con 114 kg/ha y año, seguidas de las parcelas sometidas a poda normal con 96 kg/ha y año y de las sometidas a poda débil con 55 kg/ha y año. Estos resultados parecen ir contra la lógica, y posiblemente sean debidos a que los árboles con poda excesiva son los árboles de mayor tamaño y edad, en los que su tamaño influye más en la producción de piña que la poda a que están sometidos.

Para evitar esta posible causa se dividieron las 192 parcelas en tres grupos de edades: menores de 40 años de edad, entre 40 y 80 años y mayores de 80 años. Las parcelas de cada uno de estos grupos de edad se clasificaron por el tipo de poda a que estaban sometidos su árboles. La producción media de piña por hectárea, considerando las cuatro zonas conjuntamente durante los años 1993-99, se presenta en la tabla III-17.

Tabla III-17. Número de parcelas y su producción de piña, según el tipo de poda y clases de edad.

	menores de 40 años		40 - 80 años		mayores de 80 años		N° total parcelas	Prod. media (kg/ha)
	N° parcelas	Producción (kg/ha)	N° parcelas	Producción (kg/ha)	N° parcelas	Producción (kg/ha)		
Débil	8	33	1	116	0	0	9	55
Moderada	62	60	73	108	19	174	154	96
Excesiva	2	48	22	123	5	105	29	114

Parece evidente que la poda se hace más intensa en los árboles con mayor edad, esto es lógico si se tiene en cuenta que en estas zonas los árboles suelen ser podados poco antes de ser cortados, por haber llegado a la edad de turno. Esta práctica se justifica por la costumbre que tienen los compradores de madera de cubicar como madera la parte del fuste que esta podada, aunque la poda se haya realizado recientemente. En este caso concreto, la poda tiene una clara influencia positiva en la producción de madera. Esta costumbre viene de antiguo, como lo demuestra la siguiente afirmación que aparece en las actas de Congreso de Selvicultura celebrado en Roma en 1926 hecha por D. Diego Pajarón, Ingeniero del Servicio Forestal de Sevilla:

“La única manera de constituir árboles elevados y de tronco regular que sean susceptibles de producir piezas maderables de grandes dimensiones es la poda, operación mediante la cual, al hallarse desembarazado el árbol de las ramas inferiores, queda favorecido su crecimiento en altura y diámetro. Con la aplicación de este método desaparecen algunas raíces laterales, quedando más regular la red de distribución de los jugos nutritivos y obteniéndose un mejor equilibrio entre la parte aérea y la parte radical”.

Hechas las observaciones anteriores no se encuentran evidencias claras de la influencia de la poda en la producción de piña. Lógicamente hay que admitir que estos resultados no proceden de una experimentación rigurosa y directa, en la que árboles de iguales características



FOTO 61 Masa adulta sometida a una poda que alcanza más del 65% de la altura total del árbol. Su objetivo es aumentar la producción de madera (basada en la costumbre de la zona).

hubiesen sido podados con diferente intensidad y medida su producción de piña durante un número de años suficiente para conocer la variación de la producción de piña como respuesta a cada una de las podas ensayadas.

Producción de piña y madera

Para conocer la influencia de la *edad* y la *densidad* en la producción de piña y madera dentro de cada zona se instalaron 192 parcelas experimentales, 48 en cada zona, repartidas por edades y densidades.

Para la designación de la densidad, expresada en número de pies por hectárea, se hicieron varios recorridos por los montes con el objetivo de localizar, al menos, tres niveles de densidad en función de la edad, de acuerdo al siguiente criterio:

- Parcelas con densidad claramente menor de la densidad media de la zona (en adelante densidad baja).
- Parcelas con densidad aproximadamente igual a la densidad media de la zona (en adelante densidad media).
- Parcelas con densidad claramente superior a la densidad media de la zona (en adelante densidad alta).



FOTO 62 Parcela con densidad claramente menor de la media en la zona.

Después de numerosos recorridos por los montes, se estableció un límite superior para la densidad baja, variable con la edad, y un límite inferior para la densidad alta. Los resultados se muestran en la tabla III-18.

Tabla III-18. Caracterización de la densidad (nº pies/ha) en función de la edad para las masas del sur de la provincia de Huelva.

CLASES DE EDAD (años)	DENSIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
< 20	< 350	350 - 700	> 700
20 - 30	310	310 - 620	620
30 - 40	270	270 - 540	540
40 - 50	230	230 - 460	460
50 - 60	190	190 - 390	390
60 - 70	140	140 - 310	310
70 - 80	105	105 - 230	230
> 80	65	65 - 150	150



FOTO 63 Parcela con densidad próxima a la media de la zona.

Estos límites se establecieron como primera aproximación y para ayudar a los equipos de inventariación de parcelas a la elección de las mismas. Como puede apreciarse en la tabla III-18, los límites de la denominada densidad media son bastante amplios, y los impuestos para definir las densidades baja y alta son también bastante extremos. Esta forma de proceder obligó a instalar las parcelas a lo largo de una amplia gama de densidades y edades, lo que asegura que todas ellas estarán igualmente representadas en la muestra, es decir, para una misma zona y edad, tendremos parcelas desde muy claras a muy densas, pasando por la densidad media, que a su vez representa un amplio intervalo en número de pies por hectárea.

Esta forma de proceder obliga a muestrear todas las densidades de la zona, aunque a veces parcelas pertenecientes a clases de densidad distintas pueden tener espesuras prácticamente iguales, puesto que los límites entre clase y clase son contiguos. Otro aspecto

a tener en cuenta en este sistema de estratificación de las zonas a muestrear es que las densidades alta, media y baja son relativas, sobre todo al final del turno. Así, las zonas de menor fertilidad, en las cuales los árboles son más pequeños, para edades similares, suelen tener mayor densidad en N°/ha que las zonas de mejor calidad de estación. Este hecho puede presentar algún inconveniente a la hora de comparar clases de densidad similares pertenecientes a zonas diferentes.

Tamaño y forma de las parcelas

Se replantearon 192 parcelas circulares de superficie variable en función de la densidad, de tal forma que en todas entrasen exactamente 20 árboles, lo que obliga a que las parcelas de menor densidad tengan, lógicamente, una mayor superficie. El sistema consiste en elegir un punto y a partir de ese punto medir los 20 árboles más próximos. Todos los árboles fueron numerados correlativamente del uno al veinte.

Las 192 parcelas inventariadas pertenecen 48 a cada zona, y dentro de cada zona se instalaron dos parcelas por clase de edad (desde menores de 20 años hasta mayores de 80 años) y en tres clases de densidad (alta, media y baja). (8 clases de edad x 2 parcelas x 3 clases de densidad = $8 \times 2 \times 3 = 48$ parcelas en cada zona).



FOTO 64 Parcela con densidad superior a la media de la zona.

En cada parcela se tomaron los siguientes datos:

- Rumbo y distancia de cada árbol con respecto al centro de la parcela
- Diámetro normal en cruz de cada árbol (cm)
- Espesor de corteza a 1,30 m
- Crecimiento en diámetro de los últimos 10 años a 1,30 m (barrena Pressler)
- Altura total (m)
- Altura de la primera rama viva (m)
- Tipo de poda y número aproximado de años transcurridos desde la última poda
- Diámetro de la copa en cruz de cada árbol (m)
- Número de piñas por conteo visual en los cinco árboles más próximos al centro de la parcela. Durante siete años (1993 a 1999) se ha medido la producción de piña

El primer inventario se realizó en el año 1992 y se repitió a los cinco años, en 1997.

Los resultados obtenidos se exponen en las tablas III-19 a III-22. En estas tablas se ha hecho coincidir la edad con el centro de clase, y la clase de edad correspondiente a las parcelas mayores de 80 años se ha expandido hasta 105 años, por encima de esta edad se instalaron muy pocas parcelas. Esto supone que las edades 85, 95 y 105 están representadas por un menor número de parcelas que el resto de las clases de edad.

Con los datos del primer inventario realizado en 1992, se calcularon los valores modulares por clases de edad y densidad para las variables de masa correspondientes a número de pies por hectárea (N/ha), diámetro medio cuadrático (Dg) y la altura total (Hg). Cuando un valor

modular presentaba un comportamiento anormal, fue sustituido por el valor correspondiente a la interpolación lineal entre el inmediatamente inferior y el inmediatamente superior a él. El número de árboles por hectárea correspondiente a las clases de edad inferiores a 30 años resultó bastante homogéneo, debido a los intensos programas de claras llevados a cabo en los montes muestreados durante los 5-10 años anteriores. En ocasiones hubo dificultades para encontrar masas jóvenes muy espesas. De igual manera, los valores correspondientes a las clases de edad 85, 95 y 105 tuvieron que ser rectificadas, debido a la alta variabilidad encontrada en esas clases de edad y al menor número de parcelas inventariadas.

El área basimétrica por clase de edad se calcula directamente a partir de D_g y N/ha , y el volumen de la masa principal en pie, a través de la tabla de cubicación elaborada por Martínez Millán *et al.* (1993), sustituyendo el diámetro y la altura de cada árbol.

Por comparación de inventarios (1992-1997) se estimó el crecimiento en volumen (m^3/ha y año) por clases de edad y clases de densidad. La alta variabilidad en el N/ha dentro de las parcelas pertenecientes a cada clase de densidad y las correcciones llevadas a cabo en los valores modulares de N/ha y D_g hicieron aconsejable expresar el crecimiento corriente anual en volumen ($lc\ m^3/ha$ y año) de forma proporcional al número de árboles por hectárea correspondiente a cada clase de edad y densidad. Al no conocer los volúmenes extraídos a lo largo de la vida de la masa, este se puede estimar como la diferencia entre el volumen total y el volumen principal (actual) de la masa que queda en pie, suponiendo que no existe mortalidad, o que si existe los pies muertos son aprovechados y contabilizados como extraídos. El volumen total se ha estimado sumando al volumen actual a los 15 años el crecimiento corriente anual del periodo transcurrido hasta la siguiente clase de edad.



FOTO 64-1 Recolección y pesado de las piñas en una parcela.

Tabla III-19. Variación de la producción de piña (kg/ha) y madera (m³/ha) en función de la edad, densidad y diámetro en masas regulares de la zona de Almonte-Hinojos.

ALMONTE. Densidad alta								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	824	15,5	5,7	15,6	37,6	49	49	-
25	717	18,5	7,7	19,2	47,8	79	116	6,7
35	616	23,1	11,0	25,8	59,1	145	162	4,6
45	522	24,7	11,7	25,0	69,2	148	214	5,2
55	434	27,1	12,9	25,0	80,1	162	279	6,3
65	354	29,7	14,1	24,5	91,4	171	328	5,1
75	280	31,8	14,6	22,2	102,8	159	390	6,2
85	213	35,7	16,2	21,3	115,5	167	456	6,6
95	153	41,0	18,3	20,2	129,1	176	502	4,6
105	99	45,5	18,4	16,1	142,7	141	548	4,6

ALMONTE. Densidad media								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	638	18,1	7,4	16,5	29,7	65	65	-
25	525	19,3	7,7	15,3	38,8	62	117	5,2
35	425	22,2	9,1	16,5	49,3	78	150	3,3
45	337	27,6	12,0	20,2	61,6	122	186	3,6
55	262	29,2	12,2	17,5	72,7	107	227	4,1
65	200	31,9	13,0	16,0	85,0	103	258	3,1
75	150	34,7	13,6	14,2	97,9	95	293	3,5
85	113	38,5	14,7	13,2	112,0	94	329	3,5
95	88	42,6	16,0	12,5	126,7	97	352	2,4
105	76	44,5	16,3	11,8	141,1	92	376	2,4

ALMONTE. Densidad baja								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	321	20,3	7,0	10,4	15,3	38	38	-
25	258	22,1	7,6	9,9	27,1	40	64	2,6
35	204	24,6	8,5	9,7	39,6	43	80	1,6
45	159	29,7	10,7	11,0	53,9	59	97	1,7
55	124	32,0	11,3	10,0	67,3	56	116	1,9
65	97	34,8	12,1	9,2	81,4	55	131	1,5
75	80	40,3	14,5	10,2	97,2	72	148	1,7
85	72	42,3	15,2	10,1	111,8	74	166	1,8
95	71	44,3	16,3	11,0	126,8	86	182	1,6
105	71	44,5	16,4	11,0	140,8	87	197	1,5

N: Número de pies/ha; Dg: Diámetro medio cuadrático (cm); Hg: Altura media (m); G: Área basimétrica (m²/ha); Peso piña (kg/ha); Vactual: Volumen masa principal (m³/ha); Vt: Volumen total (m³/ha); Ic: Crecimiento corriente anual en volumen (m³/ha y año).

Tabla III-20. Variación de la producción de piña (kg/ha) y madera (m³/ha) en función de la edad, densidad y diámetro en masas regulares de la zona de Moguer-Mazagón.

MOGUER. Densidad alta								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	884	13,8	4,5	13,3	36,6	33	33	-
25	777	15,8	5,7	15,2	51,5	47	60	2,7
35	676	16,7	6,0	14,8	61,9	48	89	2,9
45	582	17,8	6,3	14,4	73,0	49	114	2,5
55	494	20,0	7,5	15,5	90,1	61	136	2,2
65	414	22,1	8,5	15,9	107,0	70	162	2,6
75	340	23,9	9,0	15,2	122,3	71	184	2,2
85	273	27,1	10,5	15,7	144,8	84	203	1,9
95	213	30,8	12,1	15,9	170,0	96	219	1,6
105	159	33,4	12,2	13,9	190,0	84	236	1,7

MOGUER. Densidad media								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	698	13,9	4,8	10,6	29,3	28	28	-
25	585	15,9	5,7	11,6	44,0	36	49	2,1
35	485	17,8	6,5	12,0	59,0	42	72	2,3
45	397	19,4	7,0	11,7	72,9	44	89	1,7
55	322	22,6	8,5	12,9	95,1	57	104	1,5
65	260	24,4	9,0	12,2	111,4	57	121	1,7
75	210	26,7	9,7	11,7	130,1	58	135	1,4
85	173	29,7	10,9	12,0	152,9	66	146	1,1
95	148	33,9	13,0	13,4	182,0	86	157	1,1
105	136	34,8	13,2	12,9	195,9	84	167	1,0

MOGUER. Densidad baja								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	291	15,8	4,3	5,7	21,2	14	14	-
25	228	17,0	4,5	5,2	34,7	13	23	0,9
35	174	19,8	5,4	5,3	55,5	16	32	0,9
45	129	23,5	6,7	5,6	81,6	20	38	0,6
55	94	29,4	9,0	6,4	118,2	29	43	0,5
65	67	33,3	9,9	5,8	145,4	29	48	0,5
75	50	36,7	10,5	5,3	170,7	28	51	0,3
85	42	38,7	10,8	4,9	190,2	27	54	0,3
95	41	39,1	10,9	4,9	202,2	27	57	0,3
105	41	39,3	11,0	5,0	213,2	27	60	0,3

N: Número de pies/ha; Dg: Diámetro medio cuadrático (cm); Hg: Altura media (m); G: Área basimétrica (m²/ha); Peso piña (kg/ha); Vactual: Volumen masa principal (m³/ha); Vt: Volumen total (m³/ha); Ic: Crecimiento corriente anual en volumen (m³/ha y año).

Tabla III-21. Variación de la producción de piña (kg/ha) y madera (m³/ha) en función de la edad, densidad y diámetro en masas regulares de Campo Común de Arriba de Cartaya.

C. C. ARRIBA. Densidad alta								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	874	14,8	5,3	15,1	27,3	44	44	-
25	767	17,5	7,1	18,4	36,9	70	106	6,2
35	666	19,8	8,5	20,4	44,9	91	166	6,0
45	572	21,0	9,0	19,9	47,5	93	230	6,4
55	484	22,5	9,5	19,2	52,0	94	258	2,8
65	404	24,6	10,5	19,2	62,7	103	286	2,8
75	330	26,4	11,0	18,1	72,0	101	321	3,5
85	263	29,2	12,1	17,7	89,1	107	358	3,7
95	203	32,4	13,1	16,7	109,5	108	379	2,1
105	149	35,1	13,2	14,5	128,5	94	400	2,1

C. C. ARRIBA. Densidad media								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	648	14,9	5,3	11,3	21,0	33	33	-
25	535	17,9	6,8	13,4	31,1	49	79	4,6
35	435	21,2	8,5	15,4	41,0	68	121	4,2
45	347	22,8	8,9	14,2	54,0	66	163	4,2
55	272	24,6	9,3	12,9	67,0	62	180	1,7
65	210	26,5	9,6	11,6	80,2	57	196	1,6
75	160	28,7	9,9	10,3	93,3	52	214	1,8
85	123	31,2	10,3	9,4	106,2	49	232	1,8
95	98	33,8	10,8	8,8	119,3	48	242	1,0
105	86	35,3	11,0	8,4	134,5	46	252	1,0

C. C. ARRIBA. Densidad baja								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	326	18,2	5,9	8,5	18,1	27	27	-
25	263	20,4	6,7	8,6	33,8	31	50	2,3
35	209	23,8	8,1	9,3	50,5	39	71	2,1
45	164	28,1	9,9	10,2	67,9	51	91	2,0
55	129	30,3	10,5	9,3	82,0	49	99	0,8
65	102	32,7	11,1	8,6	95,8	48	107	0,8
75	85	34,2	11,3	7,8	107,8	44	116	0,9
85	77	35,2	11,5	7,5	118,6	43	126	1,0
95	76	35,5	11,6	7,5	128,0	43	132	0,6
105	76	35,6	11,7	7,6	137,2	44	138	0,6

N: Número de pies/ha; Dg: Diámetro medio cuadrático (cm); Hg: Altura media (m); G: Área basimétrica (m²/ha); Peso piña (kg/ha); Vactual: Volumen masa principal (m³/ha); Vt: Volumen total (m³/ha); Ic: Crecimiento corriente anual en volumen (m³/ha y año).

Tabla III-22. Variación de la producción de piña (kg/ha) y madera (m³/ha) en función de la edad, densidad y diámetro en masas regulares de Campo Común de Abajo de Cartaya.

C. C. ABAJO, Densidad alta								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	914	13,4	4,2	12,8	35,1	30	3	-
25	807	16,5	6,4	17,2	40,5	59	69	3,9
35	706	18,3	7,5	18,6	56,2	74	114	4,5
45	612	19,5	8,0	18,4	77,8	77	156	4,3
55	524	20,9	8,5	17,9	99,0	80	202	4,6
65	444	23,8	10,2	19,7	108,4	103	219	1,7
75	370	25,1	10,5	18,4	130,5	98	250	3,1
85	303	27,6	11,5	18,1	144,7	105	281	3,1
95	243	29,2	11,6	16,3	166,0	95	302	2,0
105	189	31,3	11,7	14,5	184,4	85	322	2,0

C. C. ABAJO, Densidad media								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	708	15,1	5,6	12,7	28,0	39	39	-
25	595	19,6	8,2	17,9	46,9	77	69	3,0
35	495	20,7	8,5	16,7	64,6	74	102	3,3
45	407	22,7	9,3	16,5	82,5	79	132	3,0
55	332	23,9	9,5	14,9	100,1	73	162	3,0
65	270	26,2	10,3	14,5	118,0	76	173	1,1
75	220	27,7	10,6	13,3	135,6	71	192	1,9
85	183	30,2	11,5	13,1	153,5	76	211	1,9
95	158	31,3	11,6	12,2	170,9	71	223	1,2
105	146	32,0	11,7	11,8	188,0	69	234	1,1

C. C. ABAJO, Densidad baja								
EDAD	N	Dg	Hg	G	Peso piña	Vactual	Vt	Ic
15	286	16,9	4,9	6,4	20,3	17	17	-
25	223	20,0	6,1	7,0	49,8	23	29	1,2
35	169	23,1	7,2	7,1	77,9	27	42	1,2
45	124	25,2	7,5	6,2	99,5	24	52	1,0
55	89	27,6	7,8	5,3	120,7	22	61	0,9
65	62	30,8	8,2	4,6	143,6	19	64	0,3
75	45	34,4	8,7	4,2	165,7	18	68	0,4
85	37	43,3	12,7	5,5	209,3	34	72	0,4
95	36	43,8	12,8	5,4	215,2	34	74	0,3
105	36	43,9	12,9	5,5	219,8	34	77	0,2

N: Número de pies/ha; Dg: Diámetro medio cuadrático (cm); Hg: Altura media (m); G: Área basimétrica (m²/ha); Peso piña (kg/ha); Vactual: Volumen masa principal (m³/ha); Vt: Volumen total (m³/ha); Ic: Crecimiento corriente anual en volumen (m³/ha y año).

Influencia de la densidad en la producción de piña

Dada la alta variabilidad interna que presenta la producción de piña, no se ha podido encontrar diferencias, estadísticamente significativas, entre la producción por hectárea para diferentes densidades de masa (ver tablas III-19 a III-22). La variación de la producción por edad presenta una fuerte tendencia a aumentar con el tiempo. Se observa que la producción por hectárea en las edades jóvenes es mayor en las masas más espesas que en las más aclaradas, esto puede ser debido a que no ha comenzado la competencia entre árboles. En estas condiciones la producción por hectárea es casi proporcional al número de árboles. A medida que aumenta la edad y crece la competencia, la producción media comienza a ser mayor en las masas más aclaradas. La silvicultura debe determinar el número de árboles por hectárea que optimice la producción de piña para cada edad y para cada calidad de estación.



FOTO 65 Vista de una masa muy densa. Obsérvese el vigor y el grado de iluminación que presentan las partes superiores de las copas. Si se observa con detenimiento, se aprecia como pequeños grupos de árboles reproducen, visto desde arriba, un casquete esférico que podría parecer, a primera vista la copa de un solo árbol muy grande.

El hecho de que la producción media por hectárea no varíe significativamente con la densidad, es, en cierto modo, coherente con la biología de la masa. En las masas densas la superficie de copa iluminada puede ser igual o, en algunos casos, mayor que en las masas aclaradas, al menos en la primer mitad del turno, lo cual explica que la producción no sea diferente. Otra cosa es que la producción por árbol individual, a edades similares, sea siempre igual o mayor en las masas más aclaradas. Este hecho tiene mucha influencia en la economía de la producción de piña. Por una parte, para recolectar la misma o un poco menos de producción en masas densas hay que trepar a un mayor número de árboles, lo cual aumenta considerablemente los costos de recolección en las masas espesas frente a los costos en masas aclaradas. Aún en el caso probable de que se imponga la recolección de la piña de forma mecanizada en un futuro próximo, los costos seguirán siendo superiores en las masas densas. Por otra parte la cantidad de piña recolectada (a igualdad de producción por hectárea) será siempre mayor en las masa claras, pues los árboles con menos de 3-4 piñas generalmente no son recolectados

y su producción se pierde, al menos a efectos de su comercialización. El número de árboles con muy pocas piñas por individuo es mayor en las masas espesas que en las claras. Este aspecto tiene importancia en todas las masas de *P. pinea* y así ha sido descrito (Yagüe, 1994) para los montes de la provincia de Ávila, pero, como es lógico, en el caso de los pinares andaluces con una producción menor por árbol y por hectárea alcanza una mayor proporción en términos de número de árboles a los cuales no se les coge la piña, lo que implica una mayor proporción de cosecha no recolectada por resultar su recogida antieconómica.

