

III. SELVICULTURA

Replantaciones realizadas con *Pinus pinea* L.

Como se ha expuesto en la segunda parte de este libro, *Pinus pinea* L. ha sido una especie ampliamente difundida por toda la cuenca mediterránea. El hombre ha utilizado con frecuencia esta especie por su valor como productora de piñón, madera, leñas y como ornamental en jardines, paseos y residencias de campo. Dependiendo de la producción preferente o el uso que se le ha asignado a la especie se han aplicado diferentes prácticas selvícolas, pues se trata de una especie muy intervenida, muy domesticada para acomodarla a las necesidades del hombre.

En Andalucía se han repoblado grandes superficies desde el siglo XVIII hasta nuestros días con esta especie. Seguramente desde principios de siglo XVIII se vienen haciendo repoblaciones en las zonas de arenas y dunas de la costa de Cádiz y Huelva. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX se llevó a cabo una intensa actividad repobladora de dunas costeras y de zonas rasas o de pinar muy aclarado y degradado. Esta intensa labor repobladora se acompañó de ayudas a la regeneración natural y ayudas para mejorar la densidad de las masas.

Sin duda la mayor actividad repobladora con esta especie se ha producido durante el siglo XX, tanto en España como en el resto de los países del norte y del sur de la Cuenca Mediterránea.

Dentro de España, la región que más ha repoblado con *Pinus pinea* ha sido Andalucía. En el informe "Inventario de repoblaciones en 31-12-1970" (Ministerio de Agricultura, 1971) se encuentra la superficie repoblada anualmente por provincias desde 1941 a 1970 y el *Banco de Datos* de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía contiene las referidas a 1973 - 99. Es conocido que en Andalucía se repobló con pino piñonero antes de 1941 una considerable superficie, sobre todo en Sierra Morena y sus estribaciones, pero la información encontrada no nos ha permitido cuantificar con suficiente precisión la superficie afectada por esas repoblaciones. La información referida se resume en la Tabla III-1.

Tabla III-1. Evolución de la superficie (ha) repoblada en Andalucía con *Pinus pinea* desde 1941 a 1999. Fuente: Ministerio de Agricultura, 1971 y Junta de Andalucía, 2003.

PERIODO (años)	Superficie repoblada (ha)	PERIODO (años)	Superficie repoblada (ha)
1941-45	10.657	1971-75	18.188
1946-50	5.587	1976-80	30.073
1951-55	16.550	1981-85	31.401
1956-60	17.793	1986-90	18.016
1961-65	11.738	1991-95	13.194
1966-70	4.706	1996-1999	13.471
		TOTAL	191.374

Como se desprende de la evolución de las superficies repobladas en cada período de cinco años, la aplicación del RD 373/93, conocido como "de la Reforestación" no ha producido un incremento del número de hectáreas repobladas con esta especie. La mayor actividad repobladora se produce entre 1975 y 1985. A partir de 1985 se produjo una disminución significativa de la superficie repoblada anualmente con esta especie. Esta tendencia continua en el quinquenio 1991-1995, pues en los años 1994-96 se repobló muy poco, comenzando a notarse los efectos del decreto de reforestación en 1997 y 1998 que vuelven a alcanzar cifras propias de la década de los ochenta.

En cuanto a los métodos de repoblación empleados a lo largo de los últimos 60 años, puede decirse que fueron igualmente variados, pues como es bien conocido, las técnicas de preparación del suelo y el espaciamiento o marco de plantación dependen de una serie de factores, entre los que tienen gran importancia:

- Los objetivos que se pretenden alcanzar con la repoblación
- El temperamento de la especie
- La sensibilidad de la especie introducida a la competencia de la vegetación preexistente
- La disponibilidad de semilla o de planta de vivero
- Las limitaciones topográficas y paisajísticas
- Las características del suelo
- La disponibilidad de maquinaria específica y/o mano de obra
- La probabilidad, previsible, de poder aplicar un programa de clareos y claras en la joven masa conseguida
- La adaptación final de los costos totales al presupuesto
- Otras limitaciones o peculiaridades específicas que puedan presentarse en cada caso particular

Teniendo en cuenta la variada casuística que se acaba de enumerar, es difícil presentar un esquema de los principales métodos de repoblación empleados, que manteniendo la necesaria brevedad en la descripción de las operaciones específicas de cada método, pueda proporcionar una información clara de los diferentes procesos, capaz de ayudar a una mejor comprensión de las actividades llevadas a cabo en tiempos pasados, y menos aún que pueda ser útil para elegir los métodos más indicados en la época actual. Los interesados en este tema encontrarán siempre más y mejor información en manuales y libros de repoblaciones (Serrada, 2000).

Al igual que los métodos, los objetivos perseguidos con las repoblaciones de *Pinus pinea* han sido muy diversos, desde aquellas que persiguen como objetivo principal la fijación de dunas costeras en todo el litoral mediterráneo, desde Torroella de Montgrí en Gerona hasta las de Odiel y Punta Umbría en Huelva, pasando por las dunas de Guardamar de Segura y Tarifa, hasta algunas de las repoblaciones realizadas actualmente, diseñadas para la producción de fruto y en las cuales el objetivo de protección y fijación del suelo casi no se tiene en cuenta. Casi todas las repoblaciones realizadas en Sierra Morena y sus estribaciones, y en la llanura onubense y otros puntos del interior de Andalucía cumplen funciones de protección, aumento de la diversidad y de la riqueza biológica, compatibles con la producción de piña y madera.

Aunque no es posible clasificar con nitidez todas las repoblaciones de *Pinus pinea* dentro de grupos que no tengan algún aspecto común, sí se puede decir que existen algunas diferencias generales entre unas y otras, cuyo orden y caracterización podría ser el siguiente:

- **Repoblaciones antiguas realizadas antes del siglo XIX.** Tenemos muy poca información de ellas, debieron realizarse en zonas de poca extensión, hechas por propietarios privados, señores feudales, pocas veces por la Administración. No se conocen las técnicas empleadas, pero casi con seguridad se trataba de siembras directas, a voleo, por líneas, golpes o puntos.
- **Repoblaciones para fijación de dunas.** Comienzan a principios del siglo XIX en Sanlúcar de Barrameda, Barbate y Rota y continúan con poca intensidad hasta finales del siglo XIX y principios del siglo XX, en que se intensificaron enormemente en todo el litoral mediterráneo y en Portugal. Estas repoblaciones se hacían siguiendo las técnicas de fijación de dunas existentes en la época, entre las que cabe destacar los métodos de *Bremontier* y el de *Goury* con ligeras modificaciones para adaptarlos a las condiciones y necesidades de cada lugar. Estas repoblaciones casi siempre se hacen por siembra, empleando abundante cantidad de semilla para lograr un rápido recubrimiento del suelo.



FOTO 26 Repoblación de la duna de Torre de la Higuera, que aparece totalmente fijada.

- **Las repoblaciones de las zonas de arenas en el interior de las costas.** También vienen de antiguo pero se intensifican mucho a partir de finales del siglo XIX y principios

del siglo XX. Sus objetivos eran ocupar zonas de matorral más o menos degradadas en áreas en las que con anterioridad habían existido pinares o no, la densificación de pinares muy aclarados y la repoblación de rasos. Se pretende crear una cubierta arbórea densa y productora de madera, leñas para los pueblos y piña. Generalmente se hacen por siembra a voleo o en fajas, pocas veces en líneas o puntos. Se obtienen masas jóvenes con altas densidades que han de ser aclaradas paulatinamente, proporcionando abundante leña, carbón y picón para los hogares. Actualmente, la mayoría de ellas son consideradas como pinares naturales o naturalizados, que están perfectamente integrados en el paisaje y la dinámica de la vegetación de estas zonas.

➤ **Repoblaciones de Sierra Morena.** También arrancan de principios del siglo XX o antes, pero se intensifican mucho a partir de 1941-42 con la creación del Patrimonio Forestal del Estado (PFE). Las primeras se realizan por siembra en fajas después de un desbroce o quema de matorral. Las densidades obtenidas son muy altas, lo que unido a la falta de clareos y claras da lugar a pinares muy densos, con árboles muy delgados cuyas copas forman un tapiz continuo, que las confiere un aspecto de césped y que son denominados con alguna frecuencia "trigales de piñonero".

A partir de 1960-65 se generalizan las plantaciones en terrazas y caballones, con densidades comprendidas entre 1600 y 2500 plantas por hectárea. El ancho y profundidad de las



FOTO 27 Aspecto de una repoblación en Sierra Morena – Huelva – en la que se han realizado las claras necesarias. En zonas de buena calidad de estación, como la que aparece en la foto, el crecimiento de *P. pinea* es muy alto, y la producción de piña moderada. La poda de fustes, orientada a la producción de madera, ha logrado árboles fusiformes con copas reducidas.

terrazas va disminuyendo a partir de los años ochenta, llegando a generalizarse el empleo de las denominadas "terrazas volcadas" que modifican menos la pendiente del terreno y sus efectos físico y visual se reducen notablemente, facilitando la integración de estas repoblaciones en el paisaje en menos tiempo. Los programas de aclareos, claras y podas de las ramas bajas, cuando se hacen, son adecuadas y técnicamente correctos.

En las plantaciones realizadas, más o menos a partir de 1980, se van rebajando paulatinamente las densidades (Montero y Candela, 1998) empleándose básicamente alguno de los marcos de plantación que aparecen en la tabla III-2.



FOTO 28 Repoblación de *P. pinea* en arenas con baja densidad de plantación. En estas condiciones, las plantas se desarrollan durante las primeras edades sin autocompetencia; sólo las herbáceas anuales compiten por el agua y los nutrientes del suelo en primavera.

Tabla III-2. Densidades de plantación más empleadas en las repoblaciones de Sierra Morena.

Distancia entre filas (m)	Distancia entre plantas (m)	Densidad equivalente pies/ha
3	2	1.666
4	2	1.250
3	3	1.111
4	3	833
4	4	625
5	5	400
6	3	555
6	5	333

La menor intensidad en la preparación del terreno, el costo de la planta y sobre todo de los cuidados culturales posteriores, como son clareos y claras, y la mayor orientación hacia la producción de piña que se ha comenzado a dar a estas repoblaciones, aconsejan densidades menores, que casi no necesitan aclarar la masa hasta edades muy avanzadas y en ocasiones la densidad inicial disminuida en la mortalidad natural no hará necesario la realización de ninguna clara.

Actualmente, en Sierra Morena y sus estribaciones, las repoblaciones hechas por la Consejería de Medio Ambiente se reducen casi exclusivamente a la sustitución de eucaliptares que han agotado su ciclo y no presentan un alto interés económico, o bien núcleos de pinar repoblado hace años y que se han visto afectados por incendios. En la mayoría de los casos se ha plantado el pino en las terrazas en que se plantó el eucalipto, por no volver a remover el suelo, para así aprovechar las ventajas que presenta la existencia de anchas terrazas para la mecanización de los posteriores cuidados culturales, que suele ser necesario dar a la repoblación. Las densidades de plantación más empleadas son las expuestas en la tabla III-2. Los trabajos culturales que se están aplicando consisten en "podas de realce" aplicadas entre los 6 y 8 años y que afectan, al menos, a tres verticilos; y un primer clareo entre los 13-14 y los 16-17 años, dependiendo de la densidad inicial y el desarrollo de los árboles. Muchos profesionales, gestores de estas masas, dudan de la utilidad que supone el hacer plantaciones con más de 625 árboles por hectárea, para que un buen porcentaje de esos árboles sean cortados en el primer clareo con una edad media en torno a los 15 años, y en los cuales hubo de hacerse una poda de realce a los 6-8 años y su corta y quema o trituración tras el clareo, pues a esa edad raramente son comercializables. La pregunta es si la riqueza ambiental o ecológica creada por



FOTO 29 Repoblación de *P. pinea* sobre antiguas terrazas de Eucalipto con baja densidad de plantación.

estos árboles durante su corta vida añade algo a la que proporcionaría una repoblación hecha en ese mismo lugar con una densidad menor. El objetivo meramente protector que tradicionalmente se ha asignado a estas repoblaciones, los bajos costos de la mano de obra de las zonas en que se instalaron, el desempleo rural existente en la comarca que muchas veces dio origen a la repoblación y la tradición que este conjunto de factores y algún otro han ido creando en los forestales, pueden estar en el origen de esta tendencia a plantar con altas densidades, obligándose posteriormente a la realización de clareos y claras, que no siempre se logran ejecutar.

En la zona baja, al sur de la provincia de Huelva, donde existe una gran extensión de pino piñonero, las repoblaciones se realizan, al igual que en el caso anterior, por transformación de eucaliptares en pinar o en pequeños núcleos de pinar que se ven afectados por incendios. En los montes propiedad de la Junta de Andalucía se realizan repoblaciones mixtas de pino y alcornoque a marco de 5 x 6 metros y secuencia de dos pinos y un alcornoque, resultando finalmente plantaciones mixtas de 222 pinos y 111 alcornoques por hectárea. En otros casos el marco de plantación se baja a 5 x 5 metros resultando una densidad de 266 pinos y 133 alcornoques por hectárea. Con estas densidades iniciales se renuncia a la producción de madera

como producto principal y se espera obtener mayores producciones de piña y corcho. En cualquier caso, dentro de 20-25 años, cuando el alcornoque comience a entrar en producción, habrá que optar por mantener una masa mixta con 75-100 alcornoques por hectárea y 100-125 pinos por hectárea y aplicar una cuidadosa selvicultura que permita mantener esta mezcla en equilibrio, o bien, optar por una masa mixta "por rodales" o bosquetes de pino o alcornoque, que se alternen ocupando entre las dos especies la práctica totalidad del espacio. En este caso el tamaño de los bosquetes de cada especie vendrá determinado por las condiciones del suelo, favoreciendo los bosquetes de alcornoque en las zonas de mayor fertilidad, y los de pino rellenando los espacios intermedios donde el alcornoque tenga mayores dificultades para crecer y para producir corcho de calidad y en suficiente cantidad.



FOTO 29-1 Poda de realce.

Las plantaciones que se hacen en pinares, para cubrir huecos de zonas incendiadas, suelen hacerse sólo con *Pinus pinea* y una densidad de 625 plantas/ha.

Únicamente, cuando se trata de un cantón orientado hacia la producción de fruto se rebaja esta densidad a 400 plantas por hectárea, y en raras ocasiones a 333 pies/ha.



FOTO 29-2 El anillamiento que produce la poda de realce no suele tener problemas de cicatrización.

res cuanto más se retrase la poda. En ocasiones no se pueden cortar todas las ramas del verticilo, porque las heridas rodean, casi completamente, el fuste, impidiendo el retorno de savia y produciendo, en ocasiones, un anillamiento del árbol.

El resto de las repoblaciones que cada año se realizan con esta especie en Andalucía no son muy importantes, en términos de la superficie que ocupan. A partir de 1997-98 se han incrementado las plantaciones hechas, en su mayoría por propietarios privados, al amparo del decreto de reforestación de tierras agrarias. Las densidades han sido bajas oscilando, por lo general, entre 500 y 625 plantas por hectárea.

Como apuntamos anteriormente en estas repoblaciones, si su desarrollo es el normal, es necesario realizar podas de realce entre los 6-8 años, dejando siempre tres o más verticilos. La segunda poda deberá hacerse antes de transcurridos 7-8 años desde la anterior, dependiendo del desarrollo medio de la masa, ya que si se trata de densidades de 625 plantas/ha, las copas comienzan a trabarse pronto y además las ramas de los verticilos más bajos adquieren gran grosor, produciéndose grandes heridas, que serán tanto mayo-

Claros

Programación de claros

Un programa de claros consiste, básicamente, en definir y ordenar en el tiempo y en el espacio una serie de intervenciones selvícolas que están íntimamente relacionadas entre sí. De tal manera que el número de árboles que deben extraerse en la última clara dependerá de la

cantidad de árboles que se hayan extraído en claras anteriores, es decir, de la edad de iniciación de las claras, del peso de las mismas, de la rotación o tiempo transcurrido entre dos claras consecutivas y del número de árboles existentes al aplicar la primera clara.

Si se desea favorecer la producción de piña las claras deben ser precoces, fuertes y graduadas en el tiempo, de tal forma que la última clara no se produzca después de que la masa haya alcanzado una edad superior al 40% del turno. A esta edad debe llegarse con una densidad que permite optimizar la producción hasta el final del turno. Si la experiencia o la información experimental indican que al final del turno la masa debe tener alrededor de 100 árboles/ha para obtener una buena producción de piña, después de la última clara deben quedar más de 100 árboles por hectárea, pues hay que tener en cuenta la mortalidad natural que habrá de producirse en el largo lapso de tiempo que va desde la última clara hasta el final del turno, que en el caso de la producción de piña no parece que deba ser menor de 120 años.

Si la primera clara se retrasa en exceso, el crecimiento en diámetro de los árboles codominantes se ralentiza y la poda natural suele alcanzar y sobrepasar la mitad de la altura total del árbol. Las acículas se van haciendo cada vez más cortas y delgadas, tomando un color verde claro. La pérdida de follaje hace que en ocasiones aparezcan, casi exclusivamente, acículas del último año, siendo muy escasas las de dos años y no existiendo prácticamente ninguna de tres o más años. Las ramillas de los últimos años son delgadas, sin acículas y de color gris lampiño. Todo ello da a la copa un aspecto similar a la de un árbol de pino carrasco, si se mira desde cierta distancia.