Si situamos en cinco el número mínimo de piñas por árbol que hace rentable su recolección, se puede estimar cual sería el porcentaje de la producción total por hectárea que quedaría en el monte. Esta información se presenta en la tabla III-23.



FOTO 66 Un grupo de pinos creciendo muy juntos tienden a configurar el perfil de una gran copa única para aprovechar totalmente la luz cenital y lateral.

Tabla III-23. Variación del porcentaje medio, respecto de la producción total, de piña no recolectada por estar en árboles con cuatro o menos piñas por individuo, por clases de edad y densidad, en los pinares del Sur de la provincia de Huelva. Datos medios de 7 años (1993-99)

CLASE DE EDAD (años)	DENSIDAD ALTA		DENSIDAD MEDIA		DENSIDAD BAJA		MEDIA	
	Prod. Total (kg/ha)	% No cosechado	Prod. Total (kg/ha)	% No cosechado	Prod. Total (kg/ha)	% No cosechado	Prod. Total (kg/ha)	% No cosechado
< 20	19,0	100,0	74,1	61,9	62,4	46,6	51,9	69,5
20-40	81,1	81,1	78,0	69,8	45,3	55,7	68,1	68,9
40-60	49,1	64,6	97,3	43,5	117,2	9,0	87,9	39,0
60-80	128,8	40,4	158,7	20,3	121,8	11,1	136,4	23,9
> 80	158,5	29,9	132,2	9,9	160,0	6,6	150,2	15,5
MEDIA	87,3	63,2	108,0	41,1	101,3	25,8	98,9	43,4

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

Para poder estimar los costos de recolección es interesante conocer el porcentaje de la producción total a recolectar (en árboles con cinco o más piñas) dividido en rangos.



FOTO 67 En las masas aclaradas, la producción por árbol es claramente mayor lo que aumenta el rendimiento en la recogida de la piña.

Tabla III-24. Porcentaje medio de producción total de piña por hectárea recolectada, según rango de producción por árbol y densidad, en los pinares del Sur de la provincia de Huelva. Datos medios de 7 años (1993-99).

RANGO DE PRODUCCIÓN	DENSIDAD ALTA	DENSIDAD MEDIA	DENSIDAD BAJA	
Árboles con 5-10 piñas	61,3 %	39,0 %	26,4 %	42,2 %
Árboles con 11-50 piñas	38,7 %	51,6 %	52,7 %	47,7 %
Árboles con más de 50 piñas	0,0 % ⁽¹⁾	9,4 %	20,9 %	10,1 %

⁽¹⁾ No se han encontrado árboles con más de 50 piñas en masas densas en el estudio.

Influencia de la edad y la densidad en el número de piñas por árbol

Como se ha expuesto en el apartado anterior, la producción total media por hectárea no muestra variaciones significativas con la densidad del arbolado, pero esta aparente igualdad, en cuanto a la producción física, pierde ese carácter cuando se interpreta en términos de rentabilidad por hectárea, pues en las masas aclaradas aumenta la producción por árbol, y el porcentaje de árboles que producen piña, lo que repercute de forma proporcional en la bajada de los costos de recolección. En la tabla III-25 se exponen el número de piñas por árbol y clases

de edad en función de la densidad de la masa. Sólo se tienen en cuenta para este cálculo los árboles que producen una o más piñas por cosecha. No se consideran los árboles que no producen ninguna piña, los cuales suelen ser mayoría en las masas jóvenes

Tabla III-25. Variación de la producción media del nº de piñas por árbol productor de al menos una piña, en función de la clase de edad, densidad de la masa y zona. Datos de 7 años (1993-99).

CLASE	DENSIDAD ALTA Nº piñas/árbol				DENSIDAD MEDIA Nº piñas/árbol				DENSIDAD BAJA Nº piñas/árbol				MEDIA 4 zonas Nº piñas /árbol
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	
< 20	1,0	1,0	1,0	1,8	2,2	3,7	1,3	3,0	5,4	3,4	4,1	3,1	2,6
20-30	1,2	2,2	2,6	2,0	2,0	2,0	1,7	1,9	2,3	1,1	1,2	3,2	1,9
30-40	1,4	3,0	1,9	2,1	2,8	2,1	3,4	3,4	2,0	5,4	4,8	2,1	2,9
40-50	1,2	3,4	1,2	1,3	2,2	2,4	3,7	4,5	6,4	5,8	9,7	7,5	4,1
50-60	1,4	3,0	3,0	1,8	2,9	4,3	2,9	2,2	3,0	10,1	7,4	14,5	4,7
60-70	3,3	6,6	4,3	1,9	5,5	4,6	4,6	8,2	3,2	10,0	13,1	9,6	6,3
70-80	3,8	4,6	4,3	1,5	4,0	10,2	2,7	6,9	8,7	23,5	4,5	17,6	7,7
> 80	5,3	6,0	6,4	2,0	9,6	16,3	3,4	25,3	15,3	8,3	18,9	15,4	11,0

Z-1. Almonte-Hinojos; Z-2. Moguer-Mazagón; Z-3. Campo Común Arriba; Z-4. C. C. Abajo.

Comparación entre zonas

El comportamiento general, en lo que se refiere a la influencia de la densidad y la edad en la producción de piña es bastante similar en las cuatro zonas.

Como era de esperar, se ha puesto de manifiesto que las zonas situadas a mayor distancia de la costa tienen una mayor capacidad para la producción de madera y, las zonas situadas más próximas a la costa presentan una mejor aptitud para la producción de piña.

En la zona 1, que hemos denominado Almonte-Hinojos, se presentan rodales con alta densidad y gran capacidad de producción de madera, que puede alcanzar crecimientos de 5-6 m³/ha y año, mantener más de 150 m³/ha en pie y un volumen de masa total (Vt)¹ que puede sobrepasar los 500-550 m³/ha. Lógicamente, en las zonas más aclaradas se va perdiendo producción de madera debido, seguramente, a que en estas densidades los árboles no ocupan totalmente la superficie y pueden aprovechar completamente la capacidad productiva de la estación, en términos de producción de biomasa.

¹ Masa total se define como la suma de la masa principal después de la clara en el momento t, más la suma de toda la masa extraída en las claras y otro cualquier tipo de corta anteriores al momento t. Es decir, se trata de la producción total de la masa a lo largo de todo el ciclo productivo.

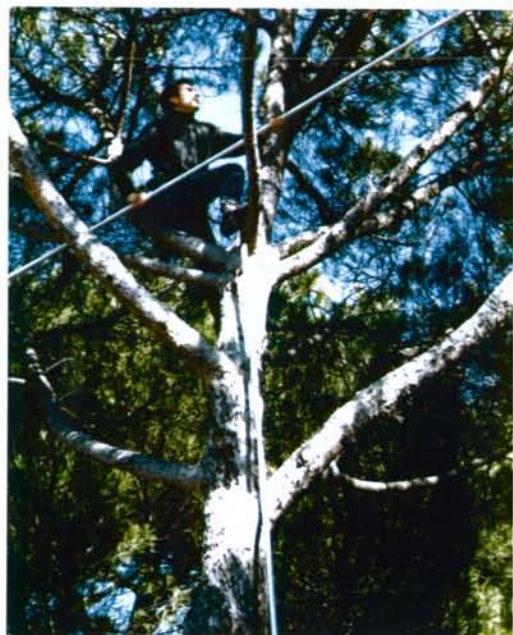


FOTO 68 Piñero tirando la piña manualmente con la ayuda de una pértiga. El trabajo es peligroso y se requiere personal muy especializado.



FOTO 69 Recolección mecanizada de la piña. La máquina sujeta al árbol con una pinza y, mediante el movimiento vibratorio, hace caer la piña del árbol. En la foto se aprecian piñas cayendo y piñas en el suelo.



FOTO 70 Si las vibraciones son poco intensas puede quedar un porcentaje de piña en el árbol y, si son muy intensas, se corre el riesgo de tirar parte de la cosecha de los siguientes años. En la foto se aprecian, junto a las piñas maduras tiradas por la máquina, ramas con flores de primer y segundo año que formarán las cosechas del año próximo y el siguiente.

La producción de piña presenta una alta variabilidad anual, lo que hace muy difícil ofrecer cifras medias representativas, que puedan considerarse como producción media anual. Durante los siete años consecutivos en los que se ha medido la producción de fruto se han encontrado años en los que la producción de piñas fue prácticamente nula y otros en los que algunas parcelas produjeron más de 300 kg/ha de piña.

La producción de piña casi no varía con la densidad. El tipo de poda que se practica en estas masas, desde las edades jóvenes hasta el final del turno, tendente a conseguir fustes altos y limpios que optimicen la producción de madera, hace que las copas sean reducidas, aún en aquellos rodales o bosquetes que presentan una menor densidad. Esta práctica tradicional podría explicar la escasa diferencia en la producción de piña entre las masas densas y las más aclaradas.

En la zona 2, Moguer-Mazagón, la diferencia de densidad es mayor, existiendo bosquetes muy densos y zonas próximas a la costa donde la masa está más aclarada. Los árboles tienen copas más redondeadas y amplias. La producción de piña por árbol es mayor, aunque la producción por hectárea no difiere significativamente entre las masas densas y aclaradas.

En consonancia con lo anterior, la producción de madera es mucho menor en términos absolutos, lo que unido a su mayor aptitud para la producción de piña, hace que la madera en esta zona tenga una importancia relativa mucho menor que en la zona de Almonte-Hinojos.

La zona 3, Campo Común de Arriba de Cartaya, es, según nuestros resultados, la que produce una menor cantidad de piña, seguramente debido a las altas densidades de la masa, y a la baja fertilidad del suelo en las zonas cacuminales. La variabilidad en la calidad de estación, más acusada según nuestros datos que en el resto de las zonas, puede contribuir a justificar el que su capacidad de producción de madera tampoco resulte comparativamente alta. Las densidades medias son muy similares a las encontradas en la zona 1, pero la calidad de estación media es bastante más baja, lo que se pone de manifiesto por las alturas medias que va alcanzando la masa a lo largo de las diferentes edades.

En la zona 4, Campo Común de Abajo de Cartaya, la producción de piña es prácticamente similar a la producción en la zona 2, y la producción de madera parece un poco mayor. Es probable que en esta zona la representación superficial de rodales con pinos de muy poca altura y muy aclarados sea inferior a la existente en la zona 2, aunque esto es difícil de cuantificar con la información de que se dispone en este estudio.

Para terminar este pequeño análisis comparativo entre zonas, se expone en la tabla III-26 la producción de piña por hectárea y clase de edad para cada zona.

Tabla III-26. Variación de la producción media de piña (kg/ha), por zonas en función de la edad y la densidad. Datos de 7 años (1993-1999)

CLASE	DENSIDAD ALTA kg/ha				DENSIDAD MEDIA kg/ha				DENSIDAD BAJA kg/ha			
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4
15	38	37	27	35	30	29	21	28	15	21	18	20
25	48	52	37	41	39	44	31	47	27	35	34	50
35	59	62	45	56	49	59	41	65	40	56	51	78
45	69	73	48	78	62	73	54	83	54	82	68	100
55	80	90	52	99	73	95	67	100	67	118	82	121
65	91	107	63	108	85	111	80	118	81	145	96	144
75	103	122	72	131	98	130	93	136	97	171	108	166
85	116	145	89	145	112	153	106	154	112	190	119	209
95	129	170	110	166	127	182	119	171	127	202	128	215
105	143	190	129	184	141	196	135	188	141	213	137	220

De lo dicho anteriormente y del análisis de la tabla III-26 se deduce claramente la mayor aptitud de las zonas costeras para la producción de piña, frente a la mayor capacidad de producción de madera que presentan las zonas más interiores (zonas 1 y 3).

En las primeras su selvicultura debería plantearse dando más importancia a aspectos selvícolas que, a priori, favoreciesen la producción de piña, entre los que cabe destacar un programa de claras fuertes y precoces para favorecer el desarrollo y la iluminación de las copas desde las primeras edades, única forma de actuación que garantiza que los árboles de la masa principal tengan copas amplias y capaces de producir mayores cantidades de piña a lo largo de todo el turno.

Aunque es difícil contar con toda la información necesaria para prescribir la selvicultura más adecuada, en función de las condiciones en que se encuentre la masa, las funciones protectora, ambiental, paisajística que la masa debe cumplir y el interés económico de los diferentes productos que la sociedad demanda en cada caso, consideramos que la información contenida en éste y anteriores apartados permiten al selvicultor orientar los tratamientos selvícolas, desde las primeras edades de la masa hasta el final del turno, en función de los objetivos que se persigan y las características ecológico-selvícolas de cada zona.

Influencia de la clara y la poda en la producción de piña

La relación entre la densidad y la producción de piña puesta de manifiesto en el apartado anterior se ha hecho partiendo de densidades medias actuales, pero no se conocen las densidades de las diferentes parcelas a lo largo de su vida, de tal manera que, aunque poco probable, es posible que parcelas que en el momento de su primera inventario en 1992 aparecían con densidad baja o media pudieran haber tenido ocho o diez años antes densidad media o alta respectivamente. Dicho de otro modo es posible que los efectos de la densidad actual, en lo referente a producción de piña, no puedan considerarse en términos absolutos, ya que ésta puede estar influenciada por la densidad que haya podido tener la masa en épocas anteriores.

Por este motivo en 1993 se plantearon tres experimentos de claras y podas en tres zonas diferentes de la provincia de Cádiz: Acantilados y Pinar de Barbate, Las Cuevas del Hospital en Los Barrios y monte Benazainilla en Jimena de la Frontera. Se buscaron parejas de parcelas lo más homogéneas posible. Una de ellas se dejó como testigo, sin ninguna intervención y en la otra se rozó el matorral y se hicieron una clara y una poda de olivación. Aunque no disponemos de datos de inventario para caracterizar dasométrica y selvicolamente las parcelas antes y después de la clara, lo cual ayudaría a la interpretación de resultados y daría mayor fiabilidad a los mismos, se quieren incluir porque constituyen una aportación más al conocimiento de la influencia que la densidad de la masa tiene en la producción de piña.

En el monte "Acantilados" y "Pinar de Barbate" se realizaron dos ensayos que se describen a continuación en la tabla III-27.

Tabla III-27. Caracterización y producción de piña en las parcelas de ensayos de claras de Acantilados y Pinar de Barbate (Cádiz).

Paraje	Parcela TRAT.		N/ha ac (¹)	N/ha dc (²)	PRODUCCIÓN PIÑA (kg/ha)						
					95	96	97	98	99	\bar{X}	σ
Manchones	Mch-1	Clara	154	104	386	283	237	857	901	533	321
	Mch-2	Testigo	164	164	640	406	390	363	945	549	247
El Tajo	T-1	Clara	236	169	54	58	23	49	1.501	337	651
	T-2	Testigo	234	234	53	73	14	142	1.191	295	503

(¹) Número de pies/ha antes de la clara

(²) Número de pies/ha después de la clara

En el monte "Las Cuevas del Hospital" de Los Barrios se instaló un ensayo con las características que se expresan en la tabla III-28.

Tabla III-28. Caracterización y producción de piña en las parcelas de ensayos de claras de Los Barrios (Cádiz).

Paraje	Parcela TRAT.		N/ha ac	N/ha dc	PRODUCCIÓN PIÑA (kg/ha)						
					95	96	97	98	99	\bar{X}	σ
Puerto	B-1	Clara	600	286	83	35	95	483	1.416	422	584
Cobaleta	B-2	Testigo	540	540	216	33	130	291	892	312	338

En el monte "Benazainilla" de Jimena de la Frontera se realizó otro ensayo, que se caracteriza en la tabla III-29.

Tabla III-29. Caracterización y producción de piña en las parcelas de ensayos de claras de Jimena de la Frontera (Cádiz).

Paraje	Parcela TRAT.		N/ha ac	N/ha dc	PRODUCCIÓN PIÑA (kg/ha)						
					95	96	97	98	99	\bar{X}	σ
Benazainilla	C-1	Clara	230	190	967	147	394	936	2.553	999	937
	C-2	Testigo	238	238	475	92	383	1.035	2.182	834	828

El tiempo transcurrido desde que se hace la clara y la poda hasta que sus efectos se notan en la producción de piña no se conoce experimentalmente, pero todo parece indicar que ha de ser relativamente largo, pues los árboles aclarados no aumentan su copa, de manera significativa, hasta que no han pasado un buen número de años.

En principio si la clara y la poda se hicieron en 1993 la primera respuesta posible no podría producirse hasta 1996. A partir de esa fecha no se pone de manifiesto un comportamiento claro que permita asegurar que la clara y la poda hayan tenido una influencia positiva o negativa sobre la producción anual por hectárea de cada parcela, aunque las parcelas aclaradas y podadas alcanzan una mayor producción media, sin que este incremento sea estadísticamente significativo.

Como se ha indicado en apartados anteriores, la densidad puede que influya poco sobre la producción total por hectárea, pero puede tener una influencia algo más marcada sobre la producción media por árbol, pues, lógicamente, los árboles remanentes, al ser aclarada la masa, disminuye la competencia entre ellos por agua y nutrientes, el crecimiento de los brotes anuales es mayor y, en principio, la producción de piña por árbol debe incrementarse, aunque no se incremente la producción por hectárea.

Tabla III-30. Producciones medias de piña por árbol (kg/árbol) para las parcelas ensayadas.

Monte	Paraje	TRAT.	N/ha ac	N/ha dc	PRODUCCIÓN de PIÑA (kg/árbol)					
					1996	1997	1998	1999	\bar{X}	σ
Acantilado y Pinar de	Manchones	Clara	154	104	2,72	2,27	8,24	8,66	5,47	3,45
		Testigo	164	164	2,47	2,37	2,21	5,76	3,20	1,71
Barbate	El Tajo	Clara	236	169	0,34	0,13	0,29	8,88	2,41	4,31
		Testigo	234	234	0,31	0,06	0,60	5,09	1,52	2,39
Cuevas del Hospital	Puerto Cobaleda	Clara	600	286	0,12	0,33	1,68	4,95	1,77	2,23
		Testigo	540	540	0,06	0,24	0,53	1,65	0,62	0,71
Benazaidilla	Benazaidilla	Clara	230	190	0,77	2,07	4,92	13,43	5,30	5,69
		Testigo	238	238	0,38	1,61	4,34	9,16	3,87	3,89

Si se observa la tabla III-30, se aprecia que en casi todos los casos la producción media por árbol se ha visto incrementada como consecuencia de la clara. Aunque los resultados han de valorarse con prudencia, pues ese efecto positivo se deberá por un lado a la menor competencia que sufren los árboles de las parcelas aclaradas y podadas y, por otro, a que los árboles extraídos en la clara eran los más delgados, dominados, con copas defectuosas, etc., por lo cual su extracción hace aumentar la producción media de los que quedan en pie.

Sería interesante haber podido seguir esta experiencia durante algunos años más para poder valorar mejor la respuesta a la clara a medida que los árboles aclarados van recuperando su copa y ocupando el espacio disponible dejado después de la clara.

Al haberse realizado la clara y la poda de olivación conjuntamente en las mismas parcelas, no se puede valorar el efecto individual de cada una de ellas, aunque parece lógico pensar que el posible efecto beneficioso que se produce en la producción media del árbol se deba en mayor medida al efecto de la clara que al efecto de la poda, pero no podemos afirmarlo experimentalmente.

Estructura de la producción

La producción media por hectárea es un indicador de la capacidad productiva de la zona, pero no contiene información sobre como está distribuida la piña dentro del pinar. Para indagar en este aspecto hace falta conocer como se distribuye la producción en función de la edad de los árboles y de la densidad en la que viven. A efectos de rentabilidad tiene mucha importancia conocer como se distribuye la producción, así, es fundamental conocer el porcentaje medio de árboles que no producen piñas, el porcentaje medio de árboles que producen entre una y cuatro piñas, puesto que éstos árboles, dependiendo de su altura si la recogida se hace manualmente, o del tiempo empleado por la máquina vibradora, pueden hallarse en el límite de rentabilidad, es decir, puede que los costos de recolección sean superiores a los ingresos obtenidos por la venta de la piña. El porcentaje medio de árboles con una producción igual o superior a 5 piñas por árbol puede ser un indicador de rentabilidad positiva. Los árboles con más de 50 piñas por árbol son los más rentables, pero suelen ser muy pocos, al menos en los pinares andaluces que se estudian en este libro.

Para conocer esta información por zonas, edades y densidades se ha estudiado la producción individual durante siete años de cinco árboles en cada una de las 192 parcelas mencionadas en apartados anteriores, es decir, se ha hecho un seguimiento individual de 10 árboles de cada edad y de cada densidad en cada zona, o dicho de otro forma, en cada zona se han estudiado 240 árboles repartidos entre ocho clases de edad y tres clases de densidad (10 árboles x 3 clases de densidad x 8 clases de edad = $10 \times 3 \times 8 = 240$ árboles). Buscando una mayor representatividad por clase se han agrupado las clases 20-30 y 30-40 en una que van de 20 a 40, lo mismo se ha hecho en las clases siguientes resultando las nuevas clases 40-60 y 60-80 años.

La producción total por hectárea no tiene, por sí sola, una gran importancia económica aunque lógicamente es un buen indicador de la misma. Otros aspectos concretos acerca de la productividad de los árboles y el número de piñas por pie, son datos de gran relevancia para poder interpretar y evaluar económicamente la producción de piña. En la tabla III-31 se expresa el porcentaje de árboles agrupados por zonas, densidades y rango de producción.

De la observación de la tabla III-31 podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Normalmente, el porcentaje de árboles con producción nula es muy alto en todos los rangos de edad, densidad y zona.
- El porcentaje de árboles no productores decrece con la edad y se incrementa ligeramente con la densidad de la masa.
- Un elevado porcentaje de árboles producen entre 1 y 4 piñas por pie. Si este rango de producción se presenta en árboles de gran tamaño, la recogida de las piñas no es interesante en términos económicos. Sólo cuando el valor económico de la piña sea muy alto y los costos de recogida sean moderados, podrá ser rentable su recogida.

Tabla III-31. Distribución del número de pies (%) por rangos de producción de piñas en función de la edad, densidad y zona geográfica.