FOTO 30 Si la primera clara se retrasa demasiado, el crecimiento en diámetro se ralentiza, la poda natural avanza y la copa se reduce en exceso. En estas condiciones, hacen falta varias claras graduales para que la masa comience a responder y los árboles comiencen a formar una copa capaz de producir piña.

Cuando se ha alcanzado un estado de competencia como el descrito, hecho muy generalizado en muchas repoblaciones de Sierra Morena, es muy difícil hacer que los árboles vuelvan a adquirir copas redondeadas con brotes y acículas vigorosos, aunque se apliquen claras intensas para disminuir la competencia por luz y nutrientes. En estos casos la clara es imprescindible, pero la respuesta de la masa suele ser muy lenta. Si se siguen interviniendo durante los años siguientes, puede lograrse alguna respuesta en las masas situadas en las mejores estaciones, pero pocos árboles alcanzarán copas vigorosas y capaces de producir abundantes cosechas de piña hasta pasado un largo período de tiempo, seguramente 30-40 años. En estas condiciones la producción de piña no alcanzará cifras significativas hasta edades iguales o superiores a los 50-70 años (no tenemos información experimental para cuantificar esta cifra con precisión) y muy probablemente no se alcanzarán producciones normales más que durante los últimos 30-40 años del turno. Actuando de esta forma puede llegarse al final del turno con masas claras, árboles con fustes muy altos y copas aparasoladas, que en ocasiones son buenos productores de piña. Esta forma de proceder suele ser frecuente, y es quizás la menos ventajosa porque no logra optimizar ni la producción de piña ni la producción de madera, pudiendo haberse producido una pérdida de la función protectora del suelo que dio origen a la implantación de la mayoría de las masas actuales de pino piñonero.

La experiencia y la información experimental aconsejan realizar programas de claras precoces, tanto más cuanto mayor sea la importancia que se quiere conceder a la producción de piña y tanto menos cuanto mayor sea la misión protectora de la masa. Pero en cualquier caso, la necesidad de actuar selvicolamente está justificada si no se quiere correr grandes riesgos de destrucción total por fuegos, llevando consigo la pérdida de todas las producciones comerciales, la destrucción de la riqueza biológica y ambiental y de sus valores recreativo y paisajístico.

En un anterior trabajo sobre este tema (Montero y Candela, 1998) se dice que existen numerosas normas o programas de claras referidas a esta especie que expresan el número de árboles por hectárea que deben de formar la masa en función, exclusivamente, de la edad, sin hacer referencia a la calidad de estación, ni tener en cuenta los cuidados culturales que hayan recibido las jóvenes masas, es decir, sin considerar el tamaño medio de los árboles, que puede ser muy diferente para una edad muy similar. Bajo su aparente lógica y sencillez de comprensión, estos programas de claras reflejan un desconocimiento de la realidad e inducen a pensar que a una misma edad todos los árboles son iguales de grandes, hecho que, lógicamente, no es cierto.

La variabilidad de condiciones ecológicas y selvícolas en que se encuentran las masas andaluzas que deben ser objeto de clara, hace muy difícil proponer un programa de claras en función de la edad, aunque lógicamente la noción temporal de las intervenciones selvícolas ayuda a la realización de los planes de gestión sostenible y es necesaria, finalmente, en la elaboración de los planes decenales y planes técnicos en los cuales la cronología de las operaciones suele ser necesaria.

En rigor, el número de árboles por hectárea que han de quedar después de la clara debe hacerse depender de alguna variable que indique el tamaño de los árboles de la masa que se desea aclarar. Lo más frecuente es hacerlo en función de la altura o diámetro medio.

Teniendo en cuenta estas consideraciones vamos a intentar aproximar la edad de iniciación y el período de rotación.

Edad de iniciación

Como antes se ha indicado, las masas orientadas a la producción de piña deben ser aclaradas fuertemente y a edades jóvenes para favorecer el desarrollo de la copa desde las primeras edades. Está aceptado por numerosos autores y confirmado por la experiencia práctica que en las masas aclaradas muy tardíamente los árboles tardan mucho en desarrollar el volumen de copa suficiente para comportarse como buenos productores de fruto.

La edad a la que debe iniciarse la primera clara depende de una serie de variables, entre las más fundamentales se encuentran las siguientes:

- Densidad de plantación
- Calidad de la estación
- Cuidados culturales recibidos
- Orientación selvícola que se desea dar a la masa (producción prioritaria de piña o de madera, producción mixta, protección de suelos, diversidad biológica y riqueza ambiental, etc.)

Cuando se trata de repoblaciones por siembra, o procedentes de regeneración natural, o bien plantaciones a densidades muy altas (cada vez menos frecuentes), la primera clara debe hacerse tan pronto como se noten los primeros síntomas de competencia: abundancia de árboles comprimidos, mortalidad natural elevada, comienzo de la poda natural en numerosos árboles y clara disminución o estancamiento del crecimiento en diámetro.

Estos síntomas que indican la necesidad de realizar la primera clara suelen comenzar a producirse simultáneamente, aunque algunos como el inicio de la poda natural de las ramas bajas suele comenzar a manifestarse con mayor antelación. De cualquier forma, siguiendo este procedimiento, el diagnóstico de la necesidad de la primera clara se hace tardíamente, ya que para identificar la causa (densidad excesiva) hay que esperar a que se hagan patentes los síntomas.

En la práctica, es mejor establecer el número de árboles por hectárea en función del diámetro y hacer claras cada vez que el número de árboles sea mayor que el que corresponde al diámetro medio de la masa. Esta forma de proceder sirve para masas densas. En masas muy claras, procedentes de plantaciones con muy baja densidad inicial, la realización de la primera clara suele hacerse en función de otras variables como pueden ser los objetivos de producción y protección que se decida asignar a la masa.

Teniendo en cuenta que las claras son una herramienta selvícola que se aplica a las masas de unas determinadas clases de edad para conseguir una finalidad concreta, se hace necesario diferenciar entre las masas naturales o naturalizadas sometidas a proyecto de Ordenación, en las que se supone que tienen estructurado y planificado el destino de cada tramo, con arre-



FOTO 31 Claras sistemáticas en un tramo del monte ordenado "Propios y Peradejas" de Hinojos. En montes ordenados, estas intervenciones están previstas y planificadas dentro del plan decenal de mejoras.

glo al tratamiento selvícola que sirve de base al plan de ordenación, y las masas naturales o repobladas no ordenadas como es el caso de los montes de *P. pinea* del centro y norte de la provincia de Huelva. En las primeras existe un compromiso de aplicación de determinados tratamientos selvícolas como las claras en un tramo concreto y en un año concreto para cumplir los planes decenales, no existiendo esa planificación en las segundas o masas no ordenadas. Como quiera que lo dicho afecta más al dónde y al cuándo se debe de hacer la clara que al cómo se debe de hacer la misma, en este trabajo se aporta información para practicar claras en masas naturales y repoblaciones antiguas y muy densas situadas en condiciones fisiográficas en las que la protección es importante, y de forma diferenciada para realizar claras en plantaciones lineales con densidad de plantación variable.

Claras en masas naturales y repoblaciones antiguas

Para repoblaciones antiguas procedentes de siembra o plantaciones con alta densidad, situadas en condiciones fisiográficas en las que la protección es importante, existe una norma de claras basada en el índice de Reineke (Montero y Candela, 1998). Esta norma puede tener validez para masas procedentes de regeneración natural, introduciendo las pequeñas modificaciones que el selvicultor considere necesario hacer en cada caso.

Partiendo de la recta correspondiente a la máxima densidad biológica encontrada para *Pinus pinea*, y basándose en las claras realizadas por el Servicio Forestal de Huelva, se deter-

minó una recta de densidad de Reineke, que se consideró adecuada para las repoblaciones de Sierra Morena. El índice de Reineke permite definir programas de claras de diferente intensidad a través de rectas paralelas que garantizan una proporcionalidad entre dichos programas y permiten una comparación gráfica y numérica entre ellos y respecto a la máxima espesura biológica que puede alcanzar la masa. En este caso vamos a definir tres densidades expresadas por las siguientes ecuaciones:

➤ Máxima densidad biológica:

$$\text{Log } N_1 = 5,61 - 1,86 \cdot \text{Log } D_g$$

➤ Densidad indicada para masas orientadas a producción mixta piña-madera y en las cuales la protección del suelo tiene gran importancia:

$$\text{Log } N_2 = 4,42 - 1,33 \cdot \text{Log } D_g$$

➤ Densidad indicada en masas en las que la producción de piña pueda tener mayor interés y su función protectora no se considera muy importante, en estos casos se puede reducir la densidad anterior en un 30%. ($N_3 = 0,7 \cdot N_2$)

En la figura III-1 se representan las tres rectas definidas por las ecuaciones anteriores.

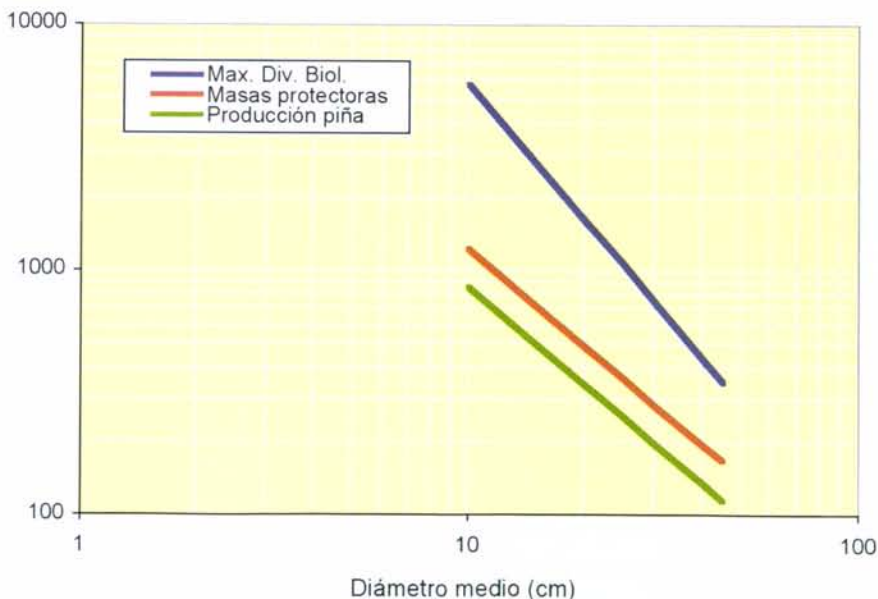


Figura III-1. Comparación de la recta de Reineke para la máxima diversidad biológica con las rectas definidas para masas protectoras y masas con aptitud de producción de piña.



FOTO 32 Si la clara se retrasa, la respuesta de la expansión de la copa es escasa y muy lenta, por lo que la fracción de cubierta cubierta se mantiene relativamente baja y el matorral comienza a invadir. En estos casos, el equilibrio entre dar más luz para lograr la expansión de la copa y no provocar una fuerte invasión de matorral es muy difícil de lograr.

El índice de Reineke se define como el número de árboles por hectárea que tiene una masa cuando su diámetro medio es de 25 cm, de tal manera que para el caso que nos ocupa el índice de Reineke para masas de *P. pinea* creciendo en su máxima diversidad biológica es de 1040, de 360 para masas en las que se aplica una selvicultura orientada a la protección y a la producción de piña y madera y 252 para masas orientadas a la producción de piña.

En la tabla III-3 se expresan el número de pies por hectárea, en función del diámetro medio de la masa.

Se aprecia como, siguiendo este método, las densidades a medida que avanza el turno, se van aproximando entre sí. Es decir, las densidades de las masas aclaradas se encuentran más próximas a la máxima densidad biológica al final del turno que al inicio del mismo. Es decir, en el programa de claras aplicable a masas protectoras al inicio del turno se dejan el 21% de los árboles que corresponden a la masa de máxima densidad biológica y al final se dejan el 47% de los que tendría una masa con ese mismo diámetro medio pero creciendo en su máxima densidad biológica. En el caso de masas orientadas a la producción de piña esas cifras se reducen al 15% y al 33% respectivamente.

La tabla III-3 constituye una herramienta para determinar de forma general, la densidad que debe de tener una masa en función del diámetro. Para diámetros diferentes a los que aparecen en la tabla, el número de árboles se calcula con la ecuación de Reineke.

Tabla III-3. Nº de pies/ha después de la clara, área basimétrica y porcentaje de densidad respecto a la máxima densidad biológica en función del diámetro medio de la masa.

Diámetro después de la clara	Máxima densidad biológica		Masas protectoras		Producción de piña		Relaciones	
	N1	AB1 (m ² /ha)	N2	AB2 (m ² /ha)	N3	AB3 (m ² /ha)	N2/N1 (%)	N3/N1 (%)
10	5.705	44,8	1.217	9,6	852	6,7	21	15
15	2.687	47,5	710	12,5	497	8,8	26	18
20	1.575	49,5	484	15,2	339	10,5	31	21
25	1.040	51,1	360	17,7	252	12,4	35	24
30	742	52,4	282	20,0	197	13,9	38	26
35	557	53,6	230	22,1	161	15,5	41	29
40	435	54,6	193	24,2	135	17,0	44	31
45	349	55,6	165	26,2	115	18,3	47	33

(Adaptado de MONTERO y CANDELA, 1998)

Peso de la clara

En *Pinus pinea*, deben hacerse claras por lo bajo y fuertes para crear los suficientes huecos que permitan la expansión de las copas y estimulen el crecimiento en diámetro. En general las claras iniciales serán más fuertes que las últimas.

La decisión de cuanto debe cortarse en cada clara se tomará teniendo en cuenta la tabla III-3, comparando la densidad real de la masa con la que recomienda la tabla.

En la tabla III-3 se presentan los datos después de la clara, pero para tomar la decisión de cuanto se debe aclarar, el gestor cuenta con los datos de la masa antes de la clara. A este respecto debe decirse que, la experiencia indica que en la primera clara, como promedio, el diámetro medio después de la clara suele ser entre un 15-20% superior al diámetro medio antes de la clara. En las claras sucesivas esta diferencia va disminuyendo, siendo del orden del 8-10% en la última clara.

Rotación

El tiempo transcurrido entre dos claras consecutivas suele fijarse en función del diámetro. Partiendo de los datos ofrecidos por la tabla III-3 pueden hacerse propuestas de diferentes rotaciones:

- Masas jóvenes y densas en las que la reducción del número de árboles debe hacerse gradualmente, y partiendo del punto inicial de 10 cm de diámetro, la clara no debe repetir-



FOTO 33 Aspecto de una repoblación en Sierra Morena, en la que se han realizado al menos dos claras pero que necesita una tercera. Obsérvese como sigue avanzando la poda natural en la parte inferior de las copas y la esbeltez de los fustes. Dependiendo de la producción prioritaria (piña o madera) el selvicultor graduará la intensidad del programa de claras.

se antes de que el diámetro medio se haya incrementado al menos en 5 cm, y esto hasta que la masa alcance un diámetro medio de 20 cm.

- Masas procedentes de repoblaciones densas, en las que ya se han realizado claras, pero que necesitan seguir aclarándose y cuyo diámetro medio es superior a 20 cm. La clara puede repetirse cuando el diámetro medio se haya incrementado en torno a 10 cm.
- En masas procedentes de repoblaciones con baja densidad inicial, la norma anterior pierde significado, pues el número de árboles a dejar no depende de una norma de espesura, como sucede en el caso anterior, sino de decisiones, que podríamos llamar extraselvícolas, como pueden ser la decisión de aplicar una selvicultura específicamente dirigida a la producción de piña, donde la función protectora de la masa no se considere importante. En estos casos el número de árboles a cortar dependerá más de consideraciones económicas, como puede ser la optimización de la producción de piña, la facilidad de su recolección, etc., que de la necesidad de mantener una densidad de arbolado que asegure la protección del suelo, y el cumplimiento del resto de las funciones ecológicas del monte, incluidas la diversidad, hábitats de especies silvestres, mejora de la calidad del aire y el agua, recarga y mantenimiento de acuíferos, etc.

La experiencia indica, que si bien las consideraciones anteriores parecen totalmente asumibles, las claras no deben repetirse antes de 10 años, y ello debido a las limitaciones de índole

económico, encuadradas en la economía de la gestión del monte. Si las claras no pueden ser frecuentes, tendrán que ser, necesariamente fuertes.

La decisión final sobre la rotación entre claras debe ser sopesada y decidida en función de los objetivos que se pretendan alcanzar con su ejecución. El buen conocimiento de la especie, y de la calidad de la estación ayudarán a tomar la decisión, en cada caso, con el menor riesgo posible.

Claras en repoblaciones lineales con densidades iniciales bajas

Seguimos en este apartado lo expuesto en Montero y Candela (1998), y se añade una referencia a plantaciones de 400 y 333 plantas/ha y plantaciones mixtas con *Quercus suber*.



FOTO 34 Vista de una plantación lineal de *P. pinea* sobre terrazas en Sierra Morena (Huelva). En estas plantaciones las primeras claras tienen que ser, necesariamente, sistemáticas. A partir de la 2ª o 3ª intervención el selvicultor puede “romper” las alineaciones, e intentar “naturalizar” el paisaje.

Casi todas las repoblaciones hechas a partir de 1970 y, especialmente a partir de 1980, han sido realizadas por plantación sobre terrazas, fajas, terrazas volcadas, haciendo uso de maquinaria pesada. Estas repoblaciones, cuyos árboles se ordenan en líneas paralelas siguiendo las curvas de nivel, necesitan un tratamiento especial a la hora de diseñar las primeras claras.

Como sucede en cualquier programa de claras es imprescindible definir el tipo de clara, la edad de iniciación, el peso de la clara y la rotación o número de años que deben transcurrir

entre dos claras consecutivas. La falta de datos experimentales no permite cuantificar con precisión estos conceptos, lo que obliga a un acotamiento de los mismos mediante aproximaciones, basadas en el conocimiento general que se tiene de estas repoblaciones y en la teoría general de claras.

Las características principales de las claras que se proponen son las siguientes:

- **Tipo de clara.** Estas claras han de ser forzosamente sistemáticas, en el sentido de que los árboles se cortan o se dejan, casi exclusivamente, en función de la posición que ocupan dentro de la fila y no son seleccionados por sus características individuales como sucede en otros tipos de claras. En la práctica se permiten algunas transgresiones de la regla tales como cortar el árbol anterior o posterior al que por sistema le corresponde. Estas alteraciones permiten no sacrificar árboles de gran calidad ni dejar árboles muy debilitados, sin alterar la repartición general de los árboles de forma significativa.
- **Edad de iniciación.** La primera clara debe realizarse entre los 15-20 años, según el marco de plantación y la calidad de estación que determinan el tamaño de los árboles.
- **Peso de la clara.** No deberá ser menor del 25%, expresado en número de pies por hectárea.

Las combinaciones que pueden hacerse con todos los marcos de plantación posibles son, en teoría, muy numerosos, pero en la práctica se reducen casi exclusivamente a ocho modelos. Para facilitar su identificación denominaremos a cada uno de los modelos con las letras A, B, C, D, E, F, G y H. Los marcos iniciales de plantación de los modelos son los siguientes:

MODELO	DISTANCIA ENTRE FILAS	DISTANCIA ENTRE PLANTAS	DENSIDAD EQUIVALENTE (pies/ha)	Nº DE CLARAS PROPUESTAS
A	3	2	1.660	3
B	4	2	1.250	3
C	3	3	1.111	3
D	4	3	833	3
E	4	4	625	2
F	6	3	555	2
G	5	5	400	2
H	6	5	333	1-2

El número de claras que se propone realizar y el peso de cada una de ellas se describe, a continuación, de forma gráfica para cada modelo. Estos esquemas son indicativos y admi-

ten todas las variaciones que el selvicultor considere razonables y adecuadas a su situación concreta.

Debido a las marras que se producen en una repoblación en el año de plantación y a lo largo de toda su vida, y a las irregularidades del terreno que no suelen permitir que el diseño de plantación sea totalmente geométrico, es frecuente que el número de árboles por hectárea existentes en una repoblación sea en torno a un 10-15% menor del que teóricamente debería haber, de acuerdo al marco de plantación. Este hecho hará que, en ocasiones, no sea necesario realizar la tercera clara. En los casos en que la tercera clara se considere necesaria desde el punto de vista selvícola y económico, es probable que a esa edad ya se haya perdido casi por completo la geometría de plantación inicial, lo que permitirá al selvicultor disponer de mayor libertad para elegir los pies que debe extraer, sin tener que ceñirse a las rígidas reglas de las claras sistemáticas.

MODELO A

Densidad inicial: 1.666 pies/ha

Distancia entre filas: 3 metros

Distancia entre plantas: 2 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 833 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 50% de los pies, quedando 417 pies/ha

Tercera clara: Se extrae, nuevamente, el 50% de los árboles, resultando una densidad final de 208 pies/ha.



2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
1	3	1	0	1	3	1	0	1	3	1	0
2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
1	0	1	3	1	0	1	3	1	0	1	3
2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
1	3	1	0	1	3	1	0	1	3	1	0
2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
1	0	1	3	1	0	1	3	1	0	1	3

1: primera clara. 2: segunda clara. 3: tercera clara. 0: masa final

FOTO 35 Plantación en terrazas. Densidad inicial 1.666 pies/ha (3 x 2 m)

MODELO B

Densidad inicial: 1.250 pies/ha

Distancia entre filas: 4 metros

Distancia entre plantas: 2 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 625 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 50% de los pies, quedando 313 pies/ha

Tercera clara: Por último, se extrae el 25% de los árboles, resultando una densidad final de 235 pies/ha.



0	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
2	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2
0	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3
2	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2
0	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
2	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2
0	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3
2	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2

1: primera clara. 2: segunda clara. 3: tercera clara. 0: masa final

FOTO 36 Plantación en terrazas volcadas.
Densidad inicial 1.250 pies/ha (4 x 2 m)

MODELO C

Densidad inicial: 1.111 pies/ha

Distancia entre filas: 3 metros

Distancia entre plantas: 3 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 555 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 50% de los pies, quedando 277 pies/ha

Tercera clara: Se extrae el 25% de los árboles, resultando una densidad final de 209 pies/ha.



FOTO 37 Plantación en terrazas volcadas. Densidad inicial 1.111 pies/ha (3 x 3 m)

1	0	1	2	1	3	1	2	1	0	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
1	3	1	2	1	0	1	2	1	3	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
1	0	1	2	1	3	1	2	1	0	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
1	3	1	2	1	0	1	2	1	3	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
1	0	1	2	1	3	1	2	1	0	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
1	3	1	2	1	0	1	2	1	3	1	2
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0

1: primera clara. 2: segunda clara. 3: tercera clara. 0: masa final

MODELO D

Densidad inicial: 833 pies/ha

Distancia entre filas: 4 metros

Distancia entre plantas: 3 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 417 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 25% de los pies, quedando 313 pies/ha

Tercera clara: Finalmente se extrae el 25% de los árboles, resultando una densidad final de 235 pies/ha.

2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1
0	1	3	1	0	1	3	1	0	1	3	1
2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	1	3	1	2	1	3	1	2	1	3	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1
0	1	3	1	0	1	3	1	0	1	3	1

1: primera clara. 2: segunda clara. 3: tercera clara. 0: masa final

MODELO E

Densidad inicial: 625 pies/ha

Distancia entre filas: 4 metros

Distancia entre plantas: 4 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 313 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 50% de los pies, quedando 156 pies/ha. Esta segunda clara se puede repartir en dos claras que supriman el 25% de los árboles. La última de ellas puede no realizarse si lo desaconsejan razones económicas y/o selvícolas.

```

1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1

```

1: primera clara. 2: segunda clara. 0: masa final

MODELO F

Densidad inicial: 555 pies/ha

Distancia entre filas: 6 metros

Distancia entre plantas: 3 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 278 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 33% de los pies, quedando 185 pies/ha



FOTO 38 Plantación en terrazas. Densidad inicial 555 pies/ha (6 x 3 m)

```

0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0
1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2
1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1
0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0
1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2
1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1
0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0
1 0 1 2 0 1 1 0 1 2 0 1 1 0 1 2

```

1: primera clara. 2: segunda clara. 0: masa final

MODELO G

Densidad inicial: 400 pies/ha

Distancia entre filas: 5 metros

Distancia entre plantas: 5 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 200 pies/ha

Segunda clara: Se extrae el 25% de los árboles y quedan 150 pies/ha



FOTO 38-1 Plantación en terrazas volcadas. Densidad inicial 400 pies/ha (5 x 5 m)

0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0

1: primera clara. 2: segunda clara. 0: masa final

MODELO H

Densidad inicial: 333 pies/ha

Distancia entre filas: 6 metros

Distancia entre plantas: 5 metros

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 166 pies/ha



FOTO 39 Plantación en arenas. Densidad inicial 333 pies/ha (6 x 5 m)

1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

1: primera clara. 0: masa final

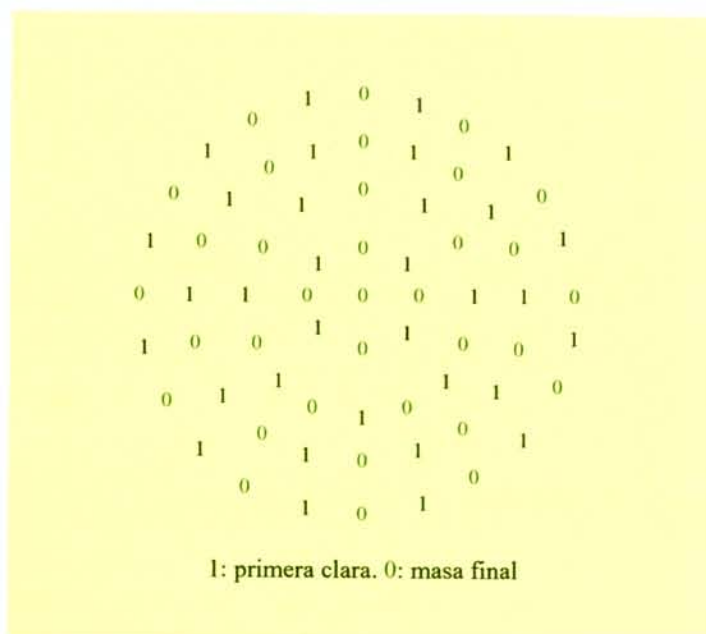
MODELO I (Plantación en círculo)

Densidad inicial: 333 pies/ha

Distancia entre filas circulares: 6 metros (aproximadamente)

Distancia entre plantas: 5 metros (aproximadamente)

Primera clara: Se extrae el 50% de los árboles y quedan 166 pies/ha



MODELO J (Plantación mixta)

Densidad inicial: 333 pies/ha (222 pinos y 111 alcornoques)

Distancia entre filas circulares: 6 metros (aproximadamente)

Distancia entre plantas: 5 metros (aproximadamente)

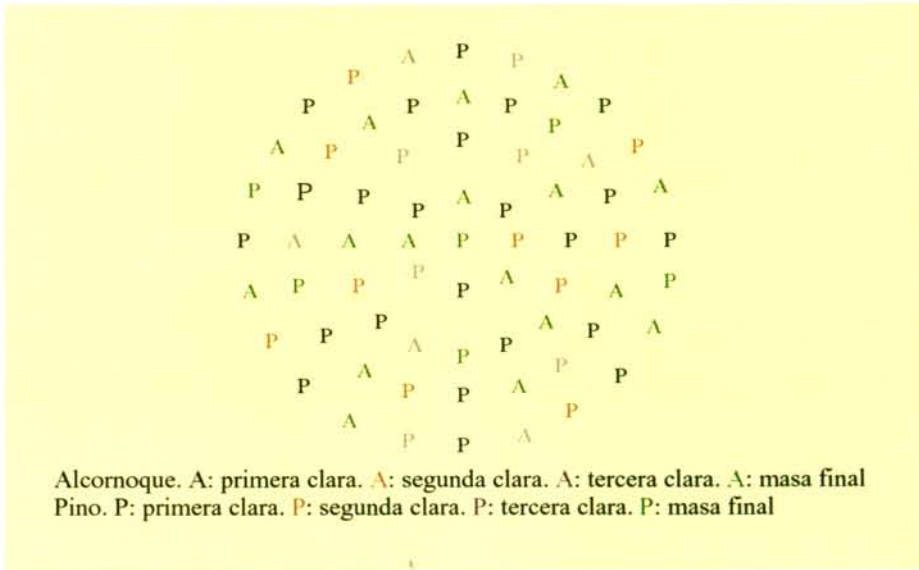
Primera clara: Se extrae el 50% de los pinos (quedan 111 pinos y 111 alcornoques)

Segunda clara: Depende hacia donde se oriente, hacia alcornocal con pinos o hacia pinar con alcornoque

Opción Alcornocal con pinar.

Segunda clara: Se extraen el 50% de los pinos, quedan 55 pinos y 111 alcornoques.

Tercera clara: Se extrae el 50% de los pinos y el 25% de los alcornoques. Quedan 27 pinos y 83 alcornoques.



Opción Pinar-Alcornocal.



FOTO 40 Plantación mixta pino – alcornoque, realizada en círculos concéntricos. Densidad inicial 333 pies/ha (6 x 5 m aproximadamente)

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

Segunda clara: Se extraen el 50% de los alcornoques, quedan 55 alcornoques y 111 pinos.

Tercera clara: Se extrae el 50% de los pinos, quedan 55 pinos y 55 alcornoques por hectárea.



Alcornoque. A: primera clara. A: segunda clara. A: tercera clara. A: masa final
Pino. P: primera clara. P: segunda clara. P: tercera clara. P: masa final

Esquema de actuación para la realización de claras en plantaciones lineales

Las consideraciones hechas para los 10 modelos comentados puede resumirse en la tabla III-4.

Tabla III-4. Número de claras y peso de las mismas recomendados en función del marco de plantación inicial.

ESPACIAMIENTO INICIAL	PRIMERA CLARA		SEGUNDA CLARA		TERCERA CLARA	
	N/ha extraídos	N/ha dc	N/ha extraídos	N/ha dc	N/ha extraídos	N/ha dc
3 x 2 m (1.666 pies/ha)	833 (50%)	833	417 (50%)	417	208 (50%)	209 (²)
4 x 2 m (1.250 pies/ha)	625 (50%)	625	312 (50%)	313	78 (25%)	235
3 x 3 m (1.111 pies/ha)	555 (50%)	555	277 (50%)	277	68 (25%)	209
4 x 3 m (833 pies/ha)	417 (50%)	417	104 (25%)	313	78 (25%)	235
4 x 4 m (625 pies/ha)	313 (50%)	313	156 (¹) (50%)	156 (¹)	-----	
6 x 3 m (555 pies/ha)	278 (50%)	278	97 (33%)	185	-----	
5 x 5 m (400 pies/ha)	200 (50%)	200	50 (25%)	150	-----	
6 x 5 m (333 pies/ha)	166 (50%)	166	No hay segunda clara		-----	
6 x 5 m (222 pinos/ha) (111 alcornoques/ha)	111 (50%)	111 pin. 111 alc.	55 pinos (50% pin.)	55 pinos 111 alcor	28 pinos 28 alcor.	27 pinos 83 alcor.
6 x 5 m (222 pinos/ha) (111 alcornoques/ha)	111 (50%)	111 pin. 111 alc	55 alcor. (50% alc.)	111 pinos 55 alcor.	56 pinos 0 alcor.	55 pinos 55 alcor.

(¹) La segunda clara puede repartirse en dos claras (segunda y tercera clara) del 25 %

(²) En todos los casos, a partir de la última clara se harán cortas de saneamiento de la masa hasta la entrada en regeneración.

Tratamientos de regeneración

Antecedentes

Pinus pinea es una especie exigente en luz en todas las fases de su desarrollo. Esta exigencia ha marcado la orientación de los métodos de corta de regeneración aplicados. En las revisiones de los planes de ordenación de los montes públicos es frecuente encontrar alusiones al temperamento heliófilo de la especie. Así se dice con frecuencia "las plántulas se desarrollan mejor a plena luz que a media sombra y soportan muy mal la competencia con los árboles padre", siendo frecuente que debajo y en la periferia de la copa de los árboles adultos, el regenerado no se desarrolle, su crecimiento se detenga, predominando las plantas achaparradas, sin guía terminal dominante, y con todas o gran parte de las acículas individualizadas y de color glauco, lo que indica su incapacidad para desarrollarse e incorporarse a la masa forestal.

Su marcada exigencia de luz para regenerarse ha hecho que en numerosas ocasiones *P. pinea* haya sido regenerado por cortas a hecho, dando lugar a masas de estructura regular o coetánea por subtramos de corta.



FOTO 41 Corta a hecho de un tramo, seguida de plantación en líneas.

A principios del siglo XX se aprobaron los primeros proyectos de ordenación de los principales montes públicos de esta especie (Cartaya, Aljaraque, Gibraleón, Punta Umbría, Moguer, Lucena, etc.) y se comenzó a aplicar la selvicultura de una forma más o menos reglada.

En todos los planes de ordenación y primeras revisiones que hemos consultado, se hace referencia a la existencia de grandes superficies rasas dentro de los montes, que fueron repobladas por siembra con gran cantidad de semilla (40-50 Kg de piñón por hectárea), lo que dio lugar a rodales muy espesos y coetáneos que se han venido gestionando de forma intensiva como masas regulares hasta los años 1965-75. A partir de esta fecha y, posiblemente, debido al cierre de la fábrica de traviesas para ferrocarril que RENFE tenía en Sevilla, a las nuevas orientaciones de la política forestal y ambiental del gobierno (en 1972 se crea el ICONA y desaparece PFE, este cambio fue significativo), y a la aparición e incorporación de profesionales procedentes del campo de la biología dentro de la Administración Forestal, se dejaron de aplicar las directrices selvícolas y de gestión contenidas en los mencionados planes de ordenación y se entró en un periodo de cierta inactividad y confusión en la aplicación de las normas selvícolas tradicionales.