EDAD (años)	Nº pies	DENSIDAD ALTA				DENSIDAD MEDIA				DENSIDAD BAJA				MEDIA DE DENSIDADES \bar{X}				
		Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	
		% PIES SIN PRODUCCIÓN DE PIÑA																
< 20	10	96	80	94	90	90	46	86	66	72	78	64	60	86	68	81	72	---
20-40	20	76	69	76	77	73	67	77	66	78	49	61	66	76	62	71	70	70
40-60	20	79	62	75	86	47	58	54	63	29	31	32	40	52	50	54	63	55
60-80	20	35	35	68	81	34	24	65	51	35	7	39	30	35	22	57	54	42
> 80	10	48	16	64	84	32	22	68	32	34	44	57	33	38	27	63	50	45
% PIES CON PRODUCCION ENTRE 1 Y 4 PIÑAS																		
EDAD (años)	Nº pies	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	---
< 20	10	4	20	6	10	10	38	14	28	16	16	28	28	10	25	16	22	18
20-40	20	24	27	21	21	23	31	19	30	21	36	28	29	23	31	22	27	26
40-60	20	20	28	21	14	44	31	36	29	46	37	33	33	37	32	30	26	31
60-80	20	46	38	22	19	45	41	28	30	38	33	20	23	43	37	23	24	32
> 80	10	34	38	20	14	28	20	22	24	16	32	17	14	26	30	20	17	23
% PIES CON PRODUCCION ENTRE 5 Y 10 PIÑAS																		
EDAD (años)	Nº pies	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	---
< 20	10	0	0	0	0	0	16	0	6	8	6	4	12	3	7	1	6	4
20-40	20	0	3	3	2	3	0	4	4	1	7	9	5	1	3	5	4	3
40-60	20	1	7	4	0	8	9	8	6	21	20	21	10	10	12	11	5	10
60-80	20	18	15	8	0	14	19	4	8	17	27	21	20	16	20	11	9	14
> 80	10	8	36	10	2	20	26	10	20	28	16	12	30	19	26	11	17	18
% PIES CON PRODUCCIÓN ENTRE 11 Y 50 PIÑAS																		
EDAD (años)	Nº pies	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	---
< 20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	1	0	1	0	1
20-40	20	0	1	0	0	1	2	0	0	8	2	0	0	0	4	1	0	1
40-60	20	0	3	0	0	1	2	2	2	4	10	14	16	2	5	5	6	5
60-80	20	1	12	2	0	7	14	3	9	10	25	20	22	6	17	8	10	10
> 80	10	10	10	6	0	20	26	0	12	14	6	11	19	15	14	6	11	11
% PIES CON PRODUCCIÓN SUPERIOR A 50 PIÑAS																		
EDAD (años)	Nº pies	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	---
< 20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-40	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40-60	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0
60-80	20	0	0	0	0	0	2	0	2	0	8	1	5	0	3	0	2	2
> 80	10	0	0	0	0	0	6	0	12	8	2	3	4	3	3	1	5	3

- El porcentaje de árboles que producen entre 5 y 10 piñas es menor que el de los pertenecientes al rango anterior, pero en ellos se concentra gran parte de la producción de la masa cuya recolección se considera rentable.
- El porcentaje de pies con producción de piñas entre 11 y 50 piñas es muy pequeño y se incrementa, lógicamente, con la edad de la masa. Los pies que pertenecen a este grupo son los más interesantes, en términos económicos, como productores de piña.
- El porcentaje de pies que producen más de 50 piñas es insignificante y son casi siempre algunos de los más viejos.

Variación interanual de la producción. Vecería

La variación interanual de la producción de piña es muy alta en esta especie. Aunque algunos autores hablan de patrones de variabilidad (Ximénez de Embun, 1959; Gordo *et al.*, 2000) los resultados experimentales no parecen avalar ninguna de las opciones propuestas por los mismos. De los datos experimentales procedentes de las 192 parcelas no se desprende un patrón de vecería claro. Se pueden inferir algunas tendencias poco precisas y poco estables, pero no se puede hablar de un comportamiento cíclico capaz de describir una regla de vecería.

No están bien identificados los factores que afectan a la vecería. Parece lógico pensar que al igual que sucede en los cultivos frutícolas la vecería se mitigaría con la aplicación de riegos y fertilizantes, lo que indica que su existencia pueda estar ligada a la falta de disponibilidad hídrica y de nutrientes, ambos hechos son patentes en los suelos de los pinares de la campiña onubense. Claro que si así fuese, en los pinares con suelos más fértiles y en masas aclaradas la vecería debería ser menor que en aquellos con suelos pobres y masas más densas, y esto no se manifiesta en nuestro estudio de una forma clara y evidente. Se dice que la cantidad de piña producida en una cosecha depende de la cosecha del año anterior, de tal manera que raras veces a una cosecha abundante le sigue otra de igual o superior abundancia. Con frecuencia a una cosecha abundante le sigue otra bastante más reducida. Parece que esta variabilidad está muy marcada por las condiciones climáticas habidas durante el periodo de polinización y el verano siguiente, que es cuando se pierde un alto porcentaje de flores femeninas polinizadas, por falta de humedad en el suelo, periodo de temperaturas máximas muy altas, y vientos fuertes y cálidos con gran poder de desecación. Las lluvias primaverales producidas en la época de fecundación y las producidas durante el verano siguiente, coincidiendo con el desarrollo y maduración del embrión y maduración de los piñones son muy beneficiosas y determinan en gran medida el tamaño de las piñas que se cosecharán en el otoño-invierno siguientes.

No se conoce con precisión si la vecería se produce a nivel de masa, a nivel de rodales dentro de la masa, cosa que suele ser menos frecuente, o a nivel de árbol.

En la práctica se suele hablar de años de buena cosecha refiriéndose a grandes zonas, lo que parece indicar que la causa de que haya una buena o mala cosecha se deben a factores que abarcan a la vez a una extensión grande del territorio, probablemente factores climáticos producidos principalmente en la época de la polinización y durante el verano que sigue a la

polinización. El clima del resto de los años, hasta la maduración de la piña, influye menos en el número de piñas que llegarán a desarrollarse totalmente, aunque si tiene influencia en el tamaño final de la piña, sobre todo las lluvias de la última primavera-verano anteriores a la maduración y recolección de la piña.

Todo parece indicar que si el clima tiene una alta influencia en la producción, la vecería debería producirse generalmente a nivel de zona o comarca o de áreas más extensas. Aún asumiendo que esto sea así, la práctica demuestra que aún en años de muy mala cosecha existen algunos rodales dentro de cada monte o zona que tiene algo de piña. Esto puede ser debido a que se trata de enclaves con algo de humedad edáfica en los cuales las flores femeninas pueden tolerar algo mejor las condiciones de sequía y calor extremas. De ser cierta esta forma de entender la vecería, en ciclos de tres años con condiciones climáticas muy adversas las producciones serían muy bajas, en ciclos con condiciones climáticas medias o moderadas las cosechas serían medianas y así sucesivamente. Esta forma de entender la vecería se ajustaría, en cierta medida, a la realidad, según la cual se producen cosechas buenas, malas y regulares que no siguen un patrón de distribución temporal, ni siquiera medianamente estable, pues variarían con la aleatoriedad del clima.

Aceptando la casuística anterior como responsable de una parte importante de la vecería, no se puede desligar ésta totalmente de la fertilidad del suelo. Una producción alta de piña supone un enorme gasto de energía para el árbol, que debe estar en disposición de reponer a través de los nutrientes del suelo lo más rápidamente posible. Los suelos de los pinares del Sur de la provincia de Huelva son extremadamente pobres en nutrientes, lo que justificaría su baja producción media de piña, comparada con otras zonas de España como Cataluña, Valle del Albarche y gran parte de la meseta norte, aunque en esta última zona muchas masas se sitúan sobre arenas de dunas continentales, que aunque con un poco más de materia orgánica en el suelo siguen siendo muy pobres en nutrientes. En la experiencia llevada a cabo en el monte "Coto Mazagón" se ha detectado un incremento estadísticamente significativo de la producción de piña en las parcelas fertilizadas respecto a la testigo. Aunque los resultados no son totalmente concluyentes sí ponen de manifiesto la influencia que pueden tener los nutrientes del suelo en la producción de piña.

Con los datos obtenidos en las 192 parcelas experimentales en las cuales se midió la producción de piña de forma individualizada en los cinco árboles más próximos al centro de la parcela ($192 \times 5 = 960$ árboles), más los 10 árboles de cada una de las 36 parcelas instaladas para el estudio de la evolución de la floración ($36 \times 10 = 360$ árboles) se tiene una muestra de 330 árboles en cada zona ($48 \times 5 + 9 \times 10 = 240 + 90 = 330$ árboles) en que se dividió el área de *Pinus pinea* para su estudio.

Si se admite la representatividad de la muestra descrita, se puede estimar la producción anual de piña durante siete años (1993-1999) para toda la zona del sur de Huelva conjuntamente, para cada una de las cuatro zonas en que se dividió el área (ver metodología pág 154), para cada una de las parcelas y para cada uno de los árboles individuales.

Esta forma de proceder permite estudiar la vecería general de la especie en el Sur de la provincia de Huelva, la vecería de cada una de las cuatro zonas establecidas, la vecería a nivel de rodal en conjunto y por zonas considerando a cada una de las parcelas como un pequeño rodal o grupo de árboles contiguos y la vecería a nivel de árbol individual, haciendo el seguimiento de cada árbol durante los siete años que se midió el número de piñas producido por cada uno de ellos. Finalmente, con esta misma información puede estudiarse la vecería por clases de edad y clases de densidad en cada zona.

Los resultados de la variación anual (vecería) de la producción de piña/ha para toda la zona del Sur de Huelva, con la muestra de 192 parcelas y 960 árboles, se exponen en la tabla III-32 y figura III-5. En numerosas ocasiones el nº de piñas/ha no es proporcional a la producción (kg/ha). En 1995, 1997 y 1999 la piña fue muy delgada y abundante. La vecería medida en nº piñas/ha y en kg/ha puede no coincidir.

Tabla III-32. Número de piñas/ha para las distintas zonas del sur de Huelva

	DENSIDAD ALTA						
	AÑOS						
	93	94	95	96	97	98	99
Z-1	498	594	378	583	85	790	748
Z-2	18	613	1.663	1.858	457	306	1.894
Z-3	0	739	852	857	36	74	2.777
Z-4	120	227	476	550	23	96	729

	DENSIDAD MEDIA						
	AÑOS						
	93	94	95	96	97	98	99
Z-1	279	425	375	475	55	621	907
Z-2	5	1.112	1.730	2.669	356	322	1.337
Z-3	71	339	377	496	49	51	1.308
Z-4	440	1.163	1.750	1.802	136	204	853

	DENSIDAD BAJA						
	AÑOS						
	93	94	95	96	97	98	99
Z-1	328	475	316	393	61	284	711
Z-2	6	638	1.388	1.978	231	170	642
Z-3	7	745	630	922	98	184	1.325
Z-4	406	933	1.822	1.994	212	214	584

Z-1: Almonte-Hinojos; Z-2: Moguer-Mazagón; Z-3: Campo Común de Arriba; Z-4: Campo Común de Abajo

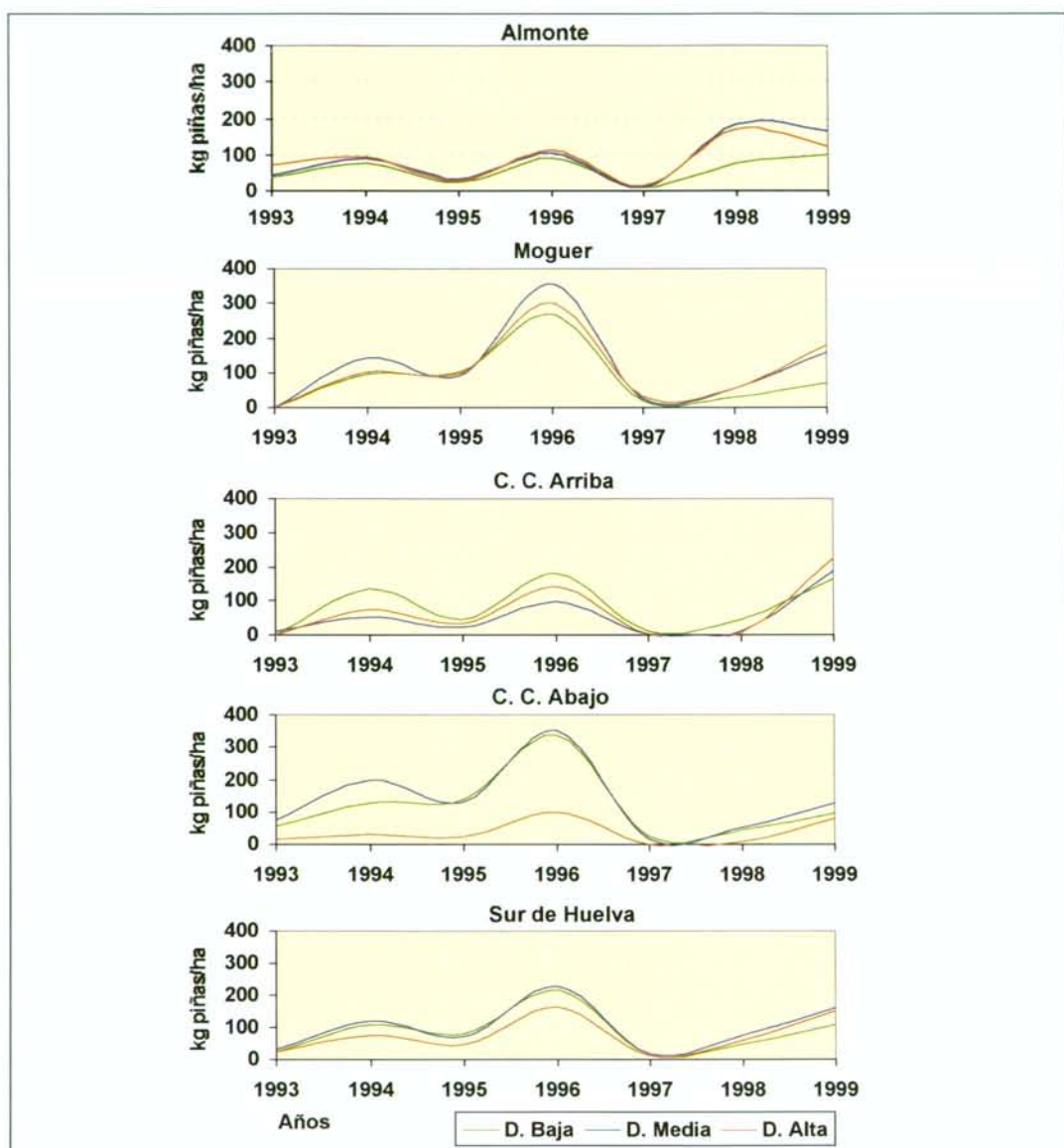


Figura III-5. Producción de piña (kg/ha) para las zonas de estudio por densidades.

Variación de la producción por rodales

Se trata de ver como actúa la vecería sobre una parcela concreta, considerada como un pequeño rodal de 5 árboles en las 192 parcelas de producción, o de 10 árboles en el caso de las 36 parcelas instaladas para el estudio de la floración. Los resultados se presentan en las tablas III-33. En numerosas ocasiones el número de piñas por hectárea y el peso de las mismas no son proporcionales.

Tabla III-33. Variación de la producción por rodales (parcelas) para las distintas edades y zonas.

ZONA	PAR	CLASE		PRODUCCIÓN (N° piñas/ha)							
		EDAD	DENSIDAD	93	94	95	96	97	98	99	MEDIA
ALMONTE - HINOJOS	1	<20	BAJA	340	113	113	0	0	1.075	1.189	404
	2	<20	BAJA	0	39	118	0	0	0	1.176	190
	3	<20	MEDIA	0	144	0	0	0	0	1.008	165
	4	<20	MEDIA	0	0	0	0	0	150	451	86
	5	<20	ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	<20	ALTA	0	0	0	0	0	398	0	57
	MEDIA			57	49	38	0	0	271	637	150
	7	20-30	BAJA	0	457	91	0	0	91	1.097	248
	8	20-30	BAJA	0	0	0	0	0	73	73	21
	9	20-30	MEDIA	0	418	0	0	0	418	1.255	299
	10	20-30	MEDIA	0	0	189	189	0	189	0	81
	11	20-30	ALTA	292	292	0	0	0	0	292	125
	12	20-30	ALTA	0	0	0	0	0	2.763	0	395
	MEDIA			49	195	47	32	0	589	453	195
	13	30-40	BAJA	0	0	0	0	0	206	82	41
	14	30-40	BAJA	0	80	241	481	0	401	722	275
	15	30-40	MEDIA	0	73	0	73	0	657	438	177
	16	30-40	MEDIA	88	442	1.503	177	265	707	530	530
	17	30-40	ALTA	0	0	2.037	509	509	3.055	1.528	1.091
	18	30-40	ALTA	629	0	0	0	0	786	943	337
	MEDIA			120	99	630	207	129	969	707	409
	19	40-50	BAJA	310	550	774	361	120	430	1.221	538
	20	40-50	BAJA	218	468	468	343	94	312	718	374
	21	40-50	MEDIA	0	457	274	183	91	548	914	353
	22	40-50	MEDIA	0	545	467	622	0	545	1.011	456
	23	40-50	ALTA	220	882	220	0	0	220	0	220
	24	40-50	ALTA	0	157	0	314	0	786	314	225
	MEDIA			125	510	367	304	51	474	696	361
	25	50-60	BAJA	80	161	362	80	0	322	1.045	293
	26	50-60	BAJA	390	540	390	510	60	60	660	373
	27	50-60	MEDIA	0	90	136	316	0	497	633	239
	28	50-60	MEDIA	452	151	226	829	151	226	1.810	549
	29	50-60	ALTA	0	98	0	98	0	0	196	56
	30	50-60	ALTA	138	691	829	138	0	276	691	395
	MEDIA			177	289	324	329	35	230	839	317
	31	60-70	BAJA	0	138	0	14	0	331	55	77
	32	60-70	BAJA	524	730	274	547	23	68	319	355
	33	60-70	MEDIA	0	814	316	136	0	2.848	678	684
	34	60-70	MEDIA	260	1.040	910	3.445	390	780	1.690	1.216
	35	60-70	ALTA	0	239	0	0	0	1.017	658	273
	36	60-70	ALTA	2.211	3.040	1.520	4.008	691	1.797	1.797	2.152
	MEDIA			499	1.000	503	1.358	184	1.140	866	793
	37	70-80	BAJA	200	1.440	380	200	0	220	1.880	617
	38	70-80	BAJA	139	1.617	539	1.278	524	462	462	717
	39	70-80	MEDIA	67	222	44	44	0	111	1.021	216
	40	70-80	MEDIA	353	1.098	353	431	39	196	1.490	566
	41	70-80	ALTA	1.022	1.022	949	584	0	949	1.241	824
	42	70-80	ALTA	379	664	1.090	1.280	190	190	1.090	697
MEDIA			360	1.010	559	636	125	355	1.197	606	
43	>80	BAJA	1.566	66	378	150	0	18	102	326	
44	>80	BAJA	882	1.449	769	2.898	63	567	743	1.053	
45	>80	MEDIA	2.280	882	669	289	0	30	395	649	
46	>80	MEDIA	230	259	1.094	1.728	86	1.814	2.045	1.037	
47	>80	ALTA	166	607	110	331	221	442	110	284	
48	>80	ALTA	2.910	2.619	466	3.143	58	582	2.503	1.754	
MEDIA			1.339	980	581	1.423	71	576	983	850	

Tabla III-33. Variación de la producción por rodales (parcelas) para las distintas edades y zonas. **continuación**

ZONA	CLASE			PRODUCCIÓN (Nº piñas/ha)							
	PAR	EDAD	DENSIDAD	93	94	95	96	97	98	99	MEDIA
	49	<20	BAJA	0	681	1.362	210	0	52	52	337
	50	<20	BAJA	0	144	720	0	0	0	0	123
	51	<20	MEDIA	0	530	1.856	2.519	133	0	2.122	1.023
	52	<20	MEDIA	0	637	2.166	1.656	382	0	1.784	946
	53	<20	ALTA	0	471	0	471	0	0	0	135
	54	<20	ALTA	0	737	246	737	491	246	491	421
	MEDIA			0	533	1.058	932	168	50	741	498
	55	20-30	BAJA	0	42	84	84	0	0	168	54
	56	20-30	BAJA	0	0	288	288	144	144	144	144
	57	20-30	MEDIA	0	265	530	177	0	0	177	164
	58	20-30	MEDIA	0	825	353	1.649	471	118	0	488
	59	20-30	ALTA	180	180	180	722	0	0	0	180
	60	20-30	ALTA	0	0	1.624	812	0	812	0	464
	MEDIA			30	219	510	622	103	179	81	249
	61	30-40	BAJA	19	1.009	1.067	757	78	175	78	455
	62	30-40	BAJA	92	949	1.071	1.040	214	31	306	529
	63	30-40	MEDIA	0	116	116	233	0	0	873	191
	64	30-40	MEDIA	0	126	84	168	84	84	168	102
	65	30-40	ALTA	0	0	2.526	1.263	0	541	1.082	773
	66	30-40	ALTA	0	720	1.440	2.592	0	288	1.584	946
	MEDIA			19	487	1.051	1.009	63	186	682	499
	67	40-50	BAJA	0	92	294	248	18	9	534	171
	68	40-50	BAJA	0	45	633	136	90	0	633	220
	69	40-50	MEDIA	80	0	0	80	160	241	80	92
	70	40-50	MEDIA	0	95	757	946	95	473	473	405
	71	40-50	ALTA	0	0	236	0	0	0	0	34
	72	40-50	ALTA	0	1.649	1.767	2.945	353	0	236	993
	MEDIA			13	314	614	726	120	120	326	319
	73	50-60	BAJA	0	413	382	954	382	286	572	427
	74	50-60	BAJA	0	1.535	3.930	12.833	675	737	1.596	3.044
	75	50-60	MEDIA	0	146	219	292	73	73	511	188
	76	50-60	MEDIA	0	842	1.683	3.472	1.157	2.314	1.578	1.578
	77	50-60	ALTA	0	637	382	1.147	764	127	2.293	764
	78	50-60	ALTA	0	86	257	257	342	0	2.054	428
	MEDIA			0	610	1.142	3.159	566	590	1.434	1.071
	79	60-70	BAJA	0	346	1.038	1.868	450	277	796	682
	80	60-70	BAJA	0	1.321	2.134	3.302	610	279	2.337	1.426
	81	60-70	MEDIA	0	509	1.472	1.302	283	170	453	598
	82	60-70	MEDIA	0	4.812	6.694	7.950	1.674	209	5.648	3.855
	83	60-70	ALTA	0	342	514	428	342	86	942	379
	84	60-70	ALTA	0	1.167	3.684	3.684	921	430	4.237	2.017
	MEDIA			0	1.416	2.589	3.089	713	242	2.402	1.493
	85	70-80	BAJA	0	2.159	6.494	7.480	442	238	765	2.511
	86	70-80	BAJA	0	187	978	1.040	125	229	770	475
	87	70-80	MEDIA	0	7.678	4.387	18.737	366	1.828	4.844	5.406
	88	70-80	MEDIA	0	442	1.601	1.490	331	55	166	584
	89	70-80	ALTA	0	1.263	8.479	5.773	1.082	722	5.051	3.196
	90	70-80	ALTA	0	133	796	928	0	0	530	341
	MEDIA			0	1.977	3.789	5.908	391	512	2.021	2.085
	91	>80	BAJA	0	79	47	95	348	0	221	113
	92	>80	BAJA	0	78	194	2.056	58	252	116	394
	93	>80	MEDIA	0	1.744	3.444	3.597	480	0	1.875	1.591
	94	>80	MEDIA	0	1.032	2.193	2.365	215	172	3.053	1.290
	95	>80	ALTA	0	907	4.196	4.536	1.928	907	8.165	2.948
	96	>80	ALTA	0	1.134	907	2.835	907	907	3.062	1.393
	MEDIA			0	829	1.830	2.581	656	373	2.749	1.288