En opinión de numerosos técnicos de la región, desde esas fechas los montes comenzaron a convertirse en "almacenes de madera", alcanzando densidades excesivas y con muchos tramos pasados de turno, lo que está obligando en la actualidad a aplicar cortas de regeneración de gran intensidad, para abrir la masa lo suficiente para que pueda instalarse el regenerado, pero se choca con el inconveniente de que los árboles padres, por haber crecido en espesura excesiva, no tienen suficiente volumen de copa para producir las semillas necesarias, siendo invadidos los claros por el matorral que ahoga a los pocos pinos jóvenes que han nacido e intentan crecer en un medio adverso. La técnica selvícola está encontrando soluciones a este problema a través de una más precisa regulación de las diferentes fases de las cortas de regeneración.

Por los motivos que sean, en las masas de *Pinus pinea* de Andalucía la estructura puede considerarse "regular" en la mayoría de ellas. En las masas naturales o naturalizadas de la campiña onubense y costa gaditana, debido al tratamiento aplicado durante los últimos 100 años y en el caso de las extensas áreas repobladas con esta especie, todavía muchas de ellas no han llegado a la edad del turno y por consiguiente no se han comenzado las cortas de regeneración.

Un caso particular de estructura que se presenta con alguna frecuencia en las masas de *P. pinea* de Andalucía, es la que se forma al final del turno de una masa regular, una vez hechas las cortas preparatorias y diseminatorias y en la que no se hacen las cortas aclaratoria y final, dejando 20-30 pies/ha que permiten la instalación de un potente regenerado, dando lugar a masas de dos pisos o clases de edad, cuya diferencia de edades es, casi siempre, mayor de 60-70 años. Este hecho, relativamente común, ha inducido en ocasiones a pensar que en estas masas se puede establecer, casi de forma natural, una estructura irregular, aunque en realidad no es exactamente así. Esta sensación de irregularidad se agrava, aún más, si como suele ser frecuente las masas así tratadas presentan una distribución superficial por bosquetes de tamaño desigual. Estos bosquetes pueden estar formados por árboles de una sola clase de edad o por dos o a lo sumo tres clases de edad diferentes (árboles padre fuera de turno con regenerado; árboles de mediana edad que por alguna corta, derribo o muerte se produjo una apertura de copas que ha permitido que se instale algo de regenerado de forma anticipada; bosquetes coetáneos de monte bravo, latizal y fustal y todas las imaginables mezclas intermedias

a que el azar y la falta de intervención reglada, junto con el pastoreo, el fuego, los derribos y las cortas extraordinarias hayan podido dar lugar). Esta diversidad en el reparto de edades y sobre todo en la distribución superficial de los árboles da lugar a una diversidad de estructuras verticales y horizontales cuyo resultado puede asimilarse a una masa irregular por bosquetes, cuyo tamaño y distribución superficial es a su vez irregular.

La gestión forestal, entendida como una combinación de tratamientos selvícolas y métodos de ordenación, tiene capacidad para organizar en el espacio y en el tiempo la repartición de los árboles de diferentes edades y determinar la estructura de la masa. Para ello es necesario definir las dimensiones y la distribución de las unidades, tramos, cantones, rodales, pequeños bosquetes, bosquetes, parquets, etc. y el tratamiento selvícola que se aplicará en cada unidad en función de las condiciones y edad de la masa que sustenta.



FOTO 42 Masa de *P. pinea* con 2-3 clases de edad repartiéndose el espacio. Sólo densidades muy bajas de árboles adultos permiten obtener este tipo de estructura vertical.

En los últimos años se está concediendo una mayor importancia al paisaje en el sentido de que el monte presente una mayor diversidad estructural vertical y horizontal, y al mismo tiempo la producción de madera ha perdido fuerza frente a la producción de piña, usos recreativos y paisajísticos, riqueza ambiental, etc.

Si por motivos paisajísticos, o por buscar una mayor diversidad estructural o biológica se considera necesario cambiar el método de cortas de regeneración y la forma de realizar determinadas intervenciones selvícolas para cambiar la estructura del monte, habrá que cambiar o modificar ciertos aspectos de la gestión en el sentido que permitan llevar al monte progresivamente hacia la estructura deseada. Si el gestor considera conveniente iniciar esos cambios de estructura en toda la unidad de ordenación o solamente en algunos cuarteles en los que se considere más necesario, existen varias alternativas, cualquiera de ellas puede ser válida para cumplir un objetivo determinado.

Antes de comenzar los métodos de regeneración que se consideran más indicados para esta especie, nos parece interesante hacer algunas observaciones sobre lo poco que conocemos acerca de la dinámica del regenerado después de una corta. Para ilustrar esta reflexión: En una experiencia instalada en 1998 en el monte público "Los Propios y Peradejas" de Hinojos se cortó una parcela de 2,1 ha en el cantón n° 44. Las condiciones selvícolas en las que estaba la masa antes y después de la corta fueron las siguientes: Edad media de los árboles 90 años; Número de árboles antes de la corta 731 pies/ha; Número de árboles cortados 495 pies/ha; Número de árboles después de la corta 236 pies/ha. Con posterioridad a la corta se realizó



FOTO 42-1 La primera apertura de la masa con cortas por aclareos sucesivos uniformes, si no va seguida de cortas diseminatorias no permite que se desarrolle el regenerado, que se queda estancado y no responde aunque se abra la masa después.

un desbroce del matorral y se quemó el mismo junto con los restos de la corta. En marzo de 2002 se hizo un muestreo sistemático para evaluar el regenerado y se obtuvieron los siguientes resultados: Número de plántulas de una savia 1.475/ha; Número de plantas de dos savias 1.919/ha. En situaciones similares, aunque no inventariadas, se observa que transcurridos 6-7 años desde la corta la regeneración natural no se ha instalado, o no lo ha hecho en el grado suficiente como para que se pueda considerar que el subtramo está bien regenerado. Suponemos que la causa de que no prospere este regenerado se debe a la competencia de los árboles padres y del matorral. Una vez producida la germinación de las semillas caídas durante los dos o tres primeros años después de la corta no es posible actuar mecánicamente sobre el matorral para eliminar su presión sobre el regenerado. En estas condiciones no queda más remedio que recurrir a las cortas graduales que permitan la instalación del regenerado, actuando selvícolamente en las masas para que éstas no lleguen a la edad de turno con densidades mayores de 150-250 árboles/ha. Por otra

parte, si los pinos pequeños no pueden desarrollarse debajo de los árboles padres y si como es sabido, la semilla de *P. pinea* es pesada y sólo tiene un ala rudimentaria que no permite una diseminación lateral importante que le ayude a alcanzar e instalarse en los claros dejados entre árboles, en los cuales el matorral preexistente compite con ventaja con los jóvenes pinos que intentan instalarse en estas condiciones, parece que conseguir la regeneración de *P. pinea* por cortas que vayan aclarando la masa progresivamente presenta grandes dificultades. Llevado este razonamiento al extremo se podría decir que los jóvenes pinos no pueden desarrollarse debajo de los árboles padres y tampoco pueden instalarse de forma importante en los claros. La única solución, en teoría, sería hacer una primera corta, esperar a que se instale una cantidad suficiente de regenerado, y tan pronto como sea posible eliminar toda o parte de la masa adulta para permitir el desarrollo de las jóvenes plantas.

Este comportamiento del regenerado de *P. pinea* seguramente haya ido configurando la idea de aplicar frecuentemente cortas a hecho en uno o dos tiempos seguidas de siembras o plantación para lograr de forma inmediata la regeneración de las áreas cortadas. En cualquier caso, se ha probado que salvo en condiciones especiales, la regeneración natural de esta especie puede conseguirse de forma satisfactoria mediante cortas graduales por aclareos sucesivos y uniformes, siempre que se hagan de forma adecuada a las condiciones ecológicas de cada rodal.

Tratamientos generales

a.- Masas regulares

Pinus pinea puede regenerarse por cortas a hecho en todas aquellas estaciones donde no se presentan dificultades para su regeneración, provocadas por encespedamiento, excesiva pedregosidad, suelos arenosos muy pobres, exposiciones de solana,... En cualquier caso, la aplicación de este tratamiento se limitaría únicamente a aquellas zonas en las cuales no existan posibilidades de erosión y degradación del suelo tras la intervención.

La dificultad se presenta en la elección del tamaño de los tranzones o bosquetes. Dado que la semilla del pino piñonero es grande y pesada, la dispersión de la misma por el viento es difícil. Esto implica que si se desea conseguir la regeneración del bosque de forma natural, la superficie de los bosquetes de corta no podrá ser mucho mayor de 2.500 m², superficie máxima para que la semilla pueda llegar al centro del hueco abierto por la corta. La aplicación de cortas a hecho por fajas de 20-25 m de ancho, manteniendo masas de pinar adulto a ambos lados de la faja, permite actuar sobre superficies mayores.

El método de cortas a hecho, sobre tranzones de gran superficie, seguidas de regeneración por siembra o plantación, se ha aplicado desde finales del siglo XIX hasta 1975-80 en numerosos pinares del sur de Huelva, aplicándose en turno de 80 y 100 años. Durante el último cuarto del siglo XX, el método de cortas a hecho fue perdiendo aplicación paulatinamente hasta dejar de aplicarse, o aplicarse en escasos montes en la actualidad.

Desde el inicio de la aplicación de la selvicultura reglada a finales del siglo XIX con los primeros proyectos de ordenación de montes, se comenzó a aplicar el método de cortas por Aclareos Sucesivos y Uniformes (ASU). Este método fue ganando partidarios hasta el punto que, en la actualidad, es el más empleado para lograr la regeneración natural de esta especie. Este método ha demostrado su validez en las masas de pino piñonero, siempre y cuando no existan factores de tipo edáfico o climático que dificulten la regeneración, y los tramos en regeneración sean acotados al pastoreo. Dado el carácter vecero de la especie, puede ser recomendable el acotar la recolección de piña en los tramos en regeneración, al menos durante los años siguientes a la corta diseminatoria.

En la aplicación del método de cortas por ASU a las masas de pino piñonero, la elección del número de cortas, la intensidad de las mismas y el tiempo de separación entre ellas depende de las condiciones ecológicas de la masa y de la densidad con que la masa afronta la entrada en el periodo de regeneración.

Con los turnos de ordenación propuestos habitualmente para la especie en la actualidad, que oscilan entre 100-120 años, el periodo de regeneración se fija en torno a 20 años. Dependiendo del programa de claras y cortas de mejora aplicado a lo largo del turno, la masa podrá entrar en regeneración con un rango de densidad comprendido entre 350 árboles/ha, para masas en alta densidad, poco intervenidas, y producción preferente de madera, y 75-100 árboles/ha, para masas con un programa intenso de claras, orientadas a la producción mixta de piña y madera.



FOTO 43 Aspecto de un tramo en regeneración por el método de Aclareos Sucesivos y Uniformes (ASU) en el que se ha practicado una corta diseminatoria y ha comenzado a instalarse el regenerado. En este momento, el tramo tiene necesidad de una segunda corta para comenzar a liberar al regenerado de la excesiva competencia de árboles adultos por luz, agua y nutrientes.

Para lograr la regeneración hay que recorrer los tramos en regeneración durante los 3-4 primeros años del periodo haciendo cortas preparatorias. El objetivo de estas cortas es abrir huecos en la masa, permitiendo la puesta en luz del terreno y la descomposición de la materia orgánica, acículas, hierbas, etc., donde se va a asentar el regenerado, favoreciendo la iluminación de la copa de los árboles que generarán la semilla y eliminando competidores a estos árboles padre. Estas cortas deben conseguir una densidad del arbolado en torno a los 100-150 pies/ha, espesuras que se consideran óptimas para proceder a las cortas diseminatorias. Para hacer estas cortas hay que mirar hacia el vuelo y elegir árboles de buena calidad y con buena copa para la producción de semillas. Si la masa entra en el periodo de regeneración con densidades inferiores a 100 pies/ha, y una distribución más o menos regular del arbolado, las cortas preparatorias no son necesarias, pasando a realizar directamente las cortas diseminatorias.

Si no se consideró necesaria la realización de cortas preparatorias, las diseminatorias se podrán ejecutar al principio del periodo de regeneración. Si por el contrario sí se realizaron cortas preparatorias, las diseminatorias deberán retrasarse hasta el final de la primera mitad del periodo con objeto de permitir la recuperación y respuesta de los árboles remanentes.

Las cortas diseminatorias tienen por objeto favorecer el desarrollo del diseminado, abriendo huecos que permitan la entrada de más luz y reduzcan la competencia radical de los árboles padres. El número de veces que se recorre el tramo haciendo cortas diseminatorias depende de la facilidad con que se vaya instalando y desarrollando el regenerado, pero puede oscilar en esta especie entre una y tres cortas diseminatorias. Los selvicultores clásicos recomiendan que estas cortas, al contrario que las cortas preparatorias, se hagan mirando hacia el suelo para identificar las manchas de diseminado naciente o regenerado más o menos instalado, cortando los árboles que limiten su desarrollo por luz o por competencia radical. Estas cortas son realmente las cortas de regeneración genuinas, porque dependiendo de la frecuencia e intensidad de las mismas, o lo que es lo mismo de la regulación gradual de la luz que llega al suelo se regula el desarrollo de la regeneración. Como las especies tienen diferentes exigencias en la puesta gradual en luz de su regenerado, las cortas diseminatorias son diferentes en frecuencia e intensidad dependiendo del temperamento de la especie.

La masa que queda en pie se elimina en dos cortas más: una aclaratoria, pasada la mitad del periodo de regeneración, y en la que se dejarán en torno a 20 – 25 pies por ha, y otra final, que se realizará al final del periodo de regeneración, una vez establecida y asegurada la regeneración. Esta corta participa del mismo carácter de las cortas diseminatorias y se limita a liberar los corros de regeneración más desarrollados eliminando los árboles adultos que les circundan e impiden su desarrollo.

El esquema anterior se corresponde con el modelo aplicado para unas condiciones medias. En muchas ocasiones, si el programa de claras ha permitido que la masa entre en regeneración con densidades cercanas a los 100 pies/ha, y si las condiciones ecológicas de la estación son favorables, el tratamiento por ASU se convierte en un tratamiento por cortas a hecho en dos tiempos, haciendo una corta fuerte al inicio del periodo que afecta al 50-60 % de los pies y otra al final del periodo, una vez conseguida gran parte de la regeneración.

En el polo opuesto, nos encontraríamos con las masas que alcanzan el periodo de regeneración con densidades elevadas, en estos casos no sólo serán necesarias las cuatro intervenciones (cortas preparatoria, diseminatoria, aclaratoria y final), sino que en muchas ocasiones puede ser necesario retrasar la corta final hasta la mitad del periodo siguiente, con el objeto de no concentrar en el tiempo las intervenciones.

En los huecos en los que no se haya conseguido la regeneración durante el periodo establecido, ésta se puede lograr bien dejando algunos árboles padres durante medio periodo más, o bien acudiendo a la siembra o plantación de aquellas zonas en las que por sus condiciones especiales (matorral, encespedamiento, pedregosidad, suelo muy arenoso y pobre, etc.) se prevea difícil el logro de la regeneración natural.

En cualquier caso, es difícil acotar el número de cortas y el porcentaje de árboles que debe extraerse en cada una de ellas, pues la variabilidad y las peculiaridades pueden ser grandes y en cada caso el selvicultor tendrá que interpretar y decidir lo que considere más adecuado, haciendo las modificaciones que crea convenientes. Hecha esta advertencia, vamos a presentar en la tabla III-5 un esquema de cortas de regeneración para tres casos donde varía el número de árboles por hectárea con los que ha llegado la masa al momento de su entrada en regeneración.

Tabla III-5. Esquema de cortas de regeneración en función del número de pies/ha al final del turno.

N/ha al inicio del periodo	Corta preparatoria ⁽¹⁾		Corta diseminatoria ⁽²⁾		Corta aclaratoria ⁽³⁾			
	%	N/ha que se dejan	%	N/ha que se dejan	%	N/ha que se dejan	%	N/ha que se dejan
	Extraídos		Extraídos		Extraídos		Extraídos	
75-100	No se hace		50 % ⁽¹⁾	37-75	50% ⁽²⁾	18-36	100%	0
150-250	50 % ⁽¹⁾	75-125	50 % ⁽²⁾	37-62	50 % ⁽³⁾	18-31	100%	0
250-350	60 % ⁽¹⁾	100-140	50 % ⁽²⁾	50-70	50 % ⁽³⁾	25-35	100%	0

(¹) La corta se hace el primer año del periodo

(²) La corta se hace entre el año 5 y 10 del periodo

(³) La corta se hace entre el año 10 y 15 del periodo

En las masas buenas productoras de piña, o en aquellas masas en las que no se desee extraer toda la masa por motivos de paisaje, conservación de la diversidad u otros, la corta final podrá retrasarse hasta el final del segundo periodo o mediados del tercero, es decir 20 o 30 años más a partir del final del periodo de regeneración. Esto tiene el inconveniente que los árboles padres crean cierta competencia al regenerado y algunas ventajas como es el hecho de que la producción de piña de los árboles viejos asegura una continuidad en la producción del tramo hasta que la masa joven comienza a producir, lo que suele ocurrir hacia los 20-25 años. En este caso el número de árboles/ha que deben dejarse para la corta final no debe superar los 25-30 árboles por hectárea. Esta estructura que puede considerarse como semirregular en la que se mezclan bosquetes de dos o a lo sumo tres clases de edad se debe a la instala-

ción de bosquetes de regenerado adelantado o provocado por las cortas preparatorias y diseminatorias. Esta situación se presenta con frecuencia en los montes públicos de Hinojos, Almonte, Moguer y Cartaya en la provincia de Huelva.

b.- Masas irregulares

La creación y mantenimiento de masas irregulares con mezcla íntima de clases de edad, pie a pie, mediante tratamientos selvícolas, no es posible en especies muy exigentes en luz. En las masas de *P. pinea* la condición de irregularidad se consigue mediante la formación de bosquetes y microbosquetes, generalmente coetáneos, o con escasa diferencia de edad entre los árboles que lo integran. La edad media de cada bosquete sí es diferente, aunque no es frecuente encontrar en una misma masa bosquetes pertenecientes a más de 3-4 clases artificiales de edad. En estas masas la irregularidad estructural se produce por la mezcla íntima y confusa de los numerosos bosquetes de diferentes tamaños y edades.



FOTO 44 Masa natural en la que se diferencian tres o cuatro clases de edad, formando una estructura de aspecto irregular.

En los pinares de pino piñonero naturales o naturalizados es frecuente encontrar masas cuya estructura presenta dos, tres y hasta cuatro estratos del vuelo repartidos superficialmente por bosquetes de diferentes edades, ocupando superficies muy variadas. Estas estructuras pueden haberse originado por diversas causas, entre las que cabe mencionar la realización de cortas de mejora o regeneración que abrieron huecos en los que se instaló y desarrolló el regenera-

do, la existencia de árboles sueltos reservados como árboles padres o que persisten por haber tenido una mayor longevidad o un especial interés como productores de piña, bosquetes sin regeneración o regenerados de forma muy incompleta por su excesiva superficie o por sobrepastoreo, etc. Esta casuística configura una amplia gama de casos en cuanto al tamaño y forma de los bosquetes, diferencias de edad y repartición superficial de los mismos, lo que da lugar a la creación de paisajes que presentan fisionomías muy peculiares y de difícil clasificación estructural.

Para definir la estructura de la masa es necesario conocer el tamaño de los bosquetes y el número de ellos que se incluyen en un cantón. De acuerdo al tamaño del bosquete, elemento último de masa regular, con una clase de edad estrecha, éstos se pueden dividir en pequeños bosquetes (< 0,2 ha), grandes bosquetes (0,5 a 1,0 ha), o parquets (1,0 a 3,0 ha). Dentro de una masa podemos encontrar un único tipo de bosquete, o una mezcla de los diferentes tipos de unidades.

El temperamento heliófilo de la especie obligaría a establecer bosquetes de tamaño grande o *parquets*. Cada uno de estos bosquetes estaría ocupado por un número de pies pertenecientes a la misma clase artificial de edad. El rango de las clases de edad dentro del cantón debe coincidir más o menos con un múltiplo o submúltiplo del periodo de regeneración propuesto para las masas regulares de *Pinus pinea*, generalmente 20 años. Para un turno de 120 años podría haber bosquetes con 12 edades diferentes si la diferencia media de edad entre ellos fuese de 10 años, y 6 si la diferencia de edad entre bosquetes fuese de 20 años. En ambos casos daría lugar a masas irregulares.

La unidad de gestión que incluiría todo el rango de clases de edad (la serie completa de bosquetes) sería el cantón. El equilibrio entre las clases de edad debe buscarse dentro del cantón o excepcionalmente para un grupo de cantones contiguos o no, que formen un tramo o un grupo, dependiendo del método de ordenación aplicado. No existen referencias acerca de la superficie del cantón o serie completa de bosquetes, pero considerando los valores propuestos por Boudru (1989) para especies heliófilas, el tamaño de bosquetes y el conjunto y distribución de las clases de edad en la masa, serían recomendables cantones con superficie superior a 20-25 ha.

La distribución por bosquetes da lugar a masas de estructura estrictamente irregular. La repartición superficial por mezcla de bosquetes y parquets da lugar a masas de estructura irregular cuando dentro de un cantón existe una amplitud de intervalos de edad mayor de la mitad del turno, y da lugar a una masa regular cuando ese intervalo de edades es menor de la mitad del turno (Manuel d'Aménagement de la ONF, 1989 traducción de Prieto y López, 1997).

Bajo estas condiciones de gestión, un cantón de pino piñonero está poblado por bosquetes, o por mezcla de bosquetes y parquets. Para mantener y perpetuar esta estructura hay que aplicar, periódicamente y de forma yuxtapuesta, cortas de regeneración en los bosquetes que hayan llegado a la madurez, mientras que en el resto de bosquetes se realizarán clareos, claras y cortas de mejora, de acuerdo a su edad y a su estado sanitario. Es decir, en cada bos-

quete se aplica la operación selvícola que le corresponde. Los bosquetes no están, habitualmente, delimitados más que en el momento de su regeneración, si se considera necesario su acotamiento.

Dentro de cada bosquete las cortas de regeneración pueden hacerse, en principio, por cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Las cortas a hecho, junto a los inconvenientes mencionados anteriormente, obligan a abrir bosquetes de tamaño no superior a 2500 m² para conseguir la regeneración, lo que conduciría a una excesiva dispersión de los trabajos en el monte. El tratamiento habitual en estas masas es hacer cortas de regeneración por aclareos sucesivos uniformes, siguiendo pautas similares a las expuestas en el punto anterior respecto al número de cortas, la intensidad de las mismas y la duración del turno y el periodo de regeneración.

Esta organización de la masa lleva en la práctica a masas relativamente claras, con mucha diversidad estructural debido al efecto borde. Algunos autores (Bernetti, 1995) indican que el número de árboles mayores de 17,5 cm de diámetro, por hectárea, oscila entre 90 y 130, el área basimétrica entre 9 y 13 m²/ha y el volumen entre 90 y 130 m³/ha. En nuestra opinión, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la ordenación de masas de pino piñonero en estructura irregular en la provincia de Valladolid (Finat *et al.*, 2000), esta cifra se puede incrementar en alrededor de un 20% si se hace una selvicultura intensiva y preocupada por mantener un correcto equilibrio entre las clases diamétricas y de edad dentro de cada cantón.

La gestión de los pinares de piñonero como masas de estructura irregular por bosquetes, además de responder a una realidad actual presente en muchos montes, en los que la aplicación de métodos de ordenación propios de masas regulares no ha tenido éxito por inadecuados o por deficiencias en su ejecución, tiene aplicación ventajosa en las siguientes situaciones (Yagüe, 1995):

- Masas con producción preferente de fruto, en las que interesa mantener de forma continuada un estrato de árboles de edad avanzada, seleccionados de entre los mejores productores, asegurando continuidad en la producción de piña al nivel de tramo.
- Masas con alto interés paisajístico y de uso recreativo y social.
- Masas con carácter eminentemente protector.
- Masa con alta diversidad biológica.

Estas razones obligan a considerar este tipo de masas y a definir sistemas selvícolas y de ordenación que optimicen su producción sostenible y garanticen la persistencia, en las mejores condiciones posibles, de estos ecosistemas que siendo productivos encierran, además, una gran diversidad biológica.

c.- Masas coetáneas procedentes de repoblación

Estas masas, que ocupan amplias áreas en Sierra Morena, se caracterizan por presentar grandes superficies, de incluso miles de hectáreas, monoespecíficas y coetáneas bajo una misma linde.

En principio, cuando estas masas alcancen la edad de madurez, se podrá aplicar cualquiera de los tratamientos de regeneración mencionados, dependiendo de las características ecológicas de las mismas y de la orientación productiva que se quiera dar como prioritaria a la masa (protección, madera-piña, piña, etc.) El principal problema en estas masas viene dado por su carácter coetáneo, lo que implica que, en caso de querer establecer una estructura de masa regular, obligaría a realizar grandes sacrificios de cortabilidad derivados de iniciar la regeneración en tramos aún jóvenes, o a mantener una masa remanente de pies viejos muy elevada.



FOTO 45 Masa procedente de repoblación, en la que se han hecho claras, más o menos intensas, y que, tras un periodo de cortas de mantenimiento, entrará en regeneración (de hecho, ya comienza a existir regeneración anticipada). Este es el momento de elegir el método de regeneración que se desea aplicar a la articulación de las cortas de regeneración en el espacio y en el tiempo, para lo cual habrá que apoyarse en la ordenación forestal, para reducir los sacrificios de cortabilidad.

Una aproximación al problema de estas masas (Madrigal, 1994) vendría definida por la división del territorio en unidades (grandes cantones) homogéneas en cuanto a la calidad de estación, edad y selvicultura. Para cada cantón se definiría una selvicultura, de acuerdo a su edad, finalidad preferente, calidad de estación, etc., proponiendo, en general, adelantar las cortas en aquellas masas de peor calidad y menor producción, y retrasarlas en las masas de mejor calidad y estado sanitario. Está ampliamente demostrado (García Güemes y Montero, 1998; Yagüe, 1995; Baudín, 1963; Gordo, 1999) que en las mejores calidades de estación, los pinares mantienen una tendencia creciente con la edad en cuanto a la producción de piña, a la vez que se retrasa la aparición de hongos de pudrición de la madera, como *Phomes pini*. Esto permitiría alargar el turno en aquellos cantones de mejor calidad, sin pérdida aparente

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

de productividad, mientras que el turno se acortaría en los rodales situados en zonas más pobres.

Otra alternativa sería la búsqueda de una estructura irregular por bosquetes en cada uno de los grandes cantones definidos anteriormente, acudiendo a cualquiera de las estructuras propuestas para las masas irregulares, y aplicando los tratamientos que se indican.

El objetivo preferente en la instalación de estas masas fue el protector, cuestión que no se puede olvidar en la elección del modelo selvícola a aplicar. Gran parte de estas masas se sitúan en terrenos con elevada pendiente, suelos pobres y degradados, fácilmente erosionables y con un matorral que puede invadir los claros, pero que, sin embargo, no protege suficientemente el suelo frente a la erosión (jarales de cualquier especie o mezcla entre ellas). En la regeneración de este tipo de masas sólo parece recomendable la aplicación del método de cortas por aclareo sucesivo y uniforme sobre superficies pequeñas.

La mayoría de las repoblaciones de sierra realizadas en Sierra Morena y sus estribaciones, noroeste de Badajoz y Suroeste de Ciudad Real, presentan en su interior rodales o bosquetes de diferente extensión poblados por *Quercus ilex* ssp. *ballota* y *Q. suber*. Estos bosquetes proceden de zonas que por tener encina o alcornoque no fueron repobladas con pino piñonero.



FOTO 46 En los casos en que existen rodales de *Quercus* como alcornoque, encina o quejigo, o están empezando a instalarse plantas de esas especies debajo de los pinos, puede aplicarse el método de cortas de regeneración por bosquetes, y dirigir la selvicultura a la obtención de masas mixtas por bosquetes.

En numerosas repoblaciones, pasado el tiempo suficiente, ha comenzado a instalarse un sub-piso más o menos pujante de encina, alcornoque, quejigo o mezclas de ellos que a medida que se va abriendo el pinar comienza a desarrollarse, a veces, con el suficiente vigor como para pensar en una masa mixta pino-encina, pino con rodales de alcornoque o pino con quejigo en vaguadas o pies sueltos. Esta dinámica natural aconseja favorecer las masas mixtas por bosquetes, procurando aumentar el número y tamaño de éstos poblados por encina y/o alcornoque en todos los lugares en los que el desarrollo de estas especies se considere viable. Con el paso del tiempo las frondosas pueden constituir la masa principal en los rodales de mayor fertilidad y el pino debe seguir dominando en los rodales más secos y con suelo más pobre, en los cuales su capacidad de supervivencia, crecimiento y producción es mayor que la de la encina y el alcornoque.

En estas masas, con una finalidad preferente de protección, deben favorecerse la mezclas, procurando aumentar, siempre que sea posible, el número y tamaño de los bosquetes de encina o alcornoque en todas aquellas situaciones en las que el desarrollo de estas especies se considere viable.

d.- Repoblaciones mixtas de Pino-Encina; Pino-Alcornoque

Las repoblaciones con estas mezclas han tenido su origen a raíz de la aplicación del sistema de primas ofrecidas por el decreto de reforestación (RD 378/93) por lo que son masas que en la actualidad tienen 8 y 10 años. También se están realizando repoblaciones de pino y alcornoque en zonas que estuvieron plantadas de eucalipto y que por su baja rentabilidad, su rechazo social o por ambas causas se están repoblando con mezcla de pino piñonero y alcornoque.

En estas repoblaciones se están empleando densidades bajas, con marco 6 x 5 m. (333 pies/ha) y la proporción de especies suele ser de dos pinos a un alcornoque, o dos alcornoques a un pino, según la especie que se considere principal.

Todavía es pronto para proponer el tratamiento selvícola que debería darse, en el futuro, a estas jóvenes masas. Habrá que esperar a conocer mejor el desarrollo comparativo de las especies que componen la mezcla en cada situación para decidir.

El futuro de las masas mixtas de alcornoque y pinar vendrá determinado por la producción preferente de la masa, sea ésta corcho, piña o madera. En las zonas más frescas y fértiles, allí donde mejor crece y se produce el corcho, se potenciará al alcornoque, desde el momento de la plantación. En las lomas, con suelos más rocosos y pobres, se potenciará la presencia del pinar. En cualquier caso, la gestión se orientará a la producción múltiple del monte.

Por el momento, y dada la juventud de estas masas, se recomienda aplicar los cuidados culturales necesarios a la repoblación.

Producción de piña y madera

Desde hace miles de años los habitantes de la región del Mediterráneo han aprovechado el piñón de pino piñonero como alimento y su madera para la construcción de barcos, leñas, construcciones y otros usos. Los pinares de *Pinus pinea* siempre han proporcionado una amplia gama de productos y utilidades al hombre. Es difícil precisar cuales han sido las más importantes, ya que las demandas de la sociedad han variado a lo largo del tiempo, en función del grado de desarrollo o de la organización social y económica de los pueblos del Mediterráneo. Es decir, las demandas son cambiantes con las necesidades de las personas, pero también con las formas de vida y las tradiciones de las sociedades rurales.



FOTO 46-1 Piñas recolectadas y depositadas en almacén antes de su entrega en fábrica.

En Andalucía el pino piñonero se ha utilizado para fijación de dunas, para producción de piña y para producción de madera, fundamentalmente madera de construcción, palets, trituración y entre 1942 y 1968 se utilizó masivamente para la fabricación de traviesas de ferrocarril que se elaboraban en la fábrica que a tal fin se instaló en Sevilla.

La producción de piña ha tenido, en Andalucía, una importancia variable a lo largo de todo el siglo XX. Por una parte, los pinares naturales o naturalizados de las llanuras arenosas y la costa onubense, así como los situados en el litoral gaditano no son grandes productores de piña, al menos comparativamente con los pinares de la meseta Castellana y vertiente Sur del

Sistema Central. Por otra parte, la producción de madera, para los usos antes mencionados, y leñas para los habitantes de los pueblos circundantes, carentes, casi por completo, de otros árboles de los cuales extraer este imprescindible producto en todos los hogares, hasta la implantación masiva en los mismos de combustible de uso más cómodo como el gas natural, butano y otros derivados del petróleo, han hecho que la importancia de la producción de piña, perdiese importancia comparativa con respecto a leñas y madera, al menos hasta finales de los años sesenta.

Desaparecido el mercado, las necesidades de leña y la fabricación de traviesas de ferrocarril, es lógico que los gestores públicos y privados comenzasen a replantearse la posibilidad de dirigir la selvicultura de estos pinares hacia una mayor producción de piña.

Las posibilidades de producción cinegética tanto desde el punto de vista comercial como recreativo, el mantenimiento de la simbiosis entre agricultura, ganadería y selvicultura, que conviven en equilibrio desde hace años y que han producido un paisaje que está totalmente aceptado e incorporado a la cultura y al folklore de estas comarcas, junto con el valor de los pinares como generadores de bienes de mercado y riqueza ambiental, obligan a conservar estos ecosistemas protegiéndolos de agentes bióticos y abióticos, aplicando en ellos una selvicultura que permita el aprovechamiento sostenido de los mismos. En estos sistemas, ampliamente antropizados, no hay contradicción alguna entre la economía y la ecología. Con la aplicación de una selvicultura capaz de proporcionar productos tales como piñón, madera, caza, turismo, etc., se generan procesos de industrialización ligados a las mencionadas producciones, que no



FOTO 46-2 Carbonera (boliche) hecha con leña procedente de la poda de un tramo de masa madura en la que se van a comenzar las cortas de regeneración.

tienen por qué disminuir al resto de funciones de tipo protector o biológico que proporcionan estos ecosistemas. No conviene olvidar que en muchos casos la valorización de un monte puede ayudar a protegerlo.

Los conocimientos científicos y técnicos que se han tenido en España sobre la selvicultura de esta especie han sido pocos y por lo general mal cuantificados. Existen trabajos antiguos de calidad como el publicado por Romero y Gilsanz en 1886, que, pese al tiempo transcurrido, continúa siendo la obra de referencia para el conocimiento de la selvicultura, la ecología y la gestión de los pinares de *Pinus pinea*, pero por lo general se trata de opiniones de personas cualificadas que hacen recomendaciones sobre como deben hacerse tales o cuales intervenciones selvícolas, siempre basándose en su propia experiencia profesional y en opiniones subjetivas, más o menos lógicas pero carentes de una base experimental que las respalde y permita su contraste.