Tabla III-33. Variación de la producción por rodales (parcelas) para las distintas edades y zonas.
continuación

ZONA	CLASE			PRODUCCIÓN (N° piñas/ha)							
	PAR	EDAD	DENSIDAD	93	94	95	96	97	98	99	MEDIA
	97	<20	BAJA	0	340	794	0	0	0	340	211
	98	<20	BAJA	0	1.041	1.135	662	95	189	3.879	1.000
	99	<20	MEDIA	0	0	260	0	0	0	520	111
	100	<20	MEDIA	0	0	58	0	0	0	58	17
	101	<20	ALTA	0	0	0	0	209	0	209	60
	102	<20	ALTA	0	0	0	0	180	0	0	26
	MEDIA			0	230	375	110	81	32	834	237
	103	20-30	BAJA	0	0	122	0	0	0	367	70
	104	20-30	BAJA	102	610	0	203	102	102	406	218
	105	20-30	MEDIA	472	0	314	943	0	0	1.415	449
	106	20-30	MEDIA	0	0	0	189	0	0	0	27
	107	20-30	ALTA	0	0	0	288	0	0	1.008	185
	108	20-30	ALTA	0	1.299	3.897	1.039	0	520	3.118	1.410
	MEDIA			96	318	722	444	17	104	1.052	393
	109	30-40	BAJA	0	157	627	157	0	1.019	1.725	526
	110	30-40	BAJA	0	392	157	196	39	431	1.098	330
	111	30-40	MEDIA	292	365	146	438	0	0	2.482	532
	112	30-40	MEDIA	0	943	786	629	157	157	157	404
	113	30-40	ALTA	0	0	0	0	0	0	1.928	275
	114	30-40	ALTA	0	0	1.528	0	0	0	2.546	582
	MEDIA			49	310	541	237	33	268	1.656	442
	115	40-50	BAJA	0	195	639	612	28	83	1.056	373
	116	40-50	BAJA	0	1.760	2.464	2.112	282	35	4.998	1.664
	117	40-50	MEDIA	0	209	837	837	0	209	6.067	1.166
	118	40-50	MEDIA	0	370	508	370	46	92	1.340	389
	119	40-50	ALTA	0	0	622	311	0	0	622	222
	120	40-50	ALTA	0	0	0	157	0	157	629	135
	MEDIA			0	422	845	733	59	96	2.452	658
	121	50-60	BAJA	0	1.856	2.475	6.630	972	619	2.652	2.172
	122	50-60	BAJA	0	799	118	178	30	0	740	266
	123	50-60	MEDIA	0	306	459	816	306	204	663	393
	124	50-60	MEDIA	105	1.578	105	631	0	0	947	481
	125	50-60	ALTA	0	3.214	3.506	3.506	0	584	5.844	2.379
	126	50-60	ALTA	0	0	260	260	0	0	0	74
	MEDIA			18	1.292	1.154	2.004	218	235	1.808	961
	127	60-70	BAJA	0	1.632	1.488	2.616	456	720	1.536	1.207
	128	60-70	BAJA	0	749	346	1.344	19	19	710	455
	129	60-70	MEDIA	0	267	200	0	0	0	468	134
	130	60-70	MEDIA	0	478	239	718	0	0	3.648	726
	131	60-70	ALTA	0	663	0	1.591	0	0	3.050	758
	132	60-70	ALTA	0	0	0	0	0	0	982	140
	MEDIA			0	632	379	1.045	79	123	1.732	570
	133	70-80	BAJA	0	537	174	411	0	0	300	203
	134	70-80	BAJA	0	89	267	71	0	0	249	97
	135	70-80	MEDIA	0	147	368	294	37	0	552	200
	136	70-80	MEDIA	0	0	367	367	0	0	0	105
	137	70-80	ALTA	0	442	1.149	1.591	0	0	3.271	922
	138	70-80	ALTA	0	292	1.169	1.169	292	0	6.721	1.378
	MEDIA			0	251	582	651	55	0	1.849	484
	139	>80	BAJA	0	435	326	1.632	0	150	326	410
	140	>80	BAJA	0	14	0	7	0	0	7	4
	141	>80	MEDIA	61	204	286	530	0	0	102	169
	142	>80	MEDIA	0	54	54	82	0	0	136	47
	143	>80	ALTA	0	2.865	905	905	0	0	6.032	1.530
	144	>80	ALTA	0	418	628	418	0	0	1.255	389
	MEDIA			10	665	366	596	0	25	1.310	425

Tabla III-33. Variación de la producción por rodales (parcelas) para las distintas edades y zonas.
continuación

ZONA	PAR	CLASE		PRODUCCIÓN (N° piñas/ha)							
		EDAD	DENSIDAD	93	94	95	96	97	98	99	MEDIA
	145	<20	BAJA	0	86	1.370	342	0	0	1.198	428
	146	<20	BAJA	0	218	983	109	0	874	983	452
	147	<20	MEDIA	0	3.600	2.304	144	0	144	720	987
	148	<20	MEDIA	0	265	1.193	0	0	0	133	227
	149	<20	ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0
	150	<20	ALTA	0	551	1.377	551	0	0	551	433
	MEDIA			0	787	1.204	191	0	170	597	421
	151	20-30	BAJA	0	619	1.720	482	0	138	482	491
	152	20-30	BAJA	0	0	658	658	0	0	1.973	470
	153	20-30	MEDIA	0	0	628	1.464	0	837	837	538
	154	20-30	MEDIA	0	0	246	0	0	982	491	246
	155	20-30	ALTA	0	0	1.658	553	0	0	2.210	632
	156	20-30	ALTA	0	180	722	1.443	180	0	541	438
	MEDIA			0	133	938	767	30	326	1.089	469
	157	30-40	BAJA	0	55	221	166	55	110	442	150
	158	30-40	BAJA	0	0	530	88	354	0	265	177
	159	30-40	MEDIA	0	1.797	2.073	2.211	0	276	1.106	1.066
	160	30-40	MEDIA	0	1.572	2.358	1.258	0	0	1.258	921
	161	30-40	ALTA	0	0	138	691	0	0	1.797	375
	162	30-40	ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEDIA			0	571	887	736	68	64	811	448
	163	40-50	BAJA	1.344	346	2.842	2.534	77	0	0	1.020
	164	40-50	BAJA	493	35	1.232	598	211	70	845	498
	165	40-50	MEDIA	0	707	825	1.767	118	236	4.594	1.178
	166	40-50	MEDIA	209	0	628	0	209	0	1.883	418
	167	40-50	ALTA	1.163	0	0	233	0	0	233	233
	168	40-50	ALTA	752	301	0	0	0	0	301	193
	MEDIA			660	231	921	855	103	51	1.309	590
	169	50-60	BAJA	0	4.838	4.130	1.794	71	118	991	1.706
	170	50-60	BAJA	48	96	24	0	0	48	24	34
	171	50-60	MEDIA	0	69	1.101	757	206	69	138	334
	172	50-60	MEDIA	262	157	105	157	52	0	52	112
	173	50-60	ALTA	0	274	548	731	0	0	548	300
	174	50-60	ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEDIA			52	906	985	573	55	39	292	415
	175	60-70	BAJA	59	29	1.470	3.116	441	0	323	777
	176	60-70	BAJA	542	0	2.441	2.215	0	45	90	762
	177	60-70	MEDIA	1.090	1.706	3.318	5.072	474	0	332	1.713
	178	60-70	MEDIA	462	462	381	245	0	0	136	241
	179	60-70	ALTA	0	1.415	1.415	0	0	0	18.392	3.032
	180	60-70	ALTA	0	265	663	796	0	0	0	246
	MEDIA			359	646	1.615	1.907	153	8	3.212	1.129
	181	70-80	BAJA	0	558	1.214	2.230	312	164	66	649
	182	70-80	BAJA	4.246	2.593	4.559	2.297	592	70	522	2.125
	183	70-80	MEDIA	0	329	1.808	2.137	0	164	0	634
	184	70-80	MEDIA	2.763	2.517	2.702	4.605	307	0	123	1.860
	185	70-80	ALTA	0	1.315	0	658	0	2.630	0	658
	186	70-80	ALTA	0	227	340	113	0	0	0	97
	MEDIA			1.168	1.256	1.770	2.007	202	505	118	1.004
	187	>80	BAJA	0	882	421	402	29	0	29	252
	188	>80	BAJA	0	1.764	5.213	22.857	1.925	3.128	1.764	5.236
	189	>80	MEDIA	0	99	614	317	20	0	119	167
	190	>80	MEDIA	0	2.808	5.558	4.824	547	432	245	2.059
	191	>80	ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0
	192	>80	ALTA	0	0	530	530	0	0	1.061	303
	MEDIA			0	926	2.056	4.822	420	593	536	1.336

Tablas de producción de piña y madera

Antecedentes

La estimación de las producciones medias de piña y madera referidas a grandes zonas, tal como se ha realizado en el capítulo anterior, proporciona al gestor una buena información sobre la orientación selvícola que debe predominar en cada una de ellas. Es decir, permite conocer la aptitud media para la producción de piña y de madera y en función de este conocimiento orientar el tipo de selvicultura y la intensidad de la misma que se considere más conveniente para aplicar en cada zona.

El mayor inconveniente que hemos encontrado en esta forma de proceder, se debe a la alta variabilidad que existe dentro de cada una de las zonas. Así las zonas costeras que, en términos generales, se consideran mejores productoras de piña, con árboles de menor altura, densidades de arbolado más bajas y como consecuencia menos indicadas para la producción de madera que las masas del interior, en ocasiones, en estas zonas es frecuente la existencia de rodales que no cumplen con todas o algunas de las características generales que suelen atribuírseles. Lo mismo podría decirse de las zonas de interior, donde no siempre las producciones de piña son muy bajas, los árboles más altos y las densidades más elevadas. Esta variabilidad interna se vio representada en la muestra y así se ha puesto de manifiesto en los resultados, ofreciendo unos valores medios, por zona, altamente representativos de cada una de ellas, y válidos para definir la selvicultura general que debe aplicárseles, pero quizás no suficientemente precisos si se quiere aplicar una selvicultura más particularizada a pequeñas zonas, tramos, rodales o incluso pequeños bosquetes, que por presentar condiciones ecológicas y selvícolas diferentes, se considere que han de recibir también diferente tratamiento selvícola para optimizar su producción y su función ecológica. Los binomios producción – protección, producción – paisaje, simplificación – diversidad del sistema y otros que se puedan considerar han de ser tenidos en cuenta.

La problemática descrita induce a presentar los resultados de producción de piña y madera por calidades de estación en lugar de por grandes zonas geográficas como se ha hecho en el capítulo anterior.

La definición de diferentes selviculturas en función de la calidad de estación permite aplicar diferentes selviculturas a tramos, rodales o bosque con diferentes niveles de fertilidad y por consiguiente con diferentes aptitudes para la producción, protección, paisaje, biodiversidad y riqueza biológica en general.

Esta forma de proceder, supone la necesidad de aplicar una selvicultura más intensiva, que cuantifique y justifique por qué es diferente en unos lugares y en otros, de acuerdo con las aptitudes, usos y producciones que se consideren prioritarias en cada zona de aplicación.

Para ofrecer la información sobre producción de piña y madera referida a calidades de estación se han elaborado curvas de calidad en función de la variación de la altura dominante con

la edad (Figura III-6) y a partir de ellas se han construido tablas de producción de referencia por calidades y densidades.

Curvas de calidad

Con los datos de alturas dominante y edad de las 192 parcelas instaladas en 1992 cubriendo todas las edades y densidades de las cuatro grandes zonas, las 36 parcelas instaladas para el estudio de floración instaladas en 1992 y las 13 parcelas permanentes de producción del INIA instaladas en 1967, se ajustó la ecuación de Richards, obteniéndose la siguiente curva guía:

$$H_o = 14,9632 \cdot (1 - e^{-(0,0235642 \cdot t)})^{(1/0,920628)} \quad [1]$$

Donde:

H_o : Altura dominante en metros

t : Edad en años

A partir de la curva guía obtenida en [1] se definen cinco curvas anamórficas de calidad, considerando que a la edad típica de 75 años las curvas deben de pasar por los puntos (75,19), (75,16), (75,13), (75,10) y (75,7). Se definen así cinco calidades representadas por el valor que alcanza la altura dominante (en metros) de la masa a los 75 años de edad.

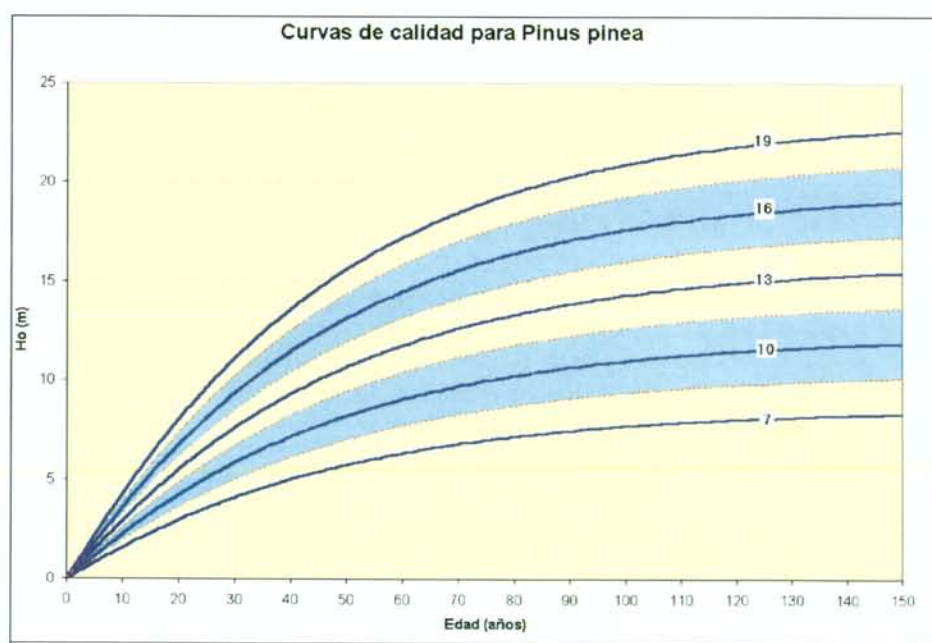


Figura III-6. Curvas de calidad para *Pinus pinea* L. en la llanura onubense.

Para conocer cuantas parcelas, del total de las 241 de la muestra inicial, pertenecen a cada calidad se agrupan estas por calidades, obteniéndose el siguiente resultado:

- En la calidad 19 se clasificaron 20 parcelas.
- En la calidad 16 se clasificaron 45 parcelas.
- En la calidad 13 se clasificaron 78 parcelas.
- En la calidad 10 se clasificaron 76 parcelas.
- En la calidad 7 se clasificaron 22 parcelas.

Como es lógico el mayor número de parcelas se clasifica en las calidades centrales (Calidad 16, Calidad 13, Calidad 10) siendo menor el número de parcelas de alta calidad (Calidad 19) y el número de aquellas con menor capacidad de crecimiento (Calidad 7).

Tablas de producción de selvicultura de referencia

La forma de presentación de resultados en el capítulo anterior constituye en realidad, una tabla de producción para la selvicultura media observada en masas de alta, media y baja densidad. Una muestra sistemática orientada a captar la densidad media de las masas en cada zona habría producido resultados medios próximos a los obtenidos para la densidad media y distintos de los obtenidos para las densidades extremas. En este último caso los resultados serían representativos de la selvicultura media aplicada en cada zona.

En las tablas de producción de selvicultura de referencia que se presentan en este capítulo, se han supuesto tres densidades, que por analogía con lo expuesto en el capítulo anterior, se han denominado como alta, media y baja, aunque en realidad no coinciden, ni tienen por qué coincidir, con las densidades anteriormente definidas.

Al no tener información experimental sobre la influencia de diferentes regímenes de claras en la producción, las densidades iniciales han de fijarse en arreglo a otros criterios. Tampoco parece indicado para esta especie aplicar variaciones del índice de Hart – Becking, sobre todo en las primeras edades, en las cuales la escasa altura dominante de las calidades inferiores no permiten un buen comportamiento de este índice como indicador de la densidad.

Para fijar el número de pies por hectárea en la tabla de densidad alta, se ha partido de 1100 árboles/ha a los 15 años, por coincidir esta densidad con la de una repoblación de esta edad que hubiese sido plantada a un marco de 3 x 3 m. En las tablas de densidad media se parte de 625 árboles por hectárea que corresponde a una plantación con marco de 4 x 4 m, y en las de baja densidad se parte de 333 pies/ha intentando representar una repoblación realizada con un marco de 6 x 5 m. Estos tres puntos de partida se han cogido como representativos de una buena parte de las plantaciones llevadas a cabo en los últimos 20 – 25 años.

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

El número final de árboles por hectárea, a la edad de 105 años, se ha fijado teniendo en cuenta las densidades encontradas en las cuatro zonas estudiadas, fijándose, finalmente, en las cifras que se exponen en la tabla III-34. El número de árboles a los 50 años no se fijó a priori, se incluye en esta tabla porque apunta una información referida a la mitad del turno que se considera importante en la silvicultura de esta especie.

Tabla III-34. Variación del número de árboles por hectárea a la edad inicial, a los 50 años y a la edad del turno, en función de la calidad de estación y la densidad de la masa.

Edad	CALIDAD 19			CALIDAD 16			CALIDAD 13			CALIDAD 10			CALIDAD 7		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
15	1.100	625	333	1.100	625	333	1.100	625	333	1.100	625	333	1.100	625	333
50	311	184	114	353	224	149	393	260	178	428	290	202	463	320	224
105	125	75	50	150	100	75	175	125	100	200	150	125	225	175	150

A: Densidad alta; M: Densidad media; B: Densidad baja

Para el cálculo del diámetro medio cuadrático por edades y calidades se ha ajustado la función:

$$dg \approx 2,533108 + 1,49904 \cdot \frac{100}{\sqrt{N}} + 1,29069 \cdot Ho; \quad R^2 = 0,76 \quad [2]$$

La altura media (hg) se ha obtenido a través del siguiente ajuste particularizando el valor de Ho para calidad y edad:

$$hg \approx -0,341437 + 0,961857 \cdot Ho; \quad R^2 = 0,98 \quad [3]$$

Aplicación de las tablas en gestión

En la gestión forestal es cada día más necesario disponer de modelos de crecimiento y producción. Estos modelos pueden ser de naturaleza muy variada: modelos de masa o de rodal, modelos de estructura, modelos de árbol individual, modelos de procesos, etc.

Las tablas de producción, que se presentan a continuación, son modelos de masa o de rodal, elaborados para tres diferentes densidades de masa. Son modelos determinísticos que predicen siempre el mismo resultado, es decir, no tienen flexibilidad suficiente para recoger las posibles variaciones que puedan producirse en el futuro, como sucede con los modelos estocásticos. Pese a su relativa rigidez, las tablas de producción, en su aplicación práctica, pueden adaptarse a situaciones variables distintas de las previstas en el momento de su construcción, a través de una serie de mecanismos correctores, capaces de aproximar sus estimaciones a nuevas situaciones que puedan presentarse, con la condición de que las variaciones no supongan cambio de for-

mas fundamentales y culturales de masa o regímenes selvícolas muy diferentes. Como ventajas frente a modelos de producción más complejos, las tablas de producción presentan una formulación más sencilla y suelen ser preferidas por los gestores por su facilidad de manejo y suficiente aproximación práctica, en relación con la precisión exigida por las técnicas de gestión habituales.

Las tablas de producción tratan de describir la evolución de las principales variables de masa con la edad a través de diversas funciones. En este caso no se tiene experiencia suficiente sobre la respuesta de la especie a diferentes regímenes de claras, por lo cual hay que asumir el riesgo de proponer modelos de selvicultura que no han sido ampliamente experimentados, aunque estén basados en la gestión práctica que se viene realizando en los últimos años, lo cual garantiza, en cierta medida, sus posibilidades de aplicación a escala real.

Los tres modelos de selvicultura que se presentan indican al selvicultor las intervenciones selvícolas que se deben de realizar a lo largo del turno, la edad aproximada de la masa a las que deben hacerse dichas intervenciones y los resultados que presumiblemente deben esperarse en función de la intensidad de las mismas. La elección de una selvicultura más o menos intensa, o de masas más o menos aclaradas, dependerá de los objetivos prioritarios y de las características ecológicas de la masa. Aunque pueda parecer innecesario es conveniente recordar que se trata de modelos simples que constituyen una simplificación más o menos abstracta de la compleja realidad. El selvicultor debe entender que se trata de una orientación, en ocasiones suficientemente precisa de las intervenciones selvícolas a realizar a lo largo del turno, pero no de una norma rígida que no pueda y deba ser modificada por el gestor para adecuarla a las exigencias de cada caso particular.

Estas tablas ofrecen una disminución gradual del número de árboles por hectárea cada 10 años desde el principio al final del turno, pero esas edades no obligan al selvicultor a ceñirse a ellas a la hora de programar y realizar las intervenciones selvícolas. En la práctica el momento de realización de una clara se elegirá en función de otros criterios, algunos de los cuales ya se han presentado en anteriores apartados. La densidad que aparece en las tablas es una buena orientación acerca del número de árboles por hectárea que deben existir en cada momento, en función de la calidad de estación y del modelo de densidad elegido. En la Tabla III-35 se presentan las tablas de producción de selvicultura variable para tres diferentes densidades y cinco calidades de estación.

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 19. Densidad alta

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piños (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	PRINCIPAL DC N° (n/ha)	V° (m ³ /ha)	Vol (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)		
15	6,2	1100	15,1	5,7	19,7	4,3	47,4	61,2	43,4	226	11,3	2,3	7,2	874	54,0	61,2	4,1		
20	8,0	874	18,0	7,4	22,2	7,5	65,9	87,4	63,1	167	13,5	2,4	9,5	707	77,8	94,6	4,7		
25	9,7	707	20,6	9,0	23,7	10,3	72,8	110,5	81,4	126	15,5	2,4	11,3	581	99,3	127,2	5,1		
30	11,1	581	23,1	10,4	24,4	12,7	73,8	129,6	98,2	95	17,3	2,2	12,1	486	117,5	157,5	5,3		
35	12,4	486	25,4	11,6	24,6	14,8	71,9	144,8	113,6	73	19,0	2,1	12,4	413	132,3	184,8	5,3		
40	13,6	413	27,5	12,8	24,5	16,6	68,7	156,5	127,8	57	20,6	1,9	12,3	356	144,1	209,0	5,2		
45	14,7	356	29,4	13,8	24,2	18,3	65,1	165,2	140,7	45	22,1	1,7	11,9	311	153,3	230,0	5,1		
50	15,6	311	31,2	14,7	23,8	19,7	61,4	171,5	152,6	35	23,4	1,5	11,0	276	160,5	248,3	5,0		
55	16,5	276	32,8	15,5	23,3	21,0	58,1	176,4	163,3	29	24,6	1,4	10,6	247	165,8	264,2	4,8		
60	17,2	247	34,3	16,2	22,8	22,2	54,9	179,5	173,2	24	25,7	1,2	10,0	223	169,5	277,9	4,6		
65	17,9	223	35,6	16,9	22,2	23,3	52,0	181,3	182,2	20	26,7	1,1	9,3	203	172,0	289,6	4,5		
70	18,5	203	36,9	17,4	21,7	24,3	49,3	182,0	190,5	17	27,7	1,0	8,7	186	173,3	299,7	4,3		
75	19,0	186	38,0	17,9	21,1	25,2	46,8	181,9	198,1	14	28,5	0,9	7,8	172	174,1	308,3	4,1		
80	19,5	172	39,1	18,4	20,6	26,0	44,7	181,5	204,9	12	29,3	0,8	7,2	160	174,3	315,7	3,9		
85	19,9	160	40,1	18,8	20,2	26,7	42,7	180,7	211,2	11	30,0	0,8	7,1	149	173,6	322,1	3,8		
90	20,3	149	41,0	19,2	19,6	27,4	40,8	179,0	217,1	9	30,7	0,7	6,2	140	172,8	327,4	3,6		
95	20,6	140	41,8	19,5	19,2	28,0	39,2	177,5	222,4	8	31,3	0,6	5,8	132	171,7	332,1	3,5		
100	20,9	132	42,6	19,8	18,8	28,6	37,7	175,7	227,3	7	31,9	0,6	5,3	125	170,3	336,1	3,4		
105	21,2	125	43,3	20,0	18,4	29,1	36,4	173,8	231,8	-	-	-	-	-	-	339,6	3,2		

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 19. Densidad media

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S (m ² /pie)	capa (%)	Fcc (%)	V (m ²)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ² /ha)	V ext acum. (m ² /ha)	N' (n/ha)	V' (m ² /ha)	Vol (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)
15	6,2	625	16,6	5,7	13,5	8,0	49,7	41,7	51,8	124	12,4	1,5	4,7	4,7	501	37,0	41,7	2,8	-
20	8,0	501	19,6	7,4	15,1	10,7	53,7	59,3	72,4	93	14,7	1,6	6,3	11,0	408	53,0	64,0	3,2	4,5
25	9,7	408	22,4	9,0	16,1	13,2	53,8	74,9	91,5	71	16,8	1,6	7,4	18,5	337	67,5	85,9	3,4	4,4
30	11,1	337	25,1	10,4	16,6	15,4	51,9	88,0	109,3	53	18,8	1,5	7,9	26,4	284	80,1	106,4	3,5	4,1
35	12,4	284	27,5	11,6	16,9	17,4	49,3	98,7	125,5	42	20,6	1,4	8,3	34,7	242	90,4	125,1	3,6	3,7
40	13,6	242	29,7	12,8	16,8	19,1	46,3	106,9	140,6	32	22,3	1,3	8,1	42,8	210	98,8	141,6	3,5	3,3
45	14,7	210	31,8	13,8	16,7	20,7	43,6	113,5	154,4	26	23,9	1,2	8,0	50,8	184	105,5	156,3	3,5	2,9
50	15,6	184	33,7	14,7	16,4	22,2	40,9	118,3	167,1	21	25,3	1,1	7,7	58,5	163	110,5	169,1	3,4	2,6
55	16,5	163	35,5	15,5	16,1	23,5	38,4	121,7	178,8	17	26,6	0,9	7,2	65,8	146	114,4	180,2	3,3	2,2
60	17,2	146	37,1	16,2	15,8	24,8	36,2	124,1	189,5	14	27,9	0,9	6,8	72,6	132	117,3	189,8	3,2	1,9
65	17,9	132	38,6	16,9	15,5	25,9	34,2	125,6	199,3	11	29,0	0,7	6,0	78,5	121	119,6	198,2	3,0	1,7
70	18,5	121	40,0	17,4	15,2	26,9	32,5	127,0	208,1	10	30,0	0,7	6,0	84,5	111	121,0	205,5	2,9	1,5
75	19,0	111	41,3	17,9	14,9	27,8	30,9	127,3	216,5	8	31,0	0,6	5,2	89,8	103	122,0	211,8	2,8	1,3
80	19,5	103	42,4	18,4	14,6	28,6	29,5	127,5	223,9	7	31,8	0,6	5,0	94,7	96	122,6	217,3	2,7	1,1
85	19,9	96	43,5	18,8	14,3	29,4	28,2	127,3	230,8	7	32,6	0,6	5,3	100,0	89	122,0	222,1	2,6	0,9
90	20,3	89	44,6	19,2	13,9	30,2	26,9	126,0	237,6	5	33,4	0,4	4,0	104,1	84	121,9	226,0	2,5	0,8
95	20,6	84	45,5	19,5	13,6	30,8	25,9	125,5	243,4	5	34,1	0,5	4,3	108,3	79	121,3	229,6	2,4	0,7
100	20,9	79	46,4	19,8	13,3	31,5	24,9	124,3	249,0	4	34,8	0,4	3,6	111,9	75	120,7	232,6	2,3	0,6
105	21,2	75	47,2	20,0	13,1	32,0	24,0	123,4	254,0	-	-	-	-	-	-	-	235,2	2,2	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

EDAD (años)		MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
		Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	V' (m ³ /ha)	N' (n/ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. Medio (m ³)	Crec. Corr. (m ³)	
15	6,2	333	18,4	5,7	9,3	11,1	37,0	28,4	64,4	57	14,1	0,9	2,8	2,8	276	25,6	28,4	1,9	-	
20	8,0	276	21,4	7,4	10,4	13,6	37,5	40,6	85,6	44	16,5	0,9	3,7	6,5	232	36,9	43,4	2,2	3,0	
25	9,7	232	24,9	9,0	11,3	15,8	36,7	52,0	105,3	36	18,6	1,0	4,6	11,1	196	47,4	58,5	2,3	3,0	
30	11,1	196	27,6	10,4	11,7	17,9	35,1	61,7	123,7	28	20,7	0,9	5,0	16,1	168	56,7	72,8	2,4	2,9	
35	12,4	168	30,2	11,6	12,0	19,8	33,3	69,9	140,7	22	22,6	0,9	5,2	21,4	146	64,7	86,1	2,5	2,6	
40	13,6	146	32,5	12,8	12,1	21,6	31,5	76,7	156,4	17	24,4	0,8	5,1	26,5	129	71,6	98,1	2,5	2,4	
45	14,7	129	34,7	13,8	12,2	23,2	29,9	82,4	170,6	15	26,0	0,8	5,5	31,9	114	76,9	108,9	2,4	2,2	
50	15,6	114	36,7	14,7	12,1	24,7	28,1	86,4	184,1	11	27,5	0,7	4,8	36,7	103	81,7	118,4	2,4	1,9	
55	16,5	103	38,5	15,5	12,0	26,0	26,7	90,2	196,0	10	28,9	0,7	5,0	41,7	93	85,2	126,8	2,3	1,7	
60	17,2	93	40,3	16,2	11,9	27,2	25,3	92,5	207,3	8	30,2	0,6	4,5	46,2	85	88,0	134,2	2,2	1,5	
65	17,9	85	41,9	16,9	11,7	28,3	24,1	94,5	217,6	7	31,4	0,5	4,4	50,7	78	90,1	140,7	2,2	1,3	
70	18,5	78	43,3	17,4	11,5	29,4	22,9	95,7	227,2	6	32,5	0,5	4,2	54,9	72	91,5	146,4	2,1	1,1	
75	19,0	72	44,7	17,9	11,3	30,4	21,9	96,5	236,0	5	33,5	0,4	3,8	58,7	67	92,6	151,4	2,0	1,0	
80	19,5	67	46,0	18,4	11,1	31,3	21,0	97,0	244,1	4	34,5	0,4	3,3	62,0	63	93,7	155,7	1,9	0,9	
85	19,9	63	47,1	18,8	11,0	32,1	20,2	97,5	251,2	4	35,3	0,4	3,5	65,6	59	94,0	159,5	1,9	0,8	
90	20,3	59	48,2	19,2	10,8	32,9	19,4	97,2	258,3	3	36,2	0,3	2,8	68,4	56	94,4	162,8	1,8	0,7	
95	20,6	56	49,2	19,5	10,6	33,5	18,8	97,4	264,3	3	36,9	0,3	3,0	71,4	53	94,4	165,7	1,7	0,6	
100	20,9	53	50,1	19,8	10,4	34,2	18,1	96,9	270,2	3	37,6	0,3	3,1	74,5	50	93,8	168,3	1,7	0,5	
105	21,2	50	51,0	20,0	10,2	34,9	17,4	96,0	276,1	-	-	-	-	-	-	-	170,5	1,6	-	

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinaster* en Andalucía. (Datos/ha).**CALIDAD 16. Densidad alta**

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)	Crec. Corr. (m ³)
15	5,3	1100	13,8	4,7	16,5	3,4	37,8	43,5	34,3	196	10,4	1,7	4,4	4,4	904	39,1	43,5	2,9	-
20	6,8	904	16,3	6,2	18,8	6,2	55,9	62,8	50,9	156	12,2	1,8	6,2	10,6	748	56,6	67,3	3,4	4,7
25	8,1	748	18,5	7,5	20,2	8,6	64,4	80,1	66,4	122	13,9	1,8	7,5	18,1	626	72,7	90,8	3,6	4,7
30	9,4	626	20,6	8,7	20,9	10,7	67,2	94,7	80,6	94	15,5	1,8	8,1	26,2	532	86,6	112,8	3,8	4,4
35	10,5	532	22,6	9,7	21,3	12,6	66,9	106,7	93,8	73	16,9	1,6	8,4	34,6	459	98,4	133,0	3,8	4,0
40	11,5	459	24,3	10,7	21,3	14,2	65,2	116,4	105,7	59	18,2	1,5	8,5	43,1	400	107,8	151,0	3,8	3,6
45	12,4	400	26,0	11,5	21,2	15,7	62,7	123,7	116,8	47	19,5	1,4	8,3	51,4	353	115,4	166,8	3,7	3,2
50	13,1	353	27,5	12,3	20,9	17,0	59,9	129,3	126,8	38	20,6	1,3	7,9	59,4	315	121,3	180,7	3,6	2,8
55	13,9	315	28,9	13,0	20,6	18,1	57,1	133,4	136,0	31	21,6	1,1	7,5	66,9	284	125,9	192,8	3,5	2,4
60	14,5	284	30,1	13,6	20,2	19,2	54,4	136,4	144,4	26	22,6	1,0	7,1	74,0	258	129,2	203,3	3,4	2,1
65	15,1	258	31,3	14,1	19,8	20,1	51,9	138,3	152,1	21	23,5	0,9	6,4	80,4	237	131,9	212,3	3,3	1,8
70	15,6	237	32,3	14,6	19,5	21,0	49,7	139,8	159,1	19	24,3	0,9	6,4	86,8	218	133,4	220,2	3,1	1,6
75	16,0	218	33,3	15,0	19,0	21,7	47,4	140,1	165,6	16	25,0	0,8	5,9	92,7	202	134,2	226,9	3,0	1,3
80	16,4	202	34,2	15,4	18,6	22,5	45,4	140,0	171,5	13	25,7	0,7	5,1	97,9	189	134,9	232,7	2,9	1,2
85	16,8	189	35,1	15,8	18,2	23,1	43,6	139,9	176,8	12	26,3	0,7	5,1	102,9	177	134,9	237,8	2,8	1,0
90	17,1	177	35,8	16,1	17,8	23,7	41,9	139,2	181,8	10	26,9	0,6	4,5	107,4	167	134,7	242,1	2,7	0,9
95	17,3	167	36,5	16,3	17,5	24,2	40,4	138,4	186,3	9	27,4	0,5	4,3	111,7	158	134,2	245,9	2,6	0,8
100	17,6	158	37,2	16,6	17,1	24,7	39,1	137,4	190,4	8	27,9	0,5	4,0	115,7	150	133,4	249,1	2,5	0,6
105	17,8	150	37,8	16,8	16,8	25,2	37,8	136,2	194,3	-	-	-	-	-	-	-	251,8	2,4	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 16. Densidad media

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Da ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. Corr. (m ³)	
15	5,3	625	15,3	4,7	11,5	7,1	44,3	30,1	42,7	99	11,5	1,0	2,7	2,7	526	27,4	30,1	2,0	
20	6,8	526	17,8	6,2	13,1	9,3	49,2	43,6	59,7	82	13,4	1,1	3,9	6,6	444	39,8	46,4	2,3	
25	8,1	444	20,2	7,5	14,2	11,4	50,7	56,1	75,6	66	15,1	1,2	4,8	11,4	378	51,3	62,7	2,5	
30	9,4	378	22,3	8,7	14,8	13,3	50,2	66,9	90,4	52	16,8	1,1	5,3	16,6	326	61,6	78,2	2,6	
35	10,5	326	24,4	9,7	15,2	15,0	48,8	76,0	104,0	41	18,3	1,1	5,5	22,1	285	70,5	92,6	2,6	
40	11,5	285	26,2	10,7	15,4	16,5	46,9	83,6	116,5	34	19,7	1,0	5,7	27,8	251	77,9	105,6	2,6	
45	12,4	251	27,9	11,5	15,4	17,8	44,8	89,5	128,0	27	21,0	0,9	5,5	33,3	224	84,0	117,2	2,6	
50	13,1	224	29,5	12,3	15,3	19,1	42,7	94,3	138,4	23	22,1	0,9	5,5	38,8	201	88,7	127,5	2,6	
55	13,9	201	31,0	13,0	15,2	20,2	40,6	97,7	148,1	18	23,2	0,8	5,0	43,8	183	92,7	136,6	2,5	
60	14,5	183	32,3	13,6	15,0	21,2	38,9	100,7	156,9	16	24,2	0,7	5,0	48,8	167	95,7	144,5	2,4	
65	15,1	167	33,6	14,1	14,8	22,2	37,0	102,6	165,0	13	25,2	0,6	4,6	53,4	154	98,0	151,4	2,3	
70	15,6	154	34,7	14,6	14,6	23,0	35,5	104,1	172,4	11	26,0	0,6	4,2	57,6	143	99,8	157,5	2,2	
75	16,0	143	35,7	15,0	14,3	23,8	34,0	105,1	179,1	10	26,8	0,6	4,2	61,8	133	100,9	162,8	2,2	
80	16,4	133	36,7	15,4	14,1	24,5	32,6	105,5	185,4	9	27,5	0,5	4,1	65,9	124	101,4	167,3	2,1	
85	16,8	124	37,6	15,8	13,8	25,2	31,3	105,3	191,3	7	28,2	0,4	3,4	69,3	117	101,9	171,2	2,0	
90	17,1	117	38,4	16,1	13,6	25,8	30,2	105,4	196,5	6	28,8	0,4	3,1	72,4	111	102,3	174,7	1,9	
95	17,3	111	39,2	16,3	13,4	26,3	29,2	105,3	201,2	6	29,4	0,4	3,3	75,7	105	102,1	177,7	1,9	
100	17,6	105	39,9	16,6	13,1	26,9	28,2	104,7	205,8	5	29,9	0,4	2,8	78,5	100	101,8	180,3	1,8	
105	17,8	100	40,5	16,8	12,9	27,3	27,3	104,1	209,9	-	-	-	-	-	-	-	182,6	1,7	

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).**CALIDAD 16. Densidad baja**

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA				MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL		
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N ^r (n/ha)	V ^r (m ³ /ha)	Vol (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)	
15	5,3	333	17,5	4,7	8,0	10,2	34,1	20,9	55,3	40	13,2	0,5	1,4	1,4	293	19,5	20,9	1,4	-
20	6,8	293	20,0	6,2	9,2	12,2	35,6	30,6	72,3	36	15,0	0,6	2,1	3,6	257	28,4	32,0	1,6	2,2
25	8,1	257	22,4	7,5	10,1	14,0	36,0	39,8	88,4	30	16,8	0,7	2,7	6,2	227	37,2	43,4	1,7	2,3
30	9,4	227	24,6	8,7	10,8	15,7	35,6	48,3	103,2	25	18,4	0,7	3,0	9,3	202	45,3	54,6	1,8	2,2
35	10,5	202	26,6	9,7	11,2	17,2	34,7	55,9	116,8	21	20,0	0,7	3,3	12,6	181	52,6	65,2	1,9	2,1
40	11,5	181	28,5	10,7	11,5	18,6	33,7	62,3	129,3	17	21,4	0,6	3,3	15,9	164	59,0	74,9	1,9	2,0
45	12,4	164	30,2	11,5	11,7	19,9	32,6	67,9	140,7	15	22,6	0,6	3,5	19,5	149	64,4	83,9	1,9	1,8
50	13,1	149	31,8	12,3	11,8	21,1	31,4	72,4	151,3	13	23,8	0,6	3,6	23,1	136	68,8	91,9	1,8	1,6
55	13,9	136	33,3	13,0	11,8	22,2	30,1	75,9	161,1	10	25,0	0,5	3,2	26,3	126	72,8	99,0	1,8	1,4
60	14,5	126	34,6	13,6	11,8	23,1	29,1	79,2	169,8	9	25,9	0,5	3,2	29,5	117	75,9	105,4	1,8	1,3
65	15,1	117	35,8	14,1	11,8	24,0	28,1	81,6	177,9	8	26,9	0,5	3,2	32,7	109	78,4	111,1	1,7	1,1
70	15,6	109	37,0	14,6	11,7	24,8	27,1	83,4	185,3	7	27,7	0,4	3,1	35,8	102	80,3	116,1	1,7	1,0
75	16,0	102	38,0	15,0	11,6	25,6	26,1	84,7	192,2	6	28,5	0,4	2,8	38,6	96	81,8	120,4	1,6	0,9
80	16,4	96	39,0	15,4	11,5	26,3	25,3	85,7	198,5	5	29,2	0,3	2,5	41,2	91	83,1	124,3	1,6	0,8
85	16,8	91	39,9	15,8	11,4	26,9	24,5	86,5	204,1	5	29,9	0,4	2,7	43,9	86	83,8	127,7	1,5	0,7
90	17,1	86	40,7	16,1	11,2	27,6	23,7	86,8	209,6	4	30,5	0,3	2,3	46,2	82	84,5	130,6	1,5	0,6
95	17,3	82	41,5	16,3	11,1	28,1	23,0	87,1	214,4	4	31,1	0,3	2,4	48,6	78	84,6	133,2	1,4	0,5
100	17,6	78	42,2	16,6	10,9	28,6	22,3	86,9	219,1	3	31,7	0,2	1,9	50,5	75	85,0	135,5	1,4	0,5
105	17,8	75	42,8	16,8	10,8	29,1	21,8	87,0	223,1	-	-	-	-	-	-	-	137,5	1,3	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 13. Densidad alta

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	PRINCIPAL DC N° (n/ha)	V° (m ³ /ha)	Vol Medio Corr. (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)	
15	4,3	1100	12,6	3,8	13,6	2,6	28,1	29,3	25,1	176	9,4	1,2	2,7	2,7	924	26,6	29,3	2,0	
20	5,5	924	14,6	5,0	15,4	4,9	15,4	42,2	38,8	144	10,9	1,3	3,8	6,4	780	38,5	44,9	2,2	
25	6,6	780	16,4	6,0	16,5	7,0	54,6	54,1	51,6	115	12,3	1,4	4,6	11,0	665	49,5	60,5	2,4	
30	7,6	665	18,2	7,0	17,3	8,8	58,7	64,4	63,4	92	13,6	1,3	5,1	16,1	573	59,3	75,4	2,5	
35	8,5	573	19,8	7,8	17,6	10,4	59,9	72,9	74,2	73	14,8	1,3	5,3	21,4	500	67,6	89,0	2,5	
40	9,3	500	21,3	8,6	17,8	11,9	59,3	79,9	84,2	59	15,9	1,2	5,4	26,8	441	74,5	101,3	2,5	
45	10,0	441	22,6	9,3	17,7	13,1	57,9	85,4	93,3	48	17,0	1,1	5,3	32,1	393	80,1	112,2	2,5	
50	10,7	393	23,9	9,9	17,6	14,3	56,1	89,8	101,7	39	17,9	1,0	5,1	37,2	354	84,7	121,9	2,4	
55	11,3	354	25,0	10,5	17,4	15,3	54,1	93,2	109,3	33	18,8	0,9	5,0	42,1	321	88,2	130,3	2,4	
60	11,8	321	26,1	11,0	17,2	16,2	52,0	95,6	116,3	28	19,6	0,8	4,8	46,9	293	90,8	137,7	2,3	
65	12,2	293	27,1	11,4	16,9	17,0	49,9	97,2	122,8	23	20,3	0,7	4,4	51,3	270	92,9	144,1	2,2	
70	12,6	270	28,0	11,8	16,6	17,8	47,9	98,5	128,6	20	21,0	0,7	4,2	55,4	250	94,3	149,7	2,1	
75	13,0	250	28,8	12,2	16,3	18,4	46,1	99,1	134,0	17	21,6	0,6	3,9	59,3	233	95,3	154,6	2,1	
80	13,3	233	29,5	12,5	16,0	19,1	44,4	99,5	138,9	14	22,2	0,5	3,4	62,7	219	96,1	158,8	2,0	
85	13,6	219	30,2	12,8	15,7	19,6	42,9	99,8	143,3	13	22,7	0,5	3,4	66,1	206	96,4	162,5	1,9	
90	13,9	206	30,9	13,0	15,4	20,1	41,4	99,5	147,5	12	23,2	0,5	3,3	69,4	194	96,2	165,6	1,8	
95	14,1	194	31,5	13,2	15,1	20,6	40,0	98,9	151,4	10	23,6	0,4	2,9	72,3	184	96,0	168,3	1,8	
100	14,3	184	32,0	13,4	14,8	21,0	38,7	98,4	154,9	9	24,0	0,4	2,7	75,0	175	95,6	170,7	1,7	
105	14,5	175	32,6	13,6	14,6	21,4	37,5	97,7	158,2	-	-	-	-	-	-	-	172,7	1,6	