En esta situación se consideró necesario emprender el estudio de las relaciones entre la Selvicultura aplicada y las producciones obtenidas en esta especie a través de la colaboración entre el INIA y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. La colaboración entre la investigación y la gestión permiten a la investigación entrar en contacto con los problemas reales de la gestión y facilita a la gestión la posibilidad de incorporar nuevos conocimientos a sus actuaciones tradicionales dando lugar a la necesaria innovación de que, a veces, ésta adolece.

Siguiendo en la línea de lo expuesto en el apartado anterior se diseñó una experiencia encaminada a conocer la producción de piña y madera de *Pinus pinea*, cuyos principales objetivos eran los siguientes:

- Conocer la influencia de la *edad* y la *densidad* de la masa en la floración y en la calidad de la piña.
- Conocer y cuantificar la influencia de la *fertilización* y la *poda* en la producción de fruto y madera.
- Conocer y cuantificar la influencia de la *edad*, la *densidad* y la *calidad de estación* de la masa en la producción de piña y madera.

Metodología del Estudio

En colaboración con los técnicos encargados de la gestión de los montes, se dividieron los pinares de la parte sur de la provincia de Huelva y Sevilla en cuatro partes o zonas, por considerar que, en principio, cada una de estas zonas poseía unas características ecológicas y selvícolas que la podían hacer diferente a las demás.

Las zonas fueron referenciadas geográficamente con respecto a la situación de la ciudad de Huelva (Fig. III-2), y se refieren a las siguientes:

- Zona 1: Pinares de la zona interior Este, caracterizada por los montes de Hinojos, Almonte, Aznalcazar y Puebla del Río.
- Zona 2: Pinares de la costa Este, caracterizada por los montes de Moguer y Mazagón.
- Zona 3: Pinares de la zona interior Oeste, caracterizada por los montes de Gibraleón y el monte Campo Común de Arriba de Cartaya.
- Zona 4: Pinares de la costa Oeste, caracterizada por los montes Aljaraque, el monte Campo Común de Abajo de Cartaya y el de Punta Umbría.

La principal razón de la división de los pinares en las cuatro zonas descritas "interior-costa" se debe a que existe la opinión, más o menos contrastada, que los pinares de "costa" producen más piña y menos madera que los pinares situados a mayor distancia de la costa (interior) situados sobre arenas más enriquecidas, con mayor porcentaje de materia orgánica y menor influencia de vientos marinos. De igual manera se consideraba que los pinares situados al este de Huelva (Almonte, Hinojos, Mazagón y Moguer) eran, en general, más productivos que las zonas correspondientes del Oeste (Gibraleón, Cartaya, Aljaraque).



Fig. III-2. Situación de las zonas de estudio en la provincia de Huelva.

Los resultados obtenidos como consecuencia de la realización de los mencionados estudios ofrecen una respuesta a cada uno de los objetivos planteados en el punto anterior. Las respuestas obtenidas son más concluyentes en unos casos que en otros, pero en todos ellos aportan información suficiente para conocer la influencia de las variables estudiadas sobre la producción de piña y madera, o al menos aportan mucha información que hasta la realización de este estudio no se conocía, o no se había cuantificado de una manera rigurosa y experimental como se hace en este trabajo.

Descripción de las zonas

Zona 1. Almonte-Hinojos. En esta zona la producción de madera ha tenido, y tiene en la actualidad, una mayor importancia comparativa respecto a la producción de piña que en el resto de las zonas. En general, se trata de pinares densos, con fustes rectos y podados buscando la producción de madera en calidad y cantidad. Estas podas se practican desde edades jóvenes hasta el final del turno, lo que hace que las copas sean reducidas en comparación con el diámetro y la altura de los pinos, aún en aquellos rodales o bosquetes que presentan una menor densidad. Esta práctica tradicional de poda podría explicar la baja producción de piña tanto en masas densas como aclaradas. Se asientan sobre arenas de diferente profundidad, algo menos pobres en materia orgánica que las arenas próximas a la costa. Están menos influenciadas por los vientos marinos y en los rodales donde encuentran un poco de humedad edáfica llegan a alcanzar alturas de 20-22 m, aunque lo habitual es que la altura media de los roda-



FOTO 47 Aspecto general de los pinares de la zona 1 (Z-1) correspondiente a Almonte – Hinojos. Árboles con fustes altos y podados y densidades relativamente altas.

les oscile entre los 10 y 18 m. Con frecuencia se mezclan con *Q. suber* y encina en las zonas más fértiles, que siempre coinciden con las de mayor disponibilidad hídrica.

Zona 2. Moguer-Mazagón. La producción de madera es muy baja, lo que unido a su relativamente buena aptitud para la producción de piña hace que la madera en estas zonas tenga una importancia comparativamente menor que en la zona 1. En esta zona la diferencia de densidad es mayor, existiendo rodales muy densos en las zonas más alejadas de la costa. En las zonas más próximas a la costa las masas están muy aclaradas y los árboles son bajos, raramente sobrepasan los 8-10 m de altura en los rodales más fértiles. En general, toda la franja que se extiende a lo largo de la costa, desde Doñana a Huelva, son pinares que se asientan sobre arenas pobres en materia orgánica (dunas y playas fósiles). Los árboles no suelen rebasar los 5-7 metros de altura, constituyendo lo que se conoce como "pinares enanos". Las copas son amplias en comparación con el tamaño de los fustes y con frecuencia adoptan formas corimbosas (las ramas parten de diferentes niveles del fuste y llegan a la misma altura). La densidad foliar es muy baja, las acículas son cortas, delgadas y toman un color verde claro, no permaneciendo en el árbol más de dos años, raras veces tres. En estas condiciones la producción de piña sólo es importante en los rodales de mayor ferti-



FOTO 48 Aspecto general de los pinares Moguer – Mazagón correspondientes a la zona 2 (Z-2). Los fustes son más bajos, las copas comparativamente más amplias y con tendencia a adoptar una forma corimbosa. La altura es menor y la producción de piña suele ser ligeramente más alta que en la zona 1.

lidad. Las masas de esta franja costera tienen un gran interés como protectoras y fijadoras de suelos muy arenosos, como se aprecia en la fijación de dunas a lo largo del todo el cordón litoral, y tienen un alto valor paisajístico en la zona del entorno de Doñana. Son pinares situados, mayoritariamente, en montes de utilidad pública. La silvicultura de estas masas ha estado tradicionalmente orientada al interés protector y paisajístico, garantizando el mantenimiento de las mismas como fijadoras del suelo y considerando como secundario su aprovechamiento de piña.



FOTO 49 Aspecto característico de los pinares de Campo Común de Arriba correspondientes a la zona 3 (Z-3). Muchos rodales fueron regenerados por siembra dando lugar a altas densidades, lo que, unido a la poca fertilidad del suelo, en algunos casos no ha permitido un gran desarrollo de los árboles. En las zonas bajas con mejor suelo y humedad el pinar alcanza buenos crecimientos y producciones.

Zona 3. Campo Común de Arriba de Cartaya. La producción de madera es muy variable en función de la fertilidad de cada rodal. Los suelos son, en general, pobres existiendo alta variabilidad. El relieve es algo ondulado, en las zonas altas los suelos son muy pobres y los árboles suelen tener problemas de nutrición, lo cual da origen a pinos de poca altura, delgados y normalmente viviendo en espesura muy alta. Muchos rodales proceden de siembras realizadas durante la primera mitad del siglo XX, sobre zonas degradadas y de suelos pobres en las cuales prácticamente estaba a punto de desaparecer el pinar o ya había desaparecido. Esta actividad regeneradora se llevó a cabo para dar cumplimiento a lo dispuesto en el proyecto de ordenación. Se trata de masas muy regularizadas, tanto por su procedencia como por los tratamientos selvícolas recibidos. Los rodales situados en fondos de valle se asientan sobre suelos más ricos y profundos debido a la acumulación de materiales procedentes de la erosión superficial, lo que unido a una mayor disponibilidad hídrica da lugar a mayores crecimientos, existiendo algunos bosquetes de gran calidad, en los que se alcanzan alturas superiores a los 20-22 m.

Zona 4. Campo Común de Abajo de Cartaya. Esta zona comparte algunas características con las zonas 2 y 3. Con la zona 2 por su proximidad al mar y con la zona 3 por su proximidad y por las muchas coincidencias en su origen, su regeneración y tratamientos selvícolas recibidos. La producción de madera es moderada en zonas de alta densidad y muy baja en las zonas aclaradas. La producción de piña sigue un comportamiento algo similar a la zona 2. Su valor paisajístico y protector otorga a estas masas una importancia capital en el mantenimiento de la biodiversidad, la protección y el equilibrio del paisaje, cada vez más amenazadas por el deseo de cambio de uso de algunos de sus rodales.



FOTO 50 Pinar maduro y aclarado en el monte Campo Común de Abajo, correspondiente a la zona 4 (Z-4).

Floración y fructificación

El conocimiento del proceso de floración y fructificación es importante en Selvicultura. En el caso de *Pinus pinea* estos aspectos alcanzan una mayor relevancia a la hora de diseñar sus tratamientos selvícolas, ya que una parte importante de las múltiples producciones que ofrecen los pinares de pino piñonero se debe a su producción de piña.

Para conocer la supervivencia de las flores femeninas desde su aparición hasta su transformación en piñas maduras y aprovechables, se diseñó en los pinares de la llanura onubense una experiencia consistente en hacer un seguimiento de la supervivencia de las flores a lo largo de los casi tres años que dura su desarrollo, flores de primer año, flores de segundo año y frutos o



FOTO 51 Sólo una parte de las flores femeninas aparecidas en la primavera del año 1 llegan a flores de dos años y sólo una parte de éstas llegan a desarrollarse como piñas. En la foto se observan flores recién emergidas, flores de 2º año y piñas.

piñas fecundadas, hasta la fecha de su recolección en otoño del tercer año.

Para conocer la viabilidad de las flores femeninas a lo largo de todo el ciclo reproductivo, desde la floración hasta la maduración de los conos y la influencia de la edad de los árboles y la densidad de la masa sobre la floración y la fructificación, se instalaron en cada una de las cuatro zonas en que se dividió el área de estudio 9 parcelas circulares de 10 árboles cada una y en las siguientes condiciones de edad y densidad:

➤ Para la estratificación por edades se tomaron los siguientes límites: masas con edad inferior a 40 años, masas comprendidas entre 40 y 80 años y masas mayores de 80 años.

➤ Para la estratificación por densidades se consideró conveniente instalar una parcela en cada una de las siguientes densidades: densidad claramente inferior a la media de la zona, densidad próxima a la media de la zona y densidad claramente superior a la media.

En total se instalaron 36 parcelas (4 zonas x 3 edades x 3 densidades). En el momento de la instalación se hizo un inventario en el que se midieron las siguientes variables:

- rumbo y distancia de cada árbol al centro de la parcela.
- diámetro normal, diámetro de copa, altura total, altura que alcanzó la última poda y altura de la primera rama viva.

Anualmente, desde 1992 a 1999, se contaron, mediante escalada a cada árbol, el número de flores femeninas de un año, de dos años y el número de piñas. Los conteos se realizaron en las siguientes fechas:

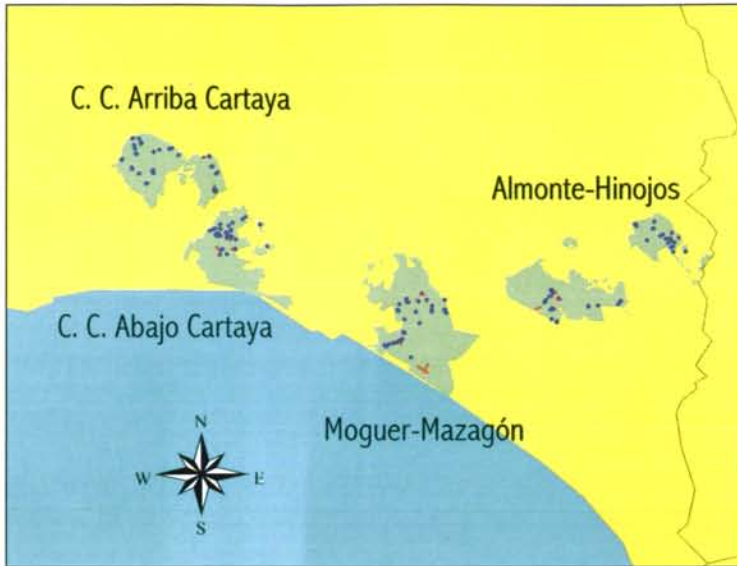


Figura III-3. Distribución de las parcelas de floración (rojo) y de producción (azul) en las zonas de estudio.

- 15 de Mayo a 15 de Junio, para contar las flores recién emergidas.
- 15 de Octubre a 15 de Noviembre, para contabilizar las flores polinizadas y que han sobrevivido a la sequía estival.
- 15 de Mayo a 15 de Junio, para contabilizar la mortalidad debida al invierno, contar las flores recién emergidas ese año y cerrar el ciclo anual de conteos.

Este sistema y estas fechas de inventariación permiten evaluar el desarrollo de las flores a lo largo del año, desde la emergencia hasta que se produce la fecundación (2º año) y el porcentaje de flores de cada estadio que llegan a convertirse en piñas.

En el conteo de otoño se recogieron las piñas maduras, se contaron y se pesaron en campo. Se elige una muestra de un máximo de cinco piñas de cada árbol, que se llevó al laboratorio y se tomaron los siguientes datos:

- número de piñones por piña
- peso de los piñones por piña con y sin cáscara
- número de piñones vanos

Estos datos y los resultantes de su posterior elaboración tienen un alto interés práctico pues permiten conocer el proceso de desarrollo de las flores y de las piñas y por qué algunos pinos florecen normalmente y sin embargo producen poca piña.

Características selvícolas de las parcelas de cada zona

En la Tabla III-6 se presenta la caracterización selvícola de las 36 parcelas experimentales clasificadas por zonas, densidades y clases de edad.

Tabla III-6. Caracterización selvícola de las parcelas experimentales y distribución por zonas, edades y densidades.

Almonte-Hinojos

CLASE DE EDAD (años)	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg
< 40	210	25,6	8,7	225	21,7	9,3	462	18,7	8,7
40 - 80	63	32,4	10,9	160	28,0	10,3	312	24,2	9,9
> 80	23	48,4	13,4	85	40,2	13,9	99	42,9	15,0

Moguer-Mazagón

CLASE DE EDAD (años)	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg
< 40	68	23,4	7,6	221	22,0	8,8	421	16,7	7,7
40 - 80	70	32,5	9,1	143	25,8	8,1	402	20,5	8,0
> 80	25	40,7	10,5	78	48,0	15,3	158	33,3	14,4

Campo Común de Arriba

CLASE DE EDAD (años)	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg
< 40	402	19,8	6,3	855	19,0	6,9	1015	14,5	6,6
40 - 80	46	32,9	9,6	132	30,3	9,2	566	23,6	8,9
> 80	34	38,7	10,5	103	35,4	11,3	229	34,4	10,8

Campo Común de Abajo

CLASE DE EDAD (años)	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg	N/ha	Dg	Hg
< 40	114	32,7	10,5	345	31,1	12,6	1441	20,7	11,5
40 - 80	66	35,6	8,4	200	27,0	7,7	914	23,5	9,0
> 80	47	38,4	10,9	124	30,9	9,9	283	26,0	9,7

N/ha: Número de pies por hectárea; Dg: diámetro cuadrático medio (cm); Hg: Altura media (m)

De la observación de la tabla III-6 se deduce que las densidades están claramente diferenciadas, siendo las densidades bajas claramente más bajas que la media en todas las zonas y las altas claramente más altas que la media también en todas las zonas. La densidad media puede asegurarse que se encuentra próxima a la densidad habitual que, para cada clase de edad, suele encontrarse en cada una de las cuatro zonas estudiadas.

El haber diferenciado claramente las densidades permite conocer, con mayor probabilidad de acierto, el efecto de la densidad sobre la floración, la producción y la calidad de la piña producida por cada una de ellas.

La separación en clases de edad permite conocer el comportamiento de las masas jóvenes (menores de 40 años), el de las masas que se encuentran en plena edad de producción (entre 40 y 80 años) y el de las masas maduras (mayores de 80 años) con menor representación superficial por haber sido en muchos casos cortadas debido a la finalización del turno como productoras de madera, pero que era previsible que su capacidad como productoras de piña no hubiese comenzado a disminuir.

El grado de representatividad de la parcela de cada edad y cada densidad correspondientes a cada zona, es más difícil de cuantificar, pues aunque se eligieron después de numerosos recorridos sobre el terreno, hechos por técnicos conocedores de estas masas, intentando buscar condiciones medias representativas de cada una de ellas, no tenemos herramientas de valoración objetivas que nos permitan cuantificar el grado de representatividad de la muestra. Hay que hacer notar que la intensidad de la información tomada en cada parcela no permite la selección de una muestra cuyo tamaño se ajuste a las leyes de la teoría de muestreo estadístico.