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 13. Densidad media

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Da ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext ocum.	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol Medio (m ³)	Croc. Corr. (m ³)	
15	4,3	625	14,0	3,8	9,7	6,2	38,8	20,7	33,5	84	10,5	0,7	1,6	1,6	541	19,1	20,7	1,4	-
20	5,5	541	16,1	5,0	11,0	8,1	43,7	30,0	47,5	72	12,1	0,8	2,3	3,9	469	27,7	31,6	1,6	2,2
25	6,6	469	18,0	6,0	11,9	9,8	45,9	38,8	60,4	59	13,5	0,8	2,8	6,7	410	36,0	42,6	1,7	2,2
30	7,6	410	19,8	7,0	12,6	11,3	46,5	46,7	72,4	49	14,8	0,8	3,2	9,8	361	43,5	53,4	1,8	2,1
35	8,5	361	21,4	7,8	13,0	12,7	46,0	53,6	83,5	40	16,1	0,8	3,4	13,2	321	50,2	63,4	1,8	2,0
40	9,3	321	22,9	8,6	13,3	14,0	45,0	59,4	93,7	34	17,2	0,8	3,6	16,8	287	55,8	72,6	1,8	1,8
45	10,0	287	24,3	9,3	13,4	15,2	43,5	64,1	103,1	27	18,3	0,7	3,4	20,3	260	60,6	80,9	1,8	1,7
50	10,7	260	25,6	9,9	13,4	16,2	42,1	68,1	111,6	24	19,2	0,7	6,6	23,9	236	64,5	88,3	1,8	1,5
55	11,3	236	26,8	10,5	13,3	17,2	40,5	71,0	119,5	19	20,1	0,6	3,3	27,1	217	67,8	94,9	1,7	1,3
60	11,8	217	27,9	11,0	13,3	18,0	39,1	73,6	126,6	17	20,9	0,6	3,3	30,4	200	70,3	100,7	1,7	1,2
65	12,2	200	28,9	11,4	13,1	18,8	37,6	75,4	133,2	14	21,7	0,5	3,0	33,4	186	72,4	105,9	1,6	1,0
70	12,6	186	29,8	11,8	13,0	19,5	36,3	76,9	139,2	13	22,4	0,5	3,1	36,5	173	73,9	110,4	1,6	0,9
75	13,0	173	30,7	12,2	12,8	20,2	34,9	77,8	144,9	10	23,0	0,4	2,6	39,1	163	75,2	114,3	1,5	0,8
80	13,3	163	31,5	12,5	12,7	20,8	33,8	78,7	149,9	10	23,6	0,4	2,8	41,8	153	75,9	117,8	1,5	0,7
85	13,6	153	32,2	12,8	12,5	21,3	32,6	78,9	154,7	8	24,2	0,4	2,4	44,2	145	76,5	120,7	1,4	0,6
90	13,9	145	32,9	13,0	12,3	21,8	31,7	79,2	158,9	7	24,7	0,3	2,2	46,4	138	77,0	123,4	1,4	0,5
95	14,1	138	33,5	13,2	12,2	22,3	30,8	79,3	162,8	7	25,1	0,3	2,3	48,7	131	77,0	125,7	1,3	0,5
100	14,3	131	34,1	13,4	12,0	22,7	29,8	79,0	166,6	6	25,6	0,3	2,1	50,7	125	76,9	127,7	1,3	0,4
105	14,5	125	34,6	13,6	11,8	23,1	28,9	78,7	170,0	-	-	-	-	-	-	-	129,4	1,2	-

Tabla III-35. Tablas de producción de silvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 13. Densidad baja

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA						MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. Medio (m ³)	Crec. Corr. (m ³)	
15	4,3	333	16,3	3,8	6,9	9,4	31,1	14,6	46,2	31	12,2	0,4	0,8	0,8	302	13,9	14,6	1,0	-	
20	5,5	302	18,3	5,0	7,9	10,9	32,9	21,4	59,9	28	13,7	0,4	1,1	1,9	274	20,3	22,2	1,1	1,5	
25	6,6	274	20,1	6,0	8,7	12,3	33,8	28,2	72,6	25	15,1	0,4	1,5	3,4	249	26,7	30,1	1,2	1,6	
30	7,6	249	21,9	7,0	9,3	13,7	34,0	34,5	84,4	22	16,4	0,5	1,7	5,1	227	32,8	37,9	1,3	1,6	
35	8,5	227	23,5	7,8	9,8	14,9	33,8	40,3	95,2	19	17,6	0,5	1,9	7,1	208	38,3	45,4	1,3	1,5	
40	9,3	208	25,0	8,6	10,2	16,0	33,3	45,4	105,2	16	18,7	0,4	2,0	9,0	192	43,4	52,4	1,3	1,4	
45	10,0	192	26,3	9,3	10,4	17,0	32,7	49,9	114,3	14	19,7	0,4	2,1	11,1	178	47,8	58,9	1,3	1,3	
50	10,7	178	27,6	9,9	10,6	18,0	32,0	53,7	122,6	12	20,7	0,4	2,1	13,2	166	51,6	64,8	1,3	1,2	
55	11,3	166	28,7	10,5	10,7	18,8	31,3	57,0	130,2	11	21,5	0,4	2,2	15,3	155	54,8	70,2	1,3	1,1	
60	11,8	155	29,8	11,0	10,8	19,6	30,4	59,6	137,2	9	22,3	0,4	2,0	17,3	146	57,7	75,0	1,2	1,0	
65	12,2	146	30,7	11,4	10,8	20,3	29,7	62,0	143,5	9	23,0	0,4	2,2	19,5	137	59,8	79,3	1,2	0,9	
70	12,6	137	31,6	11,8	10,8	21,0	28,8	63,6	149,6	7	23,7	0,3	1,9	21,4	130	61,7	83,1	1,2	0,8	
75	13,0	130	32,5	12,2	10,8	21,6	28,1	65,1	154,9	6	24,3	0,3	1,7	23,1	124	63,4	86,5	1,2	0,7	
80	13,3	124	33,2	12,5	10,7	22,2	27,5	66,4	159,6	6	24,9	0,3	1,8	24,9	118	64,5	89,5	1,1	0,6	
85	13,6	118	33,9	12,8	10,7	22,7	26,8	67,2	164,2	5	25,4	0,3	1,6	26,5	113	65,6	92,1	1,1	0,5	
90	13,9	113	34,5	13,0	10,6	23,1	26,2	67,9	168,3	5	25,9	0,3	1,7	28,3	108	66,2	94,4	1,0	0,5	
95	14,1	108	35,1	13,2	10,5	23,6	25,5	68,2	172,3	4	26,4	0,2	1,4	29,7	104	66,8	96,5	1,0	0,4	
100	14,3	104	35,7	13,4	10,4	24,0	25,0	68,6	175,7	4	26,8	0,2	1,5	31,2	100	67,1	98,3	1,0	0,4	
105	14,5	100	36,2	13,6	10,3	24,4	24,4	68,7	179,0	-	-	-	-	-	-	-	99,9	1,0	-	

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA				MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL		
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. Medio (m ³)	Crec. Carr. (m ³)
15	3,3	1100	11,3	2,8	11,0	1,7	18,5	18,2	16,0	160	8,5	0,9	1,5	1,5	940	16,7	18,2	1,2	-
20	4,2	940	12,9	3,7	12,3	3,7	34,4	26,0	26,9	135	9,7	1,0	2,1	3,6	805	23,9	27,5	1,4	1,9
25	5,1	805	14,4	4,6	13,1	5,4	43,8	33,2	37,0	109	10,8	1,0	2,6	6,2	696	30,6	36,9	1,5	1,9
30	5,9	696	15,8	5,3	13,6	7,0	48,7	39,5	46,4	89	11,8	1,0	2,9	9,1	607	36,7	45,8	1,5	1,8
35	6,5	607	17,1	6,0	13,9	8,4	50,9	44,9	55,1	72	12,8	0,9	3,0	12,1	535	41,8	54,0	1,5	1,6
40	7,2	535	18,3	6,6	14,0	9,6	51,4	49,3	63,1	59	13,7	0,9	3,1	15,3	476	46,2	61,4	1,5	1,5
45	7,7	476	19,4	7,1	14,0	10,7	50,9	52,9	70,4	48	14,5	0,8	3,0	18,3	428	49,8	68,1	1,5	1,3
50	8,2	428	20,4	7,6	14,0	11,7	49,9	55,8	77,1	41	15,3	0,8	3,1	21,3	387	52,7	74,1	1,5	1,2
55	8,7	387	21,3	8,0	13,8	12,5	48,5	57,9	83,3	34	16,0	0,7	2,9	24,3	353	55,0	79,3	1,4	1,0
60	9,1	353	22,2	8,4	13,7	13,3	47,0	59,6	89,0	28	16,6	0,6	2,7	27,0	325	56,9	83,9	1,4	0,9
65	9,4	325	23,0	8,7	13,5	14,0	45,6	61,0	94,2	25	17,2	0,6	2,7	29,6	300	58,3	87,9	1,4	0,8
70	9,7	300	23,7	9,0	13,3	14,7	44,0	61,8	99,0	20	17,8	0,5	2,4	32,0	280	59,5	91,4	1,3	0,7
75	10,0	280	24,4	9,3	13,1	15,2	42,7	62,6	103,3	19	18,3	0,5	2,4	34,4	261	60,1	94,6	1,3	0,6
80	10,2	261	25,0	9,5	12,9	15,8	41,2	62,8	107,4	15	18,8	0,4	2,1	36,5	246	60,7	97,2	1,2	0,5
85	10,5	246	25,6	9,7	12,7	16,3	40,0	63,1	111,1	14	19,2	0,4	2,1	38,5	232	61,1	99,6	1,2	0,5
90	10,7	232	26,1	9,9	12,5	16,7	38,8	63,1	114,5	12	19,6	0,4	1,9	40,4	220	61,2	101,6	1,1	0,4
95	10,8	220	26,6	10,1	12,3	17,1	37,7	63,0	117,6	11	20,0	0,3	1,8	42,2	209	61,2	103,4	1,1	0,4
100	11,0	209	27,1	10,2	12,1	17,5	36,6	62,8	120,6	9	20,3	0,3	1,5	43,7	200	61,2	105,0	1,0	0,3
105	11,1	200	27,5	10,4	11,9	17,8	35,7	62,6	123,2	-	-	-	-	-	200	61,2	106,3	1,0	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 10. Densidad media

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA				MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol (m ³)	Crec. Medio Corr. (m ³)
15	3,3	625	12,8	2,8	8,0	5,3	33,3	13,1	24,4	72	9,6	0,5	0,9	0,9	553	12,3	13,1	0,9
20	4,2	553	14,4	3,7	9,0	6,8	37,8	18,9	35,3	64	10,8	0,6	1,3	2,1	489	17,7	19,8	1,0
25	5,1	489	15,9	4,6	9,7	8,2	40,2	24,5	45,5	54	11,9	0,6	1,5	3,7	435	22,9	26,6	1,1
30	5,9	435	17,3	5,3	10,2	9,5	41,3	29,5	55,0	46	13,0	0,6	1,8	5,4	389	27,7	33,2	1,1
35	6,5	389	18,6	6,0	10,6	10,6	41,4	33,9	63,7	39	13,9	0,6	1,9	7,4	350	32,0	39,4	1,1
40	7,2	350	19,8	6,6	10,8	11,7	40,9	37,7	71,8	32	14,8	0,6	2,0	9,4	318	35,8	45,1	1,1
45	7,7	318	20,9	7,1	10,9	12,6	40,2	41,0	79,1	28	15,7	0,5	2,1	11,4	290	38,9	50,3	1,1
50	8,2	290	21,9	7,6	11,0	13,5	39,1	43,6	86,0	23	16,5	0,5	2,0	13,4	267	41,6	55,0	1,1
55	8,7	267	22,9	8,0	11,0	14,3	38,1	45,8	92,2	20	17,2	0,5	2,0	15,4	247	43,9	59,2	1,1
60	9,1	247	23,8	8,4	10,9	15,0	37,0	47,6	97,9	18	17,8	0,4	2,0	17,3	229	45,6	63,0	1,0
65	9,4	229	24,6	8,7	10,9	15,7	35,8	48,9	103,2	14	18,4	0,4	1,7	19,0	215	47,2	66,3	1,0
70	9,7	215	25,3	9,0	10,8	16,2	34,9	50,2	107,9	14	19,0	0,4	1,9	20,9	201	48,3	69,2	1,0
75	10,0	201	26,0	9,3	10,7	16,8	33,8	50,9	112,5	11	19,5	0,3	1,6	22,5	190	49,3	71,8	1,0
80	10,2	190	26,6	9,5	10,6	17,3	32,8	51,6	116,5	10	20,0	0,3	1,6	24,1	180	50,0	74,1	0,9
85	10,5	180	27,2	9,7	10,5	17,7	31,9	52,0	120,3	9	20,4	0,3	1,5	25,5	171	50,5	76,1	0,9
90	10,7	171	27,8	9,9	10,4	18,2	31,1	52,3	123,7	8	20,8	0,3	1,4	26,9	163	50,9	77,8	0,9
95	10,8	163	28,3	10,1	10,2	18,6	30,3	52,4	126,9	7	21,2	0,2	1,3	28,2	156	51,1	79,4	0,8
100	11,0	156	28,7	10,2	10,1	18,9	29,5	52,5	129,9	6	21,5	0,2	1,2	29,4	150	51,4	80,7	0,8
105	11,1	150	29,1	10,4	10,0	19,2	28,9	52,6	132,5	-	-	-	-	-	-	-	81,9	0,8

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 10. Densidad baja

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	Ho (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ² /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	N' (n/ha)	V' (m ³ /ha)	Vol Medio Corr. (m ³)	Crec. Corr. (m ³)	
15	3,3	333	15,0	2,8	5,9	8,5	28,2	9,5	37,0	24	11,2	0,2	0,4	0,4	309	9,2	9,5	0,6	-
20	4,2	309	16,5	3,7	6,6	9,7	29,9	13,9	47,6	23	12,4	0,3	0,6	1,0	286	13,3	14,3	0,7	0,9
25	5,1	286	18,0	4,6	7,2	10,8	30,8	18,2	57,4	21	13,5	0,3	0,8	1,7	265	17,4	19,2	0,8	1,0
30	5,9	265	19,3	5,3	7,8	11,8	31,3	22,3	66,5	19	14,5	0,3	0,9	2,7	246	21,4	24,0	0,8	1,0
35	6,5	246	20,5	6,0	8,2	12,8	31,4	26,1	74,8	16	15,4	0,3	1,0	3,6	230	25,1	28,7	0,8	0,9
40	7,2	230	21,7	6,6	8,5	13,6	31,4	29,6	82,4	15	16,3	0,3	1,1	4,7	215	28,5	33,2	0,8	0,9
45	7,7	215	22,7	7,1	8,7	14,5	31,1	32,6	89,5	13	17,0	0,3	1,1	5,9	202	31,5	37,3	0,8	0,8
50	8,2	202	23,7	7,6	8,9	15,2	30,7	35,3	95,9	12	17,8	0,3	1,2	7,1	190	34,1	41,1	0,8	0,8
55	8,7	190	24,6	8,0	9,0	15,9	30,2	37,5	101,8	10	18,4	0,3	1,1	8,2	180	36,4	44,6	0,8	0,7
60	9,1	180	25,4	8,4	9,1	16,5	29,7	39,5	107,2	9	19,0	0,3	1,1	9,3	171	38,4	47,7	0,8	0,6
65	9,4	171	26,1	8,7	9,2	17,0	29,1	41,2	112,1	8	19,6	0,2	1,1	10,4	163	40,1	50,5	0,8	0,6
70	9,7	163	26,8	9,0	9,2	17,6	28,6	42,6	116,6	7	20,1	0,2	1,0	11,5	156	41,6	53,0	0,8	0,5
75	10,0	156	27,4	9,3	9,2	18,0	28,1	43,8	120,6	7	20,6	0,2	1,1	12,6	149	42,7	55,3	0,7	0,5
80	10,2	149	28,0	9,5	9,2	18,5	27,5	44,7	124,5	6	21,0	0,2	1,0	13,6	143	43,7	57,3	0,7	0,4
85	10,5	143	28,6	9,7	9,2	18,9	27,0	45,4	128,0	5	21,4	0,2	0,9	14,5	138	44,5	59,0	0,7	0,4
90	10,7	138	29,1	9,9	9,2	19,2	26,6	46,1	131,1	5	21,8	0,2	1,0	15,5	133	45,2	60,6	0,7	0,3
95	10,8	133	29,5	10,1	9,1	19,6	26,1	46,6	134,1	4	22,1	0,2	0,8	16,3	129	45,8	62,0	0,7	0,3
100	11,0	129	29,9	10,2	9,1	19,9	25,7	47,0	136,7	4	22,4	0,2	0,8	17,1	125	46,2	63,3	0,6	0,2
105	11,1	125	30,3	10,4	9,0	20,2	25,2	47,3	139,1	-	-	-	-	-	-	-	64,4	0,6	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 7. Densidad alta

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAÍDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	H ₀ (m)	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ³ /ha)	S copa (m ² /ha)	F ₀ (%)	V (m ³)	Piñas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	V ⁰ (m ³ /ha)	N ⁰ (n/ha)	V ⁰ (m ³ /ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. (m ³)	
15	2,3	1100	10,0	1,9	8,7	0,8	8,9	9,8	6,9	146	7,5	0,6	0,7	0,7	954	9,1	9,8	0,7	-
20	3,0	954	11,2	2,5	9,4	2,4	23,2	13,9	14,9	125	8,4	0,7	1,0	1,8	829	12,9	14,7	0,7	1,0
25	3,6	829	12,3	3,1	9,9	3,9	32,3	17,7	22,5	103	9,3	0,7	1,3	3,0	726	16,4	19,5	0,8	1,0
30	4,1	726	13,4	3,6	10,2	5,2	37,7	21,0	29,5	86	10,0	0,7	1,4	4,5	640	19,6	24,0	0,8	0,9
35	4,6	640	14,4	4,1	10,4	6,4	40,6	23,8	36,0	70	10,8	0,6	1,5	5,9	570	22,3	28,2	0,8	0,8
40	5,0	570	15,3	4,5	10,5	7,4	42,0	26,1	42,0	59	11,5	0,6	1,5	7,5	511	24,6	32,1	0,8	0,8
45	5,4	511	16,1	4,9	10,5	8,3	42,3	28,0	47,6	48	12,1	0,6	1,5	9,0	463	26,5	35,5	0,8	0,7
50	5,8	463	16,9	5,2	10,4	9,1	42,1	29,6	52,7	41	12,7	0,5	1,5	10,5	422	28,1	38,6	0,8	0,6
55	6,1	422	17,7	5,5	10,3	9,8	41,4	30,9	57,5	35	13,2	0,5	1,5	12,0	387	29,4	41,4	0,8	0,5
60	6,3	387	18,3	5,8	10,2	10,5	40,5	31,8	61,9	29	13,7	0,4	1,4	13,3	358	30,5	43,8	0,7	0,5
65	6,6	358	19,0	6,0	10,1	11,1	39,6	32,6	65,9	26	14,2	0,4	1,4	14,7	332	31,3	45,9	0,7	0,4
70	6,8	332	19,5	6,2	10,0	11,6	38,6	33,1	69,6	21	14,7	0,4	1,2	15,9	311	32,0	47,8	0,7	0,4
75	7,0	311	20,1	6,4	9,8	12,1	37,6	33,6	73,0	19	15,0	0,3	1,2	17,0	292	32,4	49,5	0,7	0,3
80	7,2	292	20,6	6,6	9,7	12,5	36,6	33,9	76,1	17	15,4	0,3	1,1	18,2	275	32,8	51,0	0,6	0,3
85	7,3	275	21,0	6,7	9,6	13,0	35,6	34,1	79,1	15	15,8	0,3	1,1	19,2	260	33,0	52,2	0,6	0,3
90	7,5	260	21,5	6,8	9,4	13,3	34,7	34,1	81,8	13	16,1	0,3	1,0	20,2	247	33,2	53,4	0,6	0,2
95	7,6	247	21,9	7,0	9,3	13,7	33,8	34,2	84,3	11	16,4	0,2	0,9	21,1	236	33,3	54,4	0,6	0,2
100	7,7	236	22,2	7,1	9,2	14,0	33,0	34,2	86,6	11	16,7	0,2	0,9	22,0	225	33,3	55,2	0,6	0,2
105	7,8	225	22,6	7,2	9,0	14,3	32,2	34,0	88,8	-	-	-	-	-	-	-	56,0	0,5	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 7. Densidad media

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA										MASA EXTRAIDA					MASA PRINCIPAL DC		MASA TOTAL	
	N (n/ha)	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ³ /pie)	S capo (m ³ /pie)	Fec (%)	V (m ³)	Pinos (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ³ /ha)	V ext acum. (m ³ /ha)	V' (m ³ /ha)	N' (n/ha)	Vol Medio (m ³)	Crec. Medio (m ³)	Gras. Coim (m ³)		
15	2,3	625	11,5	1,9	6,5	4,5	27,8	7,3	15,3	63	8,6	0,4	0,4	0,4	562	6,9	7,3	0,5	-
20	3,0	562	12,7	2,5	7,1	5,6	31,6	10,4	23,3	56	9,5	0,4	0,6	1,0	506	9,8	10,9	0,5	0,7
25	3,6	506	13,8	3,1	7,6	6,7	33,9	13,4	30,8	49	10,3	0,4	0,7	1,8	457	12,7	14,4	0,6	0,7
30	4,1	457	14,8	3,6	7,9	7,7	35,1	16,1	37,7	43	11,1	0,4	0,9	2,6	414	15,3	17,9	0,6	0,7
35	4,6	414	15,8	4,1	8,1	8,6	35,6	18,5	44,2	36	11,9	0,4	0,9	3,5	378	17,6	21,1	0,6	0,7
40	5,0	378	16,7	4,5	8,3	9,4	35,6	20,6	50,2	31	12,5	0,4	1,0	4,5	347	19,7	24,2	0,6	0,6
45	5,4	347	17,6	4,9	8,4	10,2	35,3	22,4	55,7	27	13,2	0,4	1,0	5,5	320	21,4	26,9	0,6	0,6
50	5,8	320	18,3	5,2	8,4	10,9	34,7	23,9	60,8	23	13,8	0,3	1,0	6,5	297	22,9	29,4	0,6	0,5
55	6,1	297	19,1	5,5	8,5	11,5	34,1	25,2	65,4	21	14,3	0,3	1,0	7,5	276	24,2	31,7	0,6	0,5
60	6,3	276	19,7	5,8	8,4	12,1	33,3	26,2	69,8	17	14,8	0,3	0,9	8,4	259	25,3	33,7	0,6	0,4
65	6,6	259	20,3	6,0	8,4	12,6	32,6	27,1	73,8	15	15,3	0,3	0,9	9,3	244	26,2	35,5	0,5	0,4
70	6,8	244	20,9	6,2	8,4	13,0	31,8	27,8	77,4	14	15,7	0,3	0,9	10,2	230	26,9	37,1	0,5	0,3
75	7,0	230	21,5	6,4	8,3	13,5	31,0	28,3	80,8	12	16,1	0,2	0,8	11,1	218	27,5	38,5	0,5	0,3
80	7,2	218	21,9	6,6	8,2	13,9	30,3	28,7	84,0	10	16,5	0,2	0,8	11,8	208	28,0	39,	0,5	0,3
85	7,3	208	22,4	6,7	8,2	14,3	29,7	29,1	86,8	10	16,8	0,2	0,8	12,6	198	28,3	40,9	0,5	0,2
90	7,5	198	22,8	6,8	8,1	14,6	28,9	29,3	89,5	8	17,1	0,2	0,7	13,3	190	28,6	41,9	0,5	0,2
95	7,6	190	23,2	7,0	8,0	14,9	28,4	29,5	91,9	8	17,4	0,2	0,7	14,0	182	28,8	42,8	0,5	0,2
100	7,7	182	23,6	7,1	7,9	15,2	27,7	29,6	94,3	7	17,7	0,2	0,6	14,7	175	28,9	43,6	0,4	0,2
105	7,8	175	23,9	7,2	7,9	15,5	27,1	29,6	96,4	-	-	-	-	-	-	-	44,3	0,4	-

Tabla III-35. Tablas de producción de selvicultura variable para *Pinus pinea* en Andalucía. (Datos/ha).

CALIDAD 7. Densidad baja

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLASE						MASA EXTRACTA						MASA PRINCIPAL DE		MASA TOTAL			
	N (n/ha)	Bg (cm)	Hg (m)	G (m ² /ha)	S copa (m ² /pie)	Fcc (%)	V (m ³)	Pinas (kg/ha)	N ext (n/ha)	Dg ext (cm)	G ext (m ³ /ha)	V ext (m ³ /ha)	V ext accum. (m ³ /ha)	N ^o (n/ha)	V ^o (m ³ /ha)	Crac. Medio (m)	Crac. Clase (m)	
15	2,3	333	13,7	1,9	4,9	7,6	25,3	5,5	27,9	19	10,3	0,2	0,2	0,2	314	5,3	5,5	0,4
20	3,0	314	14,8	2,5	5,4	8,5	26,6	7,9	35,4	18	11,1	0,2	0,3	0,4	296	7,6	8,1	0,4
25	3,6	296	15,8	3,1	5,8	9,3	27,4	10,3	42,4	18	11,9	0,2	0,4	0,8	278	9,9	10,7	0,4
30	4,1	278	16,8	3,6	6,2	10,0	27,9	12,5	49,0	15	12,6	0,2	0,4	1,2	263	12,1	13,3	0,4
35	4,6	263	17,7	4,1	6,5	10,7	28,2	14,6	54,9	14	13,3	0,2	0,4	1,6	249	14,2	15,8	0,5
40	5,0	249	18,5	4,5	6,7	11,4	28,3	16,6	60,3	13	13,9	0,2	0,5	2,1	236	16,1	18,2	0,5
45	5,4	236	19,3	4,9	6,9	12,0	28,2	18,3	65,4	12	14,5	0,2	0,5	2,6	224	17,7	20,4	0,5
50	5,8	224	20,0	5,2	7,0	12,5	28,0	19,8	70,1	10	15,0	0,2	0,5	3,2	214	19,3	22,4	0,4
55	6,1	214	20,6	5,5	7,1	13,0	27,8	21,1	74,2	10	15,5	0,2	0,6	3,7	204	20,6	24,3	0,4
60	6,3	204	21,2	5,8	7,2	13,5	27,5	22,3	78,2	8	15,9	0,2	0,5	4,2	196	21,8	26,0	0,4
65	6,6	196	21,7	6,0	7,3	13,9	27,2	23,3	81,7	8	16,3	0,2	0,5	4,8	188	22,8	27,5	0,4
70	6,8	188	22,2	6,2	7,3	14,3	26,8	24,2	85,0	7	16,7	0,2	0,5	5,3	181	23,6	28,9	0,4
75	7,0	181	22,7	6,4	7,3	14,6	26,5	24,9	88,0	6	17,0	0,1	0,5	5,7	175	24,4	30,2	0,4
80	7,2	175	23,1	6,6	7,3	14,9	26,2	25,5	90,7	6	17,3	0,1	0,5	6,2	169	25,0	31,3	0,4
85	7,3	169	23,5	6,7	7,3	15,3	25,8	26,0	93,3	6	17,6	0,1	0,5	6,8	163	25,5	32,3	0,4
90	7,5	163	23,9	6,8	7,3	15,6	25,4	26,4	95,7	4	17,9	0,1	0,4	7,1	159	26,0	33,2	0,4
95	7,6	159	24,2	7,0	7,3	15,8	25,1	26,8	97,7	5	18,2	0,1	0,5	7,6	154	26,3	34,0	0,4
100	7,7	154	24,5	7,1	7,3	16,0	24,7	27,0	99,8	4	18,4	0,1	0,4	8,0	150	26,6	34,7	0,3
105	7,8	150	24,8	7,2	7,3	16,3	24,4	27,3	101,6	-	-	-	-	-	-	-	35,3	0,3

Esquemas de selvicultura para *Pinus pinea* en Andalucía

Conocido el comportamiento de la producción de piña y madera por zonas, edades y densidades, y a la vista de las tablas de producción por calidades y densidades, junto con los comentarios sobre estructura vertical y horizontal, creadas por los diferentes métodos de regeneración estamos en condiciones de definir un modelo selvícola para *P. pinea* aunque sea de forma esquemática.

Un modelo completo de selvicultura debe definir todas las operaciones selvícolas que se considera necesario realizar a lo largo de todo el ciclo o turno, para optimizar las producciones de todo tipo que se tenga previsto obtener: madera, piña, paisaje, riqueza ambiental, protección de suelos, etc. Es necesario situar cronológicamente todas las intervenciones selvícolas a lo largo del turno y definir su intensidad y el método o técnica selvícola propuesta para su ejecución. Finalmente una valoración económica de las mismas resulta inevitable para valorar su viabilidad económica.

La separación de las masas por calidades, tiene como objetivo la aplicación de diferentes selviculturas en cada una de ellas. Si se tiene posibilidad de realizar una selvicultura intensiva la separación por calidades tiene un mayor interés, por el contrario si la selvicultura a aplicar es extensiva, la diferencia entre calidades se reduce, a poco más que a la variación del número de pies por hectárea para una edad determinada, fruto de los diferentes tamaños que alcanzan los árboles en las diferentes calidades y que obligan a asignar un mayor espacio de desarrollo vital a los árboles de las mejores calidades que son más grandes, a la misma edad, que los pertenecientes a calidades de estación inferiores.

Conocida la calidad de estación, la regulación de la densidad a lo largo de la vida de la masa, se convierte en el principal factor que el selvicultor puede manejar para lograr los objetivos propuestos. A través del manejo de la densidad el técnico puede influir y modificar la cantidad y tipo de productos que desea obtener. En este caso puede priorizar la producción de piña o de madera o buscar una cierta armonización entre ambas.

Cuando existen una serie de opciones que dependen de la densidad, es fundamental, desde el punto de vista de la toma de decisiones, poder contar con normas claras y sencillas que evalúen el comportamiento productivo de la masa en función de la densidad de la misma.

La máxima densidad biológica que puede soportar la especie en una calidad de estación determinada, se puede definir como aquella que es capaz de soportar la estación de modo que, todos los recursos sean aprovechados por la masa, aunque cada árbol sólo obtenga lo imprescindible para vivir.

El límite inferior de densidad se alcanza cuando todos o casi todos los recursos de la estación son utilizados por la masa de modo que cada árbol que la constituye asimila todo lo que su condición sociológica, posición relativa frente a sus congéneres y edad le permiten.

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

Por debajo de ese límite inferior definido, se desarrolla en numerosas ocasiones la selvicultura de *Pinus pinea*, sobre todo en su versión más orientada a la producción de piña, pues el árbol necesita contar con la máxima luz, agua y nutrientes para incrementar su fructificación, aunque no se aproveche totalmente la capacidad de la estación, en términos de productividad.

El espacio físico apto para el desarrollo de una masa forestal es limitado, por consiguiente, cuando una masa alcanza un espesura completa algunos árboles deben morir para dejar un mayor espacio vital a los restantes, que les permita continuar su crecimiento y desarrollo. A esto se le llama mortalidad natural o autoclareo. Pero incluso en masas aclaradas se produce mortalidad, no por competencia con el resto de árboles, sino por agentes patógenos, vendavales, sequías extremas, etc. Esta mortalidad no se rige por una ley biológica como el caso anterior, pero existe de hecho y debe tenerse en cuenta, sobre todo cuando se trata de aplicar modelos selvícolas con baja densidad de masa, pues su importancia cuantitativa puede ser importante, en términos relativos.

En todo esquema selvícola se hace necesario tener en cuenta un modelo de mortalidad natural, o al menos una estimación del porcentaje medio de mortalidad por edades. No tenemos datos experimentales sobre el porcentaje de mortalidad de esta especie, de manera que tendremos que aplicar una hipótesis que en principio pueda considerarse cercana a la realidad. La mortalidad varía con la calidad de estación y con el cuidado selvícola que se da a la masa, pero como promedio y a falta de datos, proponemos lo siguiente:

- Durante los tres primeros años la mortalidad es muy alta y puede alcanzar entre un 10-15% en plantaciones.
- Entre los 3 y los 15 años se propone un 0,5 por ciento anual de mortalidad. Para la densidad alta supone que en este periodo habrá unas bajas de 60 pies/ha, en la densidad media la mortalidad será entre los 3 y 5 años de 33 pies/ha y en la densidad baja de 19 pies/ha.
- A partir de los 15 años, suponemos un porcentaje de mortalidad de 0,25 % anual hasta el final del turno. Esta forma de proceder, aunque sea una estimación muy simplificada y no contrastada, puede aproximarse más a la realidad que el suponer que no existe mortalidad.

El esquema que presentamos a continuación se basa en las tablas de producción, expuestas en el apartado anterior. Como se recordará las densidades iniciales propuestas en las tablas partían de 1100, 625 y 333 plantas por hectárea para las densidades alta, media y baja, respectivamente. El número de árboles por hectárea se refiere al momento inmediatamente después de la clara.

Esquema selvicola para *Pinus pinea* de Calidad 19 (19 m de altura a los 75 años) en densidades Alta, Media y Baja.



Densidad Alta

	dg	G	V	SC ¹	Piña	
	cm	m ² /ha	m ³ /ha	m ²	kg/ha	
15	875	15,9	17,4	54	4	43
25	581	21,6	21,3	99	10	81
40	356	28,4	22,6	144	17	128
70	186	37,6	20,7	173	24	190
100	125	43,5	18,6	170	29	227
120	105	44,7	17,9	174	30	241

(¹) SC: Superficie de proyección de copa por árbol.

Densidad Media

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ³ /ha	m ²	kg/ha	
20	408	20,5	13,5	53	11	72
40	210	30,7	15,5	99	19	141
70	111	40,8	14,5	121	27	208
100	75	46,8	12,9	121	32	249
120	68	48,8	12,7	123	33	265

Densidad Baja

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ³ /ha	m ²	kg/ha	
20	232	22,8	9,5	37	14	86
40	129	33,4	11,3	72	22	156
100	50	50,7	10,1	94	34	270
120	46	52,8	10,1	97	36	287

Esquema selvicola para *Pinus pinea* de Calidad 16 (16 m de altura a los 75 años) en densidades Alta, Media y Baja.



Densidad Alta

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ³ /ha	m ²	kg/ha	
15	904	14,4	14,8	39	3	34
25	626	19,0	17,8	73	9	66
40	400	25,1	19,8	108	14	106
70	218	33,0	18,6	133	21	159
100	150	37,5	16,6	133	25	190
120	136	39,1	16,3	136	26	203

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

Densidad Media

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
20	444	18,6	12,0	40	9	60
40	251	27,0	14,4	78	17	116
70	143	35,3	14,0	100	23	172
100	100	40,2	12,7	102	27	206
120	91	41,9	12,6	104	28	219

Densidad Baja

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	227	23,0	9,4	37	14	88
50	136	32,4	11,2	69	21	151
100	75	42,6	10,7	85	29	219
120	68	44,4	10,5	87	30	233

Esquema selvícola para *Pinus pinea* de Calidad 13 (13 m de altura a los 75 años) en densidades Alta, Media y Baja.

Densidad Alta

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	665	17,0	15,1	50	7	52
40	441	21,9	16,6	75	12	84
70	250	28,5	15,9	94	18	129
100	175	32,4	14,4	96	21	155
120	159	33,7	14,2	97	22	165



Densidad Media

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	410	18,6	11,1	36	10	60
40	287	23,5	12,5	56	14	93
70	173	30,2	12,5	74	20	139
100	125	34,5	11,7	77	23	167
120	114	35,8	11,5	79	24	178

Densidad Baja

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	249	20,6	8,3	27	12	73
50	166	28,0	10,2	52	18	123
100	100	36,0	10,2	67	24	176
120	91	37,5	10,0	69	25	187

Esquema selvícola para *Pinus pinea* de Calidad 10 (10 m de altura a los 75 años) en densidades Alta, Media y Baja.

Densidad Alta

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	696	14,9	12,1	31	5	37
40	476	18,7	13,1	46	10	63
70	280	24,1	12,8	60	15	99
100	200	27,4	11,8	61	18	121
120	182	28,4	11,6	63	19	129



Densidad Media

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	435	16,5	9,3	23	8	46
50	267	22,4	10,5	42	14	86
75	190	26,4	10,4	49	17	113
100	150	29,0	9,9	51	19	130
120	141	30,0	9,9	54	20	138

Densidad Baja

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
30	246	19,7	7,5	21	12	66
70	156	27,1	9,0	42	18	117
100	125	30,1	8,9	46	20	137
120	114	31,4	8,8	47	21	146

Esquema selvícola para *Pinus pinea* de Calidad 7 (7 m de altura a los 75 años) en densidades Alta, Media y Baja.

Densidad Alta

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
25	726	12,7	9,2	16	4	23
50	422	17,3	9,9	28	9	53
75	292	20,4	9,5	32	12	73
100	225	22,6	9,0	33	14	87
120	204	23,4	8,8	34	15	94



Densidad Media

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
35	378	16,1	7,7	18	9	44
70	230	21,2	8,1	27	13	77
100	175	23,7	7,7	29	15	94
120	159	24,8	7,7	30	16	102

Densidad Baja

	dg	G	V	SC	Piña	
	cm	m ² /ha	m ² /ha	m ²	kg/ha	
35	249	17,9	6,3	14	11	55
70	181	22,3	7,1	24	14	85
100	150	24,7	7,2	27	16	100
120	136	25,7	7,1	27	17	107

El pino piñonero y la fijación de CO₂

Introducción

El cambio climático global, asociado al aumento de la temperatura superficial de la Tierra, se presenta como uno de los problemas ambientales más importantes de nuestro tiempo. Pese a las "alarmas" internacionales, la emisión de gases capaces de producir el llamado efecto invernadero no cesa de crecer en todos los países.

El Protocolo de Kioto, que estaba previsto que firmasen prácticamente todos los países del mundo en el año 2002, coincidiendo con el décimo aniversario de la conferencia de Río'92, está teniendo numerosos problemas para su aplicación. La Unión Europea es su principal defensor en los foros internacionales, pero todos los países que la componen han incrementado considerablemente la emisión de gases con efecto invernadero en los últimos años.

La atmósfera no contaminada proporciona un efecto invernadero necesario para el mantenimiento de la vida tal y como la conocemos, y se acepta, también, que una mayor concentración de CO₂ en el aire produce un incremento de este efecto y, como consecuencia, contribuye al calentamiento global.

Aunque no se ha alcanzado un consenso mundial sobre la parte del incremento de temperatura atribuible a los diferentes gases, cada vez es mayor el acuerdo sobre la conveniencia de actuar para reducir las emisiones netas (Caparrós *et al.*, 2000). Las emisiones netas pueden reducirse disminuyendo las emisiones brutas o aumentando la fijación del CO₂ del aire y transformarlo en materia orgánica. En este sentido, las masas forestales actúan como sumidero de CO₂, reduciendo el nivel de este gas en la atmósfera.

El Protocolo de Kioto, el Convenio Marco sobre el cambio climático y la Estrategia Forestal Española proponen la incorporación de la fijación del CO₂ como un objetivo dentro de los criterios de gestión de los bosques que debe llevarse a cabo a través de las técnicas selvícolas.

Para proponer programas selvícolas eficaces y viables económicamente, capaces de lograr una mayor reducción de CO₂, que la obtenida por una masa forestal no intervenida - cuyo balance a

largo plazo es cero por igualarse las cantidades fijadas por la fotosíntesis con las desprendidas por respiración, el desfronde y muerte parcial o total de individuos - es necesario conocer muy bien la dinámica del carbono dentro del ecosistema forestal. Conocidas las rutas que sigue el carbono procedente de cada una de las fracciones de biomasa del árbol (fuste, leñas gruesas, ramas finas, cortezas y hojas) se puede actuar a través de la aplicación de diferentes métodos selvícolas.

Los sistemas de aprovechamiento permiten al gestor forestal la aplicación de diferentes métodos: árbol completo, fuste, fuste más leña, etc. Cada uno de ellos deja diferentes fracciones de biomasa en el monte y, dependiendo de su destino final (quema de restos de corta, extracción de leñas gruesas, trituración de restos para su aplicación en industria o para su descomposición en el suelo) se emitirán distintas cantidades de CO₂ al aire.

No cabe duda que desde la selvicultura y la gestión se puede actuar para reducir las emisiones de CO₂, aunque, hasta la fecha, no tenemos suficiente información cuantitativa sobre el alcance real que las mencionadas actuaciones podrían tener en la mitigación del efecto invernadero.

El carbono en los ecosistemas forestales

Como es bien sabido, una vez que el dióxido de carbono atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, éste pasa a formar parte importante de la composición de la madera y de todos los demás tejidos necesarios para el desarrollo de la planta.

Los árboles en su crecimiento renuevan permanentemente parte de sus órganos a través del desfronde de hojas, ramas, flores, frutos, corteza, etc. Esta dinámica libera carbono, una parte del cual se incorpora a la atmósfera en forma de CO₂ y el resto queda fijado en el suelo en forma de humus estables. Paralelamente a este proceso se produce anualmente un aumento de las dimensiones del árbol (crecimiento) que se realiza a base de acumulación de carbono. El balance entre el carbono acumulado en el árbol como resultado de su crecimiento y el liberado por el desprendimiento y descomposición de hojas, ramas, frutos, cortezas, etc., determina la fijación neta de carbono por el árbol. El mismo razonamiento puede hacerse cambiando el concepto de árbol por el de masa forestal, incluyendo aquí el balance neto de todas las especies vegetales que lo componen: árboles, arbustos, matorrales y herbáceas.

Al intervenir selvicolamente, se extraen diferentes fracciones de la biomasa que se acumula en el bosque: madera, piñas, leñas y otros productos, cuyo aprovechamiento genera unos residuos. Una parte de ellos pueden ser extraídos del sistema, como las leñas, y otros, como ramillas finas y hojas, son quemados inmediatamente después, o dejados en el suelo para que se descompongan e incorporen lentamente a la materia orgánica.

Cada uno de estos productos finales tienen un tiempo de vida medio (vida media) después del cual se degradan aportando carbono al suelo y CO₂ a la atmósfera (Ordoñez, 1998). La selvicultura puede influir sobre la vida media de cada uno de los productos, mitigando o retar-

dando más o menos la liberación de CO₂ y su incorporación al ciclo nuevamente. El tiempo durante el cual el carbono se mantiene formando, bien parte del árbol, bien parte de la madera de muebles, construcciones, papel, humus del suelo, etc., se considera que se encuentra almacenado -"secuestrado"- aunque una parte importante no esté ya en el ecosistema forestal.

El conocimiento preciso de la dinámica del flujo neto de carbono entre el bosque y la atmósfera, o lo que es lo mismo, la cuantificación del balance emisión - captura, es uno de los principales retos que se plantean si se quiere incorporar la fijación de carbono como un objetivo más de la gestión forestal. Se quiere inducir con lo anterior, que los procesos de captura - emisión de CO₂ en un bosque constituyen un complejo sistema con cuatro grupos generales de almacenamiento de carbono: biomasa aérea, biomasa radical, materia orgánica en descomposición y productos forestales almacenados fuera del bosque. Cada uno de estos stock o reservorios tienen diferentes tiempos de residencia o vida media y diferentes rutas de incorporación al CO₂ atmosférico, lo que hace compleja su gestión a través de la silvicultura.

Estimación de biomasa de *Pinus pinea* en Andalucía

Para cuantificar los valores de las diferentes fracciones de biomasa de esta especie, se eligió una muestra de tres árboles por clase diamétrica de las establecidas por el Segundo Inventario Forestal Nacional (II IFN).

La muestra se eligió de forma que fuese representativa de una calidad y densidad medias. Todos los árboles fueron apeados y separadas las siguientes fracciones: fuste, ramas con más de 7 cm de diámetro (leña gruesa), ramas con diámetro comprendido entre 2 y 7 cm de diámetro (leña fina), ramas con menos de 2 cm de diámetro y acículas. El peso en materia seca del fuste se calculó aplicando a su volumen la densidad básica específica de su madera. El peso en materia seca de leñas gruesas, finas, ramillos y acículas se estimó mediante secado de una muestra de cada fracción en estufa a 102 °C.