Evaluación de la supervivencia de las flores a lo largo de todo el ciclo

Dado que el ciclo de fructificación en esta especie es de tres años y que se comenzó en Mayo de 1992 se han podido completar cinco ciclos completos. Es decir, los resultados que ahora se presentan representan la media de cinco ciclos completos y consecutivos (desde Mayo de 1992 a Noviembre de 1998), considerando que a primeros de Noviembre la piña ya está madura y puede ser recolectada.

La evolución de la supervivencia de las flores en las diferentes zonas, y para las diferentes edades y densidades, expresada en tanto por ciento del total de flores iniciales, se exponen en la tabla III-7.

De la observación de la tabla siguiente se desprende que la densidad tiene una escasa influencia en la supervivencia de las flores, produciéndose resultados variables entre unas zonas y otras, de tal manera que la mayor supervivencia se produce unas veces en la densidad baja, otras veces en la densidad media y otras veces en la densidad alta. Es difícil encontrar tendencias generales que reflejen la relación entre la densidad y el porcentaje de supervivencia de flores femeninas.



FOTO 52 Las flores aparecidas cada año fueron contadas periódicamente hasta su transformación en piña.

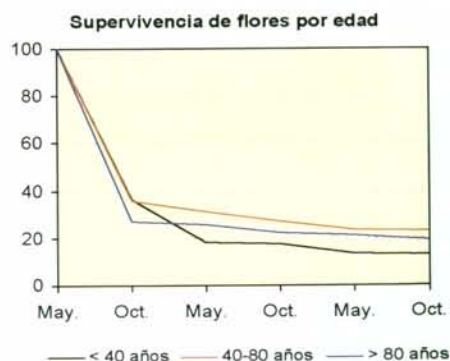
La clase de edad comprendida entre los 40 y los 80 años parece alcanzar siempre un porcentaje mayor de supervivencia en flores, a pesar de que la variabilidad sigue siendo alta.

La zona de Moguer-Mazagón presenta la mayor supervivencia de flores, seguida por las zonas de Almonte-Hinojos y Campo Común de Arriba.

Tabla III-7. Variación de la supervivencia de las flores por densidad de masa y por clases de edad, expresada en tanto por ciento (%) respecto al total de flores femeninas*.

Zona 1. Almonte- Hinojos

Fecha			Edad			
Inventario	Densidad		Inventario	Edad		
	D.Baja	D.Media		<40 años	40-80 años	>80 años
May.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Oct.	24,7	39,3	35,0	36,0	35,9	27,1
May.	17,8	31,4	25,9	18,4	30,8	25,9
Oct.	14,5	28,4	23,5	17,3	26,9	22,2
May.	12,3	24,3	21,6	13,6	23,7	20,9
Oct.	11,2	23,1	21,0	13,1	22,9	19,3



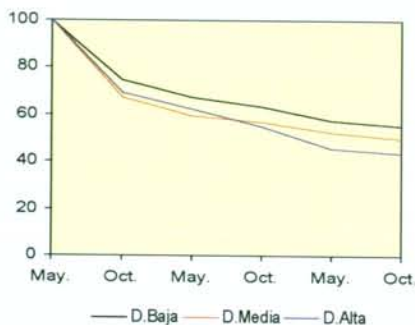
Zona 2. Moguer – Mazagón

Fecha			Edad			
Inventario	Densidad		Inventario	Edad		
	D.Baja	D.Media		<40 años	40-80 años	>80 años
May.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Oct.	74,7	67,3	69,3	72,9	72,0	66,4
May.	67,3	59,6	62,5	62,2	62,7	65,4
Oct.	63,2	56,7	54,9	55,7	60,3	58,9
May.	57,3	52,3	45,3	53,4	52,4	49,1
Oct.	55,3	50,0	43,7	51,8	49,8	47,4

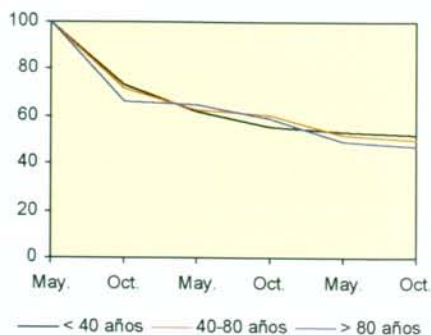
(*) En todos los gráficos y tablas los meses de inventario se refieren a mayo-octubre del 1º año, mayo-octubre del 2º año y mayo-octubre del 3º año respectivamente. El dato medio de cada mes representa la media de cinco ciclos consecutivos.

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

Supervivencia de flores por densidad



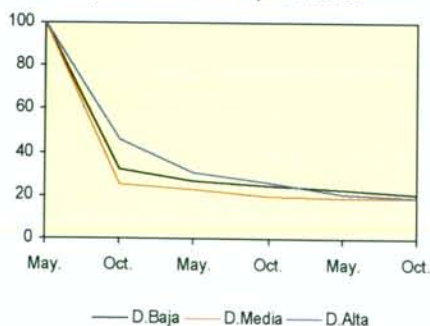
Supervivencia de flores por edad



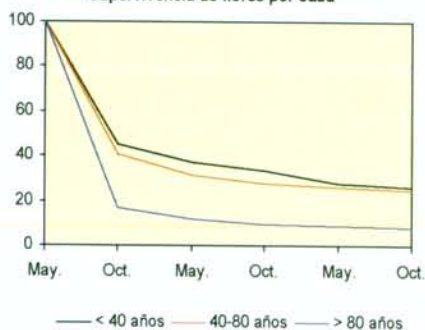
Zona 3. Campo Común de Arriba de Cartaya

Fecha Inventario	Densidad			Fecha Inventario	Edad		
	D.Baja	D.Media	D.Alta		<40 años	40-80 años	>80 años
May.	100,0	100,0	100,0	May.	100,0	100,0	100,0
Oct.	31,9	25,0	45,8	Oct.	45,1	40,6	17,0
May.	26,9	22,7	30,6	May.	37,3	31,4	11,6
Oct.	24,4	20,1	26,2	Oct.	33,4	27,9	9,3
May.	22,9	19,2	20,6	May.	27,7	26,6	8,4
Oct.	21,0	18,9	19,4	Oct.	26,5	24,9	7,9

Supervivencia de flores por densidad



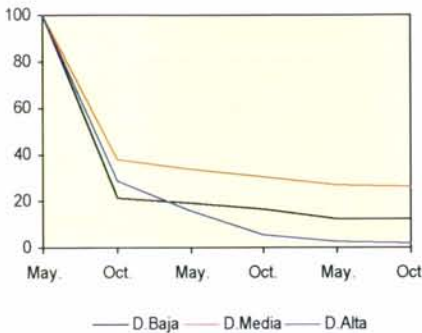
Supervivencia de flores por edad



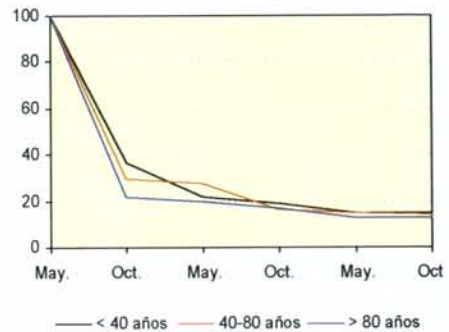
Zona 4. Campo Común de Abajo de Cartaya

Fecha	Densidad			Fecha	Edad		
	D.Baja	D.Media	D.Alta		Inventario	<40 años	40-80 años
May.	100,0	100,0	100,0	May.	100,0	100,0	100,0
Oct.	21,6	37,6	29,2	Oct.	36,7	29,7	22,0
May.	19,1	33,6	16,1	May.	21,6	27,2	20,0
Oct.	16,2	30,6	5,4	Oct.	19,2	16,3	16,7
May.	12,6	27,2	2,4	May.	15,1	14,5	12,7
Oct.	12,6	26,3	2,3	Oct.	14,7	13,9	12,5

Supervivencia de flores por densidad



Supervivencia de flores por edad



Caracterización de la calidad de la piña

Igual que en el caso de la supervivencia de las flores, se pensó que la edad y la densidad podían tener influencia sobre la calidad de la piña definida ésta por una serie de variables tales como el rendimiento en piñón, tamaño de la piña, número de piñones por piña y peso de 100 piñones con cáscara. Cabía la posibilidad de que a igualdad de producción de piña por hectárea, el rendimiento en piñón o el tamaño de éste fuese mayor para una determinada clase de edad o para una determinada densidad. Los resultados ponen de manifiesto la enorme variabilidad que existe en estos parámetros, aunque en conjunto no se han podido demostrar diferencias estadísticamente significativas ni entre edades ni entre densidades dentro de una misma zona.

Peso medio de la piña

El peso medio de la piña no sigue ninguna tendencia marcada, que indique que la edad y la densidad puedan tener una fuerte influencia sobre el mismo. En los años 1995 y 1997 las piñas tuvieron un peso medio con valores inferiores a 100 g/piña, por lo cual, estos dos años han sido excluidos a la hora de hallar los valores medios que se presentan en la tabla III-8.



FOTO 53 Diferentes tamaños de piña producidas durante los años que duró el estudio que aquí se presenta (1992-99)

Número de piñones por piña

Esta variable toma valores muy dispares y no siempre proporcionales al tamaño de la piña. Los valores más bajos se obtienen para la densidad alta en la zona de Campo Común de Abajo, que desciende hasta 28 piñones por piña. Los más altos se sitúan en las parcelas menores de 40 años y densidad alta en la zona de Moguer-Mazagón con 71 piñones/piña, y para esa misma clase de edad, pero en densidad baja, en la zona de Campo Común de Arriba con 73 piñones/piña.



Peso medio de 100 piñones con cáscara

El tamaño y aspecto exterior del piñón tiene importancia en su precio, con independencia de su composición química. Por este motivo se ha incluido esta variable como indicador de calidad.



FOTO 54 Durante este estudio se extrajeron y contaron el número de piñones por piña, así como el peso de éstos con y sin cáscara.

No se observan diferencias significativas entre edades, densidades y zonas. La observación de la tabla III-8 indica que las masas más aclaradas muestran valores ligeramente superiores, aunque la tendencia no es general, pudiéndose observar numerosas excepciones.

Tabla III-8. Variación del peso medio de la piña (g) seca en estufa a 70 °C, número de piñones por piña y peso medio de 100 piñones con cáscara en función de las clases de edad y la densidad de la masa.

Zona 1. Almonte-Hinojos

CLASE DE EDAD	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)
< 40	216,4	51	74,0	214,4	55	73,4	220,8	57	79,5
40 - 80	162,6	38	60,8	196,6	41	71,5	190,8	43	72,5
> 80	173,8	56	52,2	188,6	55	60,7	208,3	62	62,1

Zona 2. Moguer-Mazagón

CLASE DE EDAD	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)
< 40	99,7	36	44,4	178,0	51	60,4	219,6	71	63,8
40 - 80	163,6	57	55,8	135,8	48	54,2	135,2	57	44,9
> 80	136,4	54	46,3	141,6	54	50,0	148,8	55	53,1

Zona 3. Campo Común de Arriba

CLASE DE EDAD	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)
< 40	248,5	73	72,4	247,5	64	73,2	192,0	40	62,0
40 - 80	139,0	36	67,6	189,3	57	58,8	172,3	42	69,3
> 80	161,3	51	56,2	171,0	59	40,7	124,5	29	68,5

Zona 4. Campo Común de Abajo

CLASE DE EDAD	DENSIDAD								
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)	Peso medio piña (g)	N° piñones /piña	Peso 100 piñones (g)
< 40	142,0	43	55,8	217,7	59	68,8	167,7	58	60,1
40 - 80	115,0	28	54,5	216,0	51	74,3	204,7	45	69,9
> 80	107,0	34	44,8	138,7	31	61,3	182,3	51	62,5

Rendimiento en piñón

De la producción total de piña, sólo una pequeña parte corresponde a piñón comestible (piñón sin cáscara). Para conocer la influencia de la densidad y la edad en el rendimiento, se ha descompuesto el peso total de piña en peso de *piñote* (piña vacía), peso de la cáscara de los piñones y peso del piñón sin cáscara o *meollo*. Los resultados se presentan en la tabla III-9, en la cual se expresa el porcentaje en peso de cada una de las fracciones antes mencionadas, por clase de edad y densidad y en la figura III-4 que expresa el porcentaje medio de cada fracción en cada zona conjuntamente, sin tener en cuenta edades ni densidades.

El rendimiento en piñón no muestra diferencias estadísticamente significativas entre densidades ni entre edades dentro de una misma zona, esto permite mostrar los resultados medios por zonas en la figura III-4. Sin embargo, parece existir una ligera tendencia a disminuir en las zonas 3 y 4.

En general las densidades altas, con algunas excepciones, presentan un menor rendimiento en piñón que las densidades bajas, y dentro de cada densidad parece que las piñas de masas jóvenes presentan un mayor rendimiento en piñón que las procedentes de masas con edades entre 40 y 80 años y las mayores de 80 años. En todos los casos las diferencias son muy pequeñas para poder ser consideradas como significativas.

Los mayores porcentajes medios, por zonas, de piñón sin cáscara respecto al peso de piña se dan en la zona de Moguer - Mazagón con un 4% seguida de Almonte-Hinojos con el 3,7%, Campo Común de Arriba con el 3,6% y Campo Común de Abajo con un 3,5%, referido al peso total de la piña con piñones.

Número de piñones vanos

En número medio de piñones vanos sobrepasa el 24%, lo que equivale a una cuarta parte de la producción. Hay que tener en cuenta que este porcentaje se refiere al total de piñones que podría haber, como promedio en una piña, y que la mayoría de los piñones vanos se encuentran en las escamas próximas a la base o al ápice de la piña.

Tabla III-9. Porcentaje medio en peso de las distintas fracciones de la piña: Piñote, cáscara de piñón y piñón sin cáscara, por zonas, clases de edad y densidades. Materia seca en estufa a 70 °C.

Zona 1. Almonte- Hinojos

CLASE DE EDAD	ALTA				MEDIA				BAJA			
	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón
< 40	216	82,6	13,3	4,1	214	82,5	13,7	3,8	221	79,6	16,4	4,0
40-80	163	85,8	10,8	3,4	197	84,9	11,4	3,7	191	83,7	12,7	3,6
>80	174	83,3	13,5	3,2	187	82,3	14,1	3,6	208	81,5	14,5	4,0

Zona 2. Moguer-Mazagón

CLASE DE EDAD	ALTA				MEDIA				BAJA			
	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón
< 40	100	83,9	12,4	3,7	178	82,7	12,8	4,5	220	79,4	15,6	5,0
40-80	164	80,6	16,1	3,3	136	81,0	15,2	3,8	135	81,1	15,3	3,6
>80	136	81,7	14,2	4,1	142	80,8	15,4	3,8	149	80,5	15,3	4,2

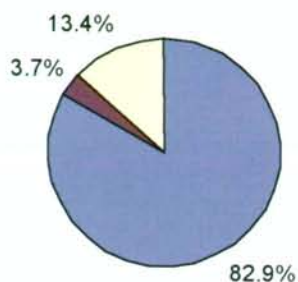
Zona 3. Campo Común de Arriba

CLASE DE EDAD	ALTA				MEDIA				BAJA			
	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón
< 40	248	78,9	16,5	4,6	247	81,2	14,6	4,2	192	87,2	9,9	2,9
40-80	139	82,7	14,4	2,9	189	82,4	13,7	3,9	172	83,0	13,1	3,9
>80	161	82,2	14,3	3,5	171	86,0	10,8	3,2	125	85,1	12,0	2,9

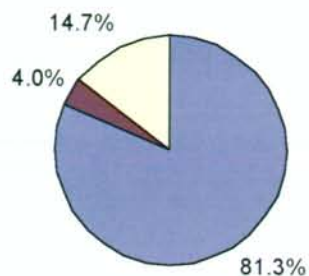
Zona 4. Campo Común de Abajo

CLASE DE EDAD	ALTA				MEDIA				BAJA			
	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón	Peso piña	% piñote	% cáscara	% piñón
< 40	142	83,1	12,7	4,2	218	81,5	14,5	4,0	168	79,3	16,3	4,4
40-80	115	86,9	10,0	3,1	216	82,5	13,6	3,9	205	84,5	12,1	3,4
>80	107	86,0	11,7	2,3	139	86,3	10,1	2,6	182	82,6	13,9	3,5

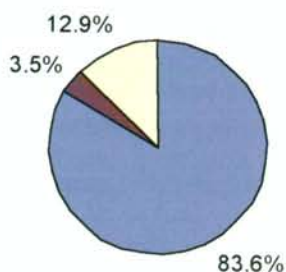
Media de la zona Almonte-Hinojos



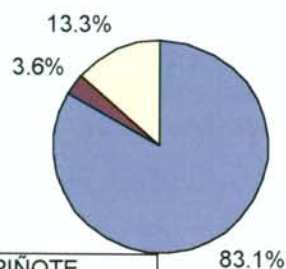
Media de la zona Moguer-Mazagón



Media de la zona C. C. Abajo



Media de la zona C. C. Arriba



% Piñones vanos (en número)

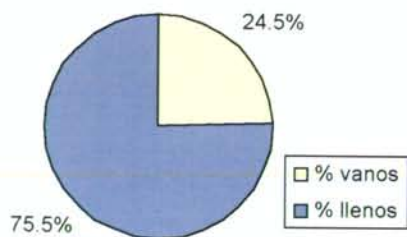


Figura III-4. Variación de los porcentajes medios de piñote, cáscara y piñón sin cáscara en cada zona de estudio, y del porcentaje medio de piñones vanos para las cuatro zonas en conjunto.