Para la estimación de biomasa radical se arrancó un árbol de cada clase diamétrica utilizando una retroexcavadora. Este sistema no permite extraer toda la biomasa radical, limitándose al tocón con parte de las raíces gruesas lo que se conoce como raigón. La práctica totalidad de las raíces menores de 5 – 6 cm de diámetro no son extraídas ni contabilizadas dentro de lo que en lo sucesivo vamos a denominar biomasa radical.

Los resultados obtenidos se exponen en la tabla III-36, en la cual se presentan los valores modulares obtenidos por ajuste de la biomasa aérea total del árbol (Bt) en función del diámetro del árbol.

$$\log Bt = -2,18117 + 2,42414 \log d \quad R^2 = 0,96$$

Bt en kg de materia seca y *d* en cm

Siguiendo el mismo procedimiento se han obtenido los valores modulares de la biomasa radical (Br) mediante la ecuación:

$$\text{Log Br} = -4,01758 + 2,47024 \cdot \text{log } d \quad R^2 = 0,98$$

Br en kg de materia seca y d en cm

Tabla III-36. Variación de los valores modulares de las distintas fracciones de biomasa (kg de materia seca) con el diámetro del árbol.

CD (cm)	Biomasa aérea					Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas			
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
5	2,2	0,0	0,8	1,9	0,6	5,6	1,0	6,5
10	14,1	0,0	4,6	8,2	3,1	30,0	5,3	35,3
15	33,0	15,3	10,3	15,2	6,2	80,1	14,5	94,6
20	69,0	32,7	20,7	26,9	11,7	160,9	29,4	190,4
25	121,7	58,6	35,5	41,6	19,1	276,4	51,1	327,5
30	193,1	94,3	55,0	59,4	28,3	430,0	80,2	510,2
35	285,0	140,8	79,6	80,0	39,5	624,8	117,3	742,2
40	398,9	199,0	109,5	103,6	52,6	863,7	163,2	1.026,8
45	536,3	270,0	145,0	130,0	67,8	1.149,1	218,3	1.367,4
50	698,5	354,4	186,3	159,2	84,9	1.483,4	283,2	1.766,6
55	886,8	453,2	233,7	191,2	104,1	1.869,0	358,3	2.227,4
60	1.102,4	567,0	287,3	225,8	125,4	2.307,9	444,3	2.752,2
65	1.346,3	696,6	347,3	263,2	148,7	2.802,1	541,4	3.343,5
70	1.619,7	842,7	413,8	303,2	174,1	3.353,6	650,2	4.003,7

La tabla III-36 contiene información sobre como se reparten las diferentes fracciones de biomasa dentro del árbol y cómo varían estas proporciones en función del diámetro del árbol. Esta información puede ser utilizada para evaluar los resultados de la aplicación de diferentes métodos de aprovechamiento, ya que permite conocer la cantidad de biomasa que queda en el monte, dependiendo de las fracciones que se aprovechen. El gestor habrá de valorar, en cada caso, si es beneficioso dejar parte de los restos de corta en el suelo para su transformación en materia orgánica, o si por el contrario deben ser quemados para rebajar el riesgo de incendios o ser extraídos para su trituración y transformación en otros productos. Cada opción presenta ventajas e inconvenientes que tienen que ser valorados en cada caso concreto.

Aplicando los valores modulares de la tabla III-36 a los datos del II IFN se obtiene la tabla III-37. La primera columna se refiere al número total de árboles existentes en cada clase dia-

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

métrica en todo el territorio andaluz, el resto de las columnas se obtienen multiplicando los valores modulares obtenidos en la tabla III-36 por el número de árboles de cada clase diamétrica.

Tabla III-37. Biomasa de *Pinus pinea* acumulada (t) y sus fracciones por clases diamétricas en Andalucía.

CD (cm)	Biomasa aérea						Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramaz			Acículas				
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm					
5	22.772.112	51.910	0	18.594	45.559	14.670	130.733	22.442	153.175
10	16.352.923	229.983	0	75.386	134.515	50.420	490.304	86.901	577.204
15	12.986.960	429.069	198.907	133.529	197.924	81.083	1.040.512	187.898	1.228.411
20	8.319.917	573.749	271.774	172.099	223.636	97.579	1.338.837	244.998	1.583.835
25	4.803.802	551.566	265.672	160.785	188.659	86.444	1.253.126	231.685	1.484.811
30	2.496.508	482.030	235.373	137.274	148.181	70.665	1.073.524	200.154	1.273.678
35	1.248.316	355.737	175.723	99.328	99.920	49.287	779.995	146.464	926.458
40	544.552	217.223	108.381	59.624	56.425	28.659	470.313	88.859	559.172
45	189.178	101.458	51.070	27.432	24.598	12.821	217.380	41.294	258.674
50	79.231	55.661	28.239	14.848	12.687	6.767	118.202	22.563	140.766
55	38.389	34.047	17.398	8.972	7.340	3.997	71.753	13.757	85.511
60	23.141	25.511	13.121	6.648	5.226	2.901	53.407	10.281	63.688
65	8.366	11.263	5.828	2.905	2.202	1.244	23.442	4.529	27.972
70	9.050	14.658	7.627	3.745	2.744	1.575	30.350	5.884	36.234
PESO TOTAL	3.134	1.379	921	1.149	508	7.092	1.307	8.400	

miles de toneladas

(*): Existencias según II Inventario Forestal Nacional (ANDALUCÍA)

La tabla III-37 presenta la biomasa acumulada, diferenciada por fracciones, en todos los pinos piñoneros que crecen en Andalucía. Esta biomasa alcanza las cifras de 3,1 millones de toneladas acumuladas en los fustes, 4 millones de toneladas acumuladas en el conjunto de ramas y ramillas y 1,3 millones de toneladas en las raíces. La biomasa total de *Pinus pinea* en Andalucía se eleva a 8,4 millones de toneladas.

Determinación del peso de carbono acumulado en la biomasa

La biomasa acumulada por *Pinus pinea* en Andalucía puede transformarse en toneladas de carbono. Para esta transformación y a falta de análisis químico específico, hemos adoptado un porcentaje medio de carbono en la madera (referido a materia seca) del 50%, de acuerdo con

lo propuesto por Kollmann (1959). Aplicando este porcentaje a la biomasa expresada en materia seca se obtienen los pesos de carbono correspondientes para cada fracción de biomasa y clase diamétrica.

Determinación del CO₂ capturado en la biomasa

El CO₂ acumulado en la biomasa se estima a través de la relación existente entre el peso total de la molécula de CO₂ (44) y el del átomo de carbono (12). Lo que equivale a decir que por cada kg de carbono acumulado en la biomasa seca del árbol éste ha capturado 3,67 kg de CO₂. Aplicando esta relación a la tabla III-37 se han construido las tablas III-38 y III-39.

Tabla III-38. Valores modulares (kg) de CO₂ por clase diamétrica y fracción de biomasa.

CD (cm)	Biomasa aérea					Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas			
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
5	4,1	0,0	1,5	3,6	1,2	10,3	1,8	12,0
10	25,8	0,0	8,5	15,1	5,7	55,0	9,8	64,8
15	60,6	28,1	18,9	28,0	11,5	147,0	26,5	173,6
20	126,5	59,9	38,0	49,3	21,5	295,3	54,0	349,3
25	223,2	107,5	65,1	76,4	35,0	507,2	93,8	601,0
30	354,3	173,0	100,9	108,9	51,9	789,1	147,1	936,2
35	522,9	258,3	146,0	146,9	72,5	1.146,6	215,3	1.361,9
40	732,0	365,2	200,9	190,1	96,6	1.584,8	299,4	1.884,3
45	984,1	495,4	266,1	238,6	124,4	2.108,6	400,5	2.509,1
50	1.281,8	650,3	341,9	292,2	155,8	2.722,1	519,6	3.241,7
55	1.627,4	831,6	428,8	350,8	191,1	3.429,6	657,6	4.087,2
60	2.022,9	1.040,4	527,2	414,4	230,1	4.235,0	815,2	5.050,2
65	2.470,5	1.278,3	637,3	482,9	272,8	5.141,9	993,5	6.135,3
70	2.972,2	1.546,4	759,4	556,3	319,5	6.153,8	1.193,0	7.346,8

Tabla III-39. CO₂ total acumulado (t) por clase diamétrica y fracciones de biomasa en Andalucía.

CD (cm)	Biomasa aérea						Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas				
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm					
5	22.772.112	95.254	0	34.121	83.601	26.920	239.895	41.181	281.077
10	16.352.923	422.019	0	138.333	246.834	92.521	899.708	159.463	1.059.170
15	12.986.960	787.341	364.995	245.027	363.191	148.787	1.909.340	344.793	2.254.133
20	8.319.917	1.052.829	498.706	315.801	410.372	179.058	2.456.766	449.571	2.906.337
25	4.803.802	1.012.123	487.509	295.041	346.189	158.624	2.299.486	425.141	2.724.627
30	2.496.508	884.526	431.910	251.897	271.913	129.670	1.969.916	367.282	2.337.198
35	1.248.316	652.777	322.452	182.267	183.352	90.442	1.431.290	268.761	1.700.051
40	544.552	398.605	198.879	109.411	103.540	52.590	863.024	163.055	1.026.080
45	189.178	186.176	93.714	50.338	45.138	23.526	398.892	75.775	474.667
50	79.231	102.137	51.819	27.246	23.281	12.418	216.901	41.404	258.305
55	38.389	62.476	31.924	16.464	13.468	7.335	131.667	25.244	156.912
60	23.141	46.812	24.077	12.199	9.590	5.324	98.002	18.865	116.868
65	8.366	20.668	10.694	5.331	4.040	2.283	43.017	8.311	51.328
70	9.050	26.898	13.995	6.873	5.035	2.891	55.692	10.797	66.489
TOTAL:		5.750.642	2.530.674	1.690.347	2.109.545	932.389	13.013.597	2.399.646	15.413.242

Hasta aquí se ha estimado el CO₂ fijado por las diferentes partes de un árbol en función de su clase diamétrica y el total acumulado por todos los árboles de pino piñonero existentes en Andalucía, según datos de Segundo Inventario Forestal Nacional.

Para estimar el CO₂ que puede fijar anualmente un árbol, o el que se puede fijar en todos los pinares de esta especie, se hace necesario conocer el crecimiento anual de cada una de las fracciones de biomasa consideradas.

Crecimiento anual de biomasa

La biomasa total aérea y radical de un árbol se ha obtenido mediante la ecuación que relaciona su biomasa total con el diámetro. Para conocer el incremento anual se ha calculado el crecimiento corriente anual en diámetro de *Pinus pinea* en Andalucía a partir del Inventario Forestal Nacional.

Aplicando la ecuación con los incrementos diametrales para cada clase diamétrica, se obtienen, por diferencia, los incrementos de biomasa seca por clases diamétricas.

$$IB = f(d + \Delta d) - f(d)$$

IB: Incremento en biomasa en kg de materia seca

d: Diámetro en cm

Δd : Incremento anual en diámetro en cm

Si suponemos que los incrementos de biomasa se acumulan proporcionalmente en cada una de las fracciones de la biomasa del árbol, se obtiene la tabla III-40 que muestra los incrementos de biomasa en cada una de las fracciones en que se ha dividido el árbol medio de cada clase diamétrica.

Tabla III-40. Valores modulares de incremento anual de biomasa (kg de materia seca).

CD (cm)	Biomasa aérea					Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas			
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
5	0,7	0,0	0,2	0,4	0,2	1,5	0,26	1,8
10	2,0	0,0	0,6	0,9	0,4	3,9	0,71	4,6
15	2,9	1,4	0,9	1,0	0,5	6,7	1,24	8,0
20	4,2	2,0	1,2	1,2	0,6	9,2	1,72	10,9
25	5,6	2,8	1,6	1,5	0,8	12,2	2,30	14,5
30	7,8	3,9	2,1	1,8	1,0	16,7	3,17	19,9
35	9,9	5,0	2,6	2,1	1,2	20,8	3,98	24,8
40	13,1	6,7	3,4	2,6	1,5	27,4	5,27	32,6
45	15,7	8,1	4,0	2,9	1,7	32,4	6,28	38,7
50	18,4	9,6	4,6	3,2	1,9	37,7	7,34	45,1
55	19,6	10,3	4,9	3,2	2,0	40,0	7,82	47,8
60	20,4	10,8	5,1	3,2	2,0	41,5	8,14	49,6
65	22,1	11,8	5,4	3,3	2,1	44,7	8,81	53,5
70	19,3	10,4	4,7	2,8	1,8	38,9	7,69	46,6

Como se hizo anteriormente con la biomasa total, multiplicando los valores modulares de la tabla III-40 por el número de árboles existentes en cada clase diamétrica en Andalucía, se obtiene la tabla III-41, que expresa el incremento total de biomasa de *P. pinea* en toda la Comunidad Autónoma.

Tabla III-41. Incremento total de biomasa (t/año) en materia seca por clases diamétricas y fracciones de biomasa.

CD (cm)	Biomasa aérea						Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas				
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm					
5	22.772.112	15.858	0	5.357	10.375	3.760	35.351	6.199	41.549
10	16.352.923	32.999	0	10.234	14.603	6.127	63.962	11.566	75.528
15	12.986.960	38.058	18.829	11.219	13.352	6.111	87.570	16.127	103.697
20	8.319.917	34.558	16.870	9.826	10.277	5.003	76.533	14.279	90.812
25	4.803.802	25.473	12.642	7.041	6.658	3.402	55.216	10.407	65.623
30	2.496.508	19.530	9.825	5.274	4.590	2.441	41.661	7.918	49.579
35	1.248.316	12.320	6.270	3.263	2.648	1.456	25.956	4.968	30.924
40	544.552	7.147	3.674	1.861	1.421	804	14.907	2.871	17.777
45	189.178	2.965	1.538	761	550	320	6.134	1.188	7.321
50	79.231	1.464	765	370	256	152	3.007	585	3.592
55	38.389	752	396	188	124	75	1.536	300	1.836
60	23.141	473	251	117	74	46	960	188	1.149
65	8.366	185	99	45	28	17	374	74	448
70	9.050	175	94	42	25	16	352	70	422
INC. TOTAL (10³ t/año)	191.958	71.252	55.599	64.980	29.730	413.519	76.739	490.258	

De la tabla III-41 se desprende que *P. pinea* en Andalucía aumenta cada año su biomasa aérea en 413.519 t, la biomasa radical en 76.739 t y la biomasa total en 490.258 t de materia seca. El CO₂ empleado en este incremento de biomasa es realmente CO₂ fijado anualmente por *P. pinea* en Andalucía.

Fijación anual de CO₂ por *Pinus pinea*

Mediante la transformación de los incrementos de biomasa por clases diamétricas en CO₂, se obtienen los valores modulares de incremento de CO₂ por clases diamétricas.

Tabla III-42. Valores modulares de incremento de CO₂ fijado anualmente (kg/año) por las distintas fracciones de biomasa del árbol.

CD (cm)	Biomasa aérea					Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramaz			Acículas			
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
5	1,2	0,0	0,4	0,8	0,3	2,8	0,5	3,3
10	3,7	0,0	1,1	1,6	0,7	7,2	1,3	8,5
15	5,4	2,7	1,6	1,9	0,9	12,4	2,3	14,7
20	7,6	3,7	2,2	2,3	1,1	16,9	3,1	20,0
25	10,3	5,1	2,8	2,7	1,4	22,3	4,2	26,6
30	14,4	7,2	3,9	3,4	1,8	30,6	5,8	36,4
35	18,1	9,2	4,8	3,9	2,1	38,2	7,3	45,5
40	24,1	12,4	6,3	4,8	2,7	50,2	9,7	59,9
45	28,8	14,9	7,4	5,3	3,1	59,5	11,5	71,0
50	33,7	17,6	8,5	5,9	3,5	69,3	13,5	82,7
55	36,0	18,9	9,0	5,9	3,6	73,4	14,3	87,8
60	37,5	19,9	9,3	5,9	3,6	76,2	14,9	91,1
65	40,6	21,6	9,9	6,1	3,8	82,1	16,2	98,2
70	35,5	19,0	8,6	5,1	3,3	71,5	14,1	85,6

La tabla III-42 muestra los kg de CO₂ que fija el árbol durante un año o periodo de crecimiento.

Si expresamos los valores de incremento total de CO₂ fijado por un árbol en función de su biomasa seca total, obtenemos la última columna de la tabla III-40, que muestra la eficiencia en la fijación de CO₂ de los árboles de diferentes clases diamétricas.

Siguiendo siempre el mismo procedimiento, a partir de los valores modulares de la tabla III-42 se obtiene la tabla III-43 que expresa la fijación de CO₂ por clases diamétricas para Andalucía.

Tabla III-43. Cantidad de CO₂ fijado (t/año) por clases diamétricas y fracciones de biomasa para toda Andalucía.

CD (cm)	Biomasa aérea						Total aérea	Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas				
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm					
5	22.772.112	95.254	0	34.121	83.601	26.920	239.895	41.181	281.077
10	16.352.923	422.019	0	138.333	246.834	92.521	899.708	159.463	1.059.170
15	12.986.960	787.341	364.995	245.027	363.191	148.787	1.909.340	344.793	2.254.133
20	8.319.917	1.052.829	498.706	315.801	410.372	179.058	2.456.766	449.571	2.906.337
25	4.803.802	1.012.123	487.509	295.041	346.189	158.624	2.299.486	425.141	2.724.627
30	2.496.508	884.526	431.910	251.897	271.913	129.670	1.969.916	367.282	2.337.198
35	1.248.316	652.777	322.452	182.267	183.352	90.442	1.431.290	268.761	1.700.051
40	544.552	398.605	198.879	109.411	103.540	52.590	863.024	163.055	1.026.080
45	189.178	186.176	93.714	50.338	45.138	23.526	398.892	75.775	474.667
50	79.231	102.137	51.819	27.246	23.281	12.418	216.901	41.404	258.305
55	38.389	62.476	31.924	16.464	13.468	7.335	131.667	25.244	156.912
60	23.141	46.812	24.077	12.199	9.590	5.324	98.002	18.865	116.868
65	8.366	20.668	10.694	5.331	4.040	2.283	43.017	8.311	51.328
70	9.050	26.898	13.995	6.873	5.035	2.891	55.692	10.797	66.489
TOTAL (10³ t/año):		5.750.642	2.530.674	1.690.347	2.109.545	932.389	13.013.597	2.399.646	1.541.242

Extracción anual de biomasa de *Pinus pinea* en Andalucía

La biomasa extraída se estima a partir de las cortas de madera que figuran en el Anuario de Estadística Agraria de Andalucía. No hemos encontrado información sobre la cantidad de madera extraída de cada clase diamétrica, solamente sobre el total anual, sin diferenciación de tamaños. Para mitigar la variabilidad anual se ha tomado la media de los años 1999 a 2001 que asciende a 29.718 m³ c/c anuales. Aplicando las proporciones de ramas mayores de 7 cm, ramillas menores, acículas y biomasa radical a la cifra anterior se obtiene la biomasa total cortada expresada en toneladas de materia seca. Por aplicación de los coeficientes de transformación mencionados se obtienen los pesos de carbono y de CO₂ equivalentes para las mismas fracciones. El resultado se expone en la tabla III-44.

Tabla III-44. Biomasa, carbono y CO₂ equivalente extraído anualmente (t/año) mediante las cortas de aprovechamiento.

	Fuste	Ramas > 7 cm	Ramas 2-7 cm	Acículas	Raíces	Árbol completo	Biomasa radical	Biomasa total
Biomasa	14.383	6.329	4.228	5.276	2.332	32.548	6.002	38.550
Carbono	7.192	3.165	2.114	2.638	1.166	16.274	3.001	19.275
CO ₂	26.393	11.615	7.758	9.682	4.279	59.726	11.013	70.740

Como resultado de todos los valores de biomasa y CO₂ calculados en las tablas anteriores se obtiene una aproximación al balance de CO₂ de *Pinus pinea* en Andalucía. Conocemos el CO₂ total fijado por la especie en Andalucía y conocemos también el CO₂ que se acumula, cada año como consecuencia de su crecimiento y finalmente conocemos el CO₂ extraído por las cortas anualmente.

Las existencias totales, calculadas a partir de los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional para Andalucía realizado entre 1994 y 1996 (podemos fijarlas como media en 1995), corresponden a las habidas en Andalucía en 1995, a partir de esa fecha cada año, mediante el crecimiento de los árboles, las masas de *P. pinea* han ido fijando 758.807 t/año de CO₂ en la parte aérea y 140.816 t/año en los sistemas radicales, que se va sumando, en principio al total de CO₂ fijado en 1995.

Si se acepta que cada año, como promedio, se extraen 29.718 m³ c/c de madera, equivalente a 59.762 t/año de CO₂ correspondiente a biomasa aérea y 11.013 t/año de CO₂ de biomasa radical, podemos establecer el balance de CO₂ para *Pinus pinea* en Andalucía durante los últimos ocho años (1996-2003), como se muestra en la tabla III-45.

Tabla III-45. Balance de fijación neta de CO₂ por *P. pinea* en Andalucía para el periodo 1996-2003 (toneladas).

	Biomasa aérea	Biomasa radical	TOTAL
TOTAL CO ₂ fijado en 1995 (TF)	13.013.597	2.399.646	15.413.242
CO ₂ fijado anualmente (F)	758.807	140.816	899.623
CO ₂ extraído por cortas (Ex)	59.726	11.013	70.740
Fijación de CO ₂ neta anual (F-Ex)	699.081	129.803	828.883
TOTAL CO ₂ fijado en 2003 (TF+8F-8Ex)	18.606.243	3.438.247	20.044.300

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía

Este balance puede mejorar, si, como es lógico, se acepta que una parte del CO₂ extraído no vuelve inmediatamente a la atmósfera, sino que queda fijado en la madera, tableros u otros productos durante un determinado número de años. Al no conocer bien los tiempos de residencia o vida media de los productos de la corta, no se puede cerrar totalmente el balance, pero se puede asegurar que el balance real es un poco más beneficioso que el expuesto en la tabla III-45.

Finalmente indicar que las masas de *Pinus pinea* de Andalucía además de producir piña, madera, hábitat silvestre, paisaje, recreo, contribuir a la protección del suelo y mejorar la recarga de acuíferos, etc, mantienen "secuestradas" 22,04 millones de toneladas de CO₂ y fijan cada año 828.883 toneladas de CO₂ que se suman a la cifra anterior.