FOTO 55 Piña abierta para soltar los piñones, piñón sano con y sin cáscara y piñones vanos con y sin cáscara.

Composición química del piñón

La composición química influye en las propiedades bromatológicas del piñón y en otros aspectos como el sabor, la capacidad de enranciamiento, el color, etc, que determinan la calidad y el valor comercial del piñón. Para saber si existen diferencias entre zonas se hizo un análisis químico individualizado de una muestra de piñón de los siguientes montes:

- Ordenados de Almonte y Moguer, conjuntamente. (M1)
- Coto Mazagón. (M2)
- Campo Común de Arriba y de Abajo, conjuntamente. (M3)
- Pinar de Barbate. (M4)
- Montes Cuevas del Hospital (Los Barrios) y Benazainilla (Jimena de la Frontera), conjuntamente. (M5)

Para comparar las características químicas y bromatológicas del piñón andaluz con las de piñones procedentes de otras zonas de la península Ibérica se analizaron muestras de las siguientes procedencias:

- Meseta Norte (Valladolid). (M6)
- Montes de Hoyo de Pinares y San Martín de Valdeiglesias (Sistema Central). (M7)
- Alcacer do Sal (Portugal). (M8)

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Arbitral Agroalimentario de Madrid, perteneciente al Ministerio de Agricultura. Las determinaciones realizadas y el método utilizado para cada una de ellas se expone en la tabla III-10.

Tabla III-10.- Determinaciones realizadas, método empleado de análisis y unidades en que se miden cada compuesto para los análisis de piñones de *Pinus pinea* L.

DETERMINACIÓN	MÉTODO
Humedad, Proteína, Grasa, Cenizas (%)	OFICIAL Orden 31/07/79
Hidratos de carbono totales (% glucosa)	OFICIAL adaptado
Fibra bruta	OFICIAL Orden 1/09/83
Calcio, Potasio, Hierro, Cobre, Zinc, Sodio, Magnesio, Manganeso (mg/kg)	ICP-AES
Ácido aspártico, Ácido glutámico, Serina, Histidina, Glicina, Treonina, Arginina, Alanina, Tirosina, Metionina, Valina, Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina (%)	H.P.L.C.
Ácido mirístico (C14:0), Ácido palmítico (C16:0), Ácido palmitoleico (C16:1), Ácido heptadecanoico (C17:0), Ácido estearico (C18:0)	
Ácido oleico (C18:1), Ácido linoleico (C18:2), Ácido linolenico (C18:3), Ácido araquico (C20:0), Ácido gadoleico (C20:1), Ácido eicosadienoico (C20:2)	OFICIAL
Campesterol, b-sitosterol, 0 5-Avenasterol (% de esteroides totales)	Cromatografía gaseosa
Valor energético (kcal/100 g)	Real Decreto 930/92

En la tabla III-11 se presentan los resultados obtenidos de los análisis realizados para cada una de las muestras consideradas. Aunque la tabla por sí misma es suficientemente explicativa y aporta una valiosa información, conviene destacar las siguientes observaciones:

- Los ácidos grasos saturados analizados representan menos del 15% y los insaturados, como el oleico y linoleico, representan más del 84% de los ácidos grasos totales, en todas las muestras.
- Además los piñones aportan importantes nutrientes como proteína (33-38%), carbohidratos (4,5-6,0%), grasas (46-51%) y minerales.
- La muestra M2 perteneciente a las parcelas fertilizadas de Mazagón (ensayo de fertilización que será descrito más adelante) es la que contiene las mayores concentraciones de magnesio, manganeso y sobre todo sodio (147 mg/kg) y altas en calcio y potasio.

En general, y sin hacer una discusión pormenorizada de los resultados, que podrán hacer los especialistas en nutrición, se puede apuntar que los resultados son bastante coincidentes en todas las zonas estudiadas, y no permiten afirmar que la calidad del piñón producido en las diferentes zonas de Andalucía difiera significativamente. Lo mismo puede decirse si comparamos el piñón andaluz con el producido en otras regiones de España o con el producido en Portugal.

Nuestros datos son coincidentes con otras determinaciones realizadas en el piñón de pino piñonero. En el trabajo de Carvalho (1996) se obtienen datos similares en proteína y en los ácidos grasos, aunque aporta cifras un poco más elevadas para el caso del ácido oleico (41,5 %). En Wolff y Bayard (1995) todos los datos de ácidos grasos se encuentran dentro de los rangos de nuestras muestras.

El consumo de estos frutos con altas concentraciones de ácidos grasos insaturados parece que puede reducir los altos niveles de presión sanguínea, motivo por el cual se recomienda el uso de piñón de *P. pinea* en la nutrición humana.

Tabla III-11. Resultados de los análisis para cada una de las muestras de piñón de *Pinus pinea* L. para cada una de las determinaciones consideradas.

Determinación	Muestras								CV
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	
Humedad	3,37	5,14	5,31	4,85	4,64	4,88	5,18	7,70	23,4
Proteína	37,05	33,50	36,66	38,12	36,50	36,99	37,44	36,52	3,7
Grasa	48,99	51,13	48,72	47,92	49,52	48,15	47,36	46,17	3,1
Hidrato carbono	4,80	5,16	4,56	4,88	5,34	5,89	5,04	6,00	9,8
Cenizas	4,36	4,63	4,43	4,68	4,14	4,60	4,96	4,43	5,4
Fibra bruta	2,06	2,02	2,94	2,49	2,70	4,79	3,22	4,99	36,4
Calcio	272	282	253	300	252	266	288	274	6,1
Potasio	7.514	8.228	7.830	8.032	7.458	8.343	8.863	7.802	5,8
Hierro	113	93	101	85	107	70	79	85	16,0
Cobre	33	39	31	27	32	27	27	30	13,3
Zinc	109	98	106	103	101	95	97	94	5,3
Sodio	26	147	13	38	35	6	15	12	126,3
Magnesio	3.817	4.292	3.872	4.128	3.571	4.105	4.172	3.586	6,9
Manganeso	177	175	82	81	117	109	98	121	31,3
A. aspártico	3,13	2,86	3,06	3,43	3,23	3,10	3,03	2,97	5,6
A. glutámico	6,47	5,89	6,25	6,90	6,73	6,44	6,63	6,31	4,9
Serina	1,81	1,64	1,71	1,86	1,88	1,84	1,89	1,78	4,9
Histidina	0,71	0,65	0,69	0,75	0,75	0,75	0,76	0,72	5,3
Glicina	1,46	1,36	1,35	1,50	1,54	1,51	1,60	1,49	5,8
Treonina	0,92	0,86	0,89	0,96	0,96	0,94	0,85	0,84	5,5
Arginina	6,33	5,62	5,87	6,49	6,57	6,41	6,87	6,16	6,3
Alanina	1,44	1,32	1,35	1,49	1,51	1,46	1,49	1,40	4,9
Tirosina	1,27	1,13	1,17	1,32	1,32	1,27	1,33	1,22	5,9
Metionina	0,50	0,48	0,46	0,55	0,57	0,57	0,56	0,53	37,2
Valina	1,49	1,35	1,42	1,57	1,55	1,46	1,49	1,42	4,9
Fenilalanina	1,00	0,91	0,95	1,04	1,06	1,01	1,05	1,00	5,1
Isoleucina	1,02	0,93	0,97	1,06	1,06	1,01	1,01	0,97	4,5
Leucina	1,93	1,78	1,85	2,01	2,05	1,98	2,04	1,94	4,8
Lisina	0,71	0,70	0,69	0,75	0,79	0,81	0,77	0,79	6,1
A. mirístico	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	>0,1	<0,1	<0,1	
A. palmitico	6,17	5,80	5,67	5,80	5,79	5,87	5,96	6,03	2,7
A. palmitoleico	0,14	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18	0,11	0,21	19,7
A. heptadecanóico	0,12	0,10	0,12	0,11	0,10	<0,1	0,12	0,12	8,4
A. esteárico	3,63	2,40	2,35	3,60	3,60	3,94	3,38	3,78	18,4
A. oleico	37,74	37,06	38,81	38,46	37,40	37,69	37,67	39,40	2,1
A. linoleico	46,90	47,92	45,39	45,95	47,48	46,94	47,32	44,97	2,3
A. linolenico	0,65	0,64	0,65	0,61	0,67	0,71	0,67	0,72	5,5
A. araquico	0,67	0,69	0,68	0,65	0,66	0,61	0,61	0,62	4,9
A. gadoleico	0,85	0,82	0,89	0,94	0,80	0,91	0,93	0,90	5,8
A. eicosadienóico	0,57	0,48	0,52	0,60	0,50	0,61	0,56	0,58	8,6
Campesterol	15,95	17,17	16,60	17,69	16,84	16,42	15,46	16,07	4,3
β _Sitosterol	72,90	76,39	75,09	77,40	74,74	70,53	74,60	74,24	2,8
5_Avenasterol	6,46	5,96	6,08	4,60	6,24	9,79	7,32	7,13	22,4
Valor Energético	608,3	614,8	603,4	603,3	613,1	604,9	596,2	585,6	1,6

Efecto de la fertilización sobre la producción de piña



FOTO 56 La fertilización puede favorecer la producción de piña.

Conocida la baja fertilidad de los suelos de la costa onubense, se pensó en plantear una experiencia de fertilización que permitiera conocer la influencia que la aplicación de diferentes dosis de abono pudiera tener sobre la producción de piña. Esta iniciativa surge dentro de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía coincidiendo con una época en que los precios de la piña eran altos y cabía pensar que si se producía una respuesta de la producción de piña a la fertilización, ésta podría constituir una práctica rentable.

La experiencia ubicada en el monte "Coto Mazagón", se realizó en una zona homogénea de pinar y consistió en el replanteo de ocho parcelas de una hectárea cada una. En siete de ellas se aplicaron diferentes dosis de abonado y la restante se reservó como testigo.

El programa de fertilización aplicado fue el que aparece en la tabla III-12.

Tabla III-12. Fertilización (kg/ha) aplicada a cada parcela.

FERTILIZANTE	Dosis-1	Dosis-2	Dosis-3	Dosis-4	Dosis-5	Dosis-6	Dosis-7
Superfosfato de cal al 18%	600	450	300	600	600	300	120
Dolomita	800	800	800	400	800	400	160
Cloruro potásico al 60%	250	250	250	250	125	125	125

Esta experiencia fue planteada y realizada por un equipo diferente al que elabora los resultados y aunque no hemos encontrado la información que sirvió para decidir los tipos de fertilizantes y las dosis a aplicar, es evidente que los resultados no pierden interés por ello.

La fertilización se realizó en la primera quincena de Mayo de 1993 y la medición de la producción de piña se llevó a cabo durante el otoño de 1993 a 1999, periodo que se considera suficiente para conocer la respuesta de la producción de piña al abonado. La dosis número seis estaba previsto repetirla al tercer año, pero no se llevó a cabo la segunda aplicación. Igualmente la dosis número siete estaba previsto repetirla cinco años consecutivos, pero solamente se repitió una vez, en 1994. Por tanto, la dosis seis se considera como dosis aplicada una sola vez, durante el primer año, y la dosis siete se aplicó dos años consecutivos.

Los resultados obtenidos, en términos de producción de piña, se exponen en la tabla III-13. Si bien la producción parece aumentar considerablemente los años 1994, 95 y 96, para volver a las cifras medias de esta zona a partir de 1997 y sucesivos, no puede asegurarse que ese incremento se deba a la fertilización, pues el análisis estadístico ha demostrado que no existen diferencias significativas entre las diferentes fertilizaciones, ni entre el conjunto de éstas y la parcela testigo (no fertilizada). Un análisis parcial de los tratamientos que ofrecieron un mejor resultado a partir de 1996, año en el que se debía hacer patente la respuesta a la fertilización, indica que la fertilización tiene un efecto significativamente favorable en la producción de piña, aunque en ningún caso pueda interpretarse como un resultado concluyente.



FOTO 56-1 Aspecto general de la zona donde se llevó a cabo la experiencia de fertilización.

Tabla III-13. Variación anual de la producción de piña (kg/ha) en función de la dosis de fertilizante aplicada.

	PRODUCCIÓN DE PIÑA (kg/ha) pesada en campo								
	AÑOS							—	—
	93	94	95	96	97	98	99		
Dosis 1	94,9	291,4	338,6	1.190,0	192,0	170,1	93,4	338,6	386,5
Dosis 2	180,7	191,7	106,1	880,9	218,1	130,3	72,3	254,3	281,0
Dosis 3	743,2	212,8	74,1	740,5	86,4	48,5	42,7	278,3	321,7
Dosis 4	61,0	230,0	270,2	334,4	48,0	45,0	37,1	137,5	118,8
Dosis 5	88,1	157,2	155,8	1.300,5	252,8	324,8	148,1	346,8	427,7
Dosis 6	54,2	264,5	294,8	524,8	129,4	37,0	173,2	211,1	169,0
Dosis 7	79,1	69,0	100,2	244,5	81,3	61,8	35,2	95,9	68,5
Testigo	79,1	272,7	289,1	405,3	7,3	9,3	69,4	161,7	158,3

Otra forma de ponerse de manifiesto la respuesta a la fertilización podría ser el tamaño de la piña, estimado a partir del peso medio de la piña en cada tratamiento. Para ello se ha calculado el peso medio de una piña expresado en gramos, durante los años en que se disponía de esta información. Los resultados se exponen en la tabla III-14.

Tabla III-14. Variación anual del peso medio de la piña (gramos) en función de la dosis de fertilizante aplicada.

	PESO UNITARIO DE PIÑA (gramos) pesada en campo				—	—
	AÑOS					
	96	97	98	99		
Dosis 1	209,3	93,1	159,5	88,8	137,7	57,7
Dosis 2	221,0	85,1	193,5	70,5	142,6	75,8
Dosis 3	183,4	79,6	205,4	48,5	129,2	76,9
Dosis 4	184,0	84,3	189,2	69,1	131,6	63,8
Dosis 5	166,6	124,7	224,5	116,7	158,1	49,4
Dosis 6	199,0	97,1	178,5	90,2	141,2	55,6
Dosis 7	194,6	126,3	168,8	93,9	145,9	44,7
Testigo	106,3	104,0	266,0	70,6	136,7	87,7

Tampoco en esta ocasión se han demostrado diferencias estadísticamente significativas que permitan asegurar que la fertilización ha tenido un efecto positivo en el tamaño de la piña. Ciertamente, los años 1997 y 1999 fueron años en los que la piña fue extremadamente pequeña y puede que este hecho haya enmascarado los resultados.

Otra forma de medir la respuesta de la fertilización es a través del número de piñones por piña y del peso medio del piñón. Es decir, si la fertilización ha mejorado el rendimiento de la piña, bien porque cada piña tenga más piñones o porque los piñones sean más grandes que los producidos sin fertilización. Para ello se han elaborado la tabla III-15, tras efectuar la apertura de las piñas en laboratorio.

Tabla III-15. Variación del número medio de piñones por piña, peso medio (gramos) de 100 piñones con cáscara (cc) y sin cáscara (sc) en función de la dosis de fertilizante aplicada. No hay datos para 1999, pero sus valores serían próximos a los de 1997.

	PRODUCCIONES DE PIÑA								
	Año 96			Año 97*			Año 98		
	Nº piñones por piña	Peso 100 piñones cc	Peso 100 piñones sc	Nº piñones por piña	Peso 100 piñones cc	Peso 100 piñones sc	Nº piñones por piña	Peso 100 piñones cc	Peso 100 piñones sc
Dosis 1	78	55	14	37	14	3	71	50	12
Dosis 2	81	51	12	28	21	7	76	47	13
Dosis 3	58	60	14	21	16	5	67	54	14
Dosis 4	68	54	13	23	16	4	62	51	13
Dosis 5	42	59	15	30	34	8	76	63	15
Dosis 6	51	51	13	14	16	5	57	67	19
Dosis 7	56	57	15	17	21	5	59	56	14
Testigo	39	44	10	25	19	6	98	58	16

* En el año 1997 las piñas y los piñones fueron de pequeño tamaño

La observación de los resultados no permite asegurar que la fertilización actúe favorablemente sobre el número de piñones por piña o sobre el peso medio o tamaño del piñón, y así como en 1996 la parcela testigo tiene los menores valores de todas, en 1998 se invierte el resultado y es la parcela testigo la que alcanza casi los mayores valores.

Efecto de la poda en el crecimiento de los árboles y en la producción de piña

Los efectos de la poda de *Pinus pinea* sobre el crecimiento en altura y la producción de piña son poco conocidos. Las llamadas podas de olivación tradicionalmente realizadas en la meseta norte (Castilla y León) para aumentar la fructificación son defendidas por unos y cuestionadas por otros. No se conocen, sus efectos reales sobre la producción de piña pues nunca se ha hecho una experiencia para comparar la producción entre árboles, de similares características, podados y no podados.