

## Comparación con otros modelos de calidad de estación para pino silvestre

Resulta especialmente interesante comparar las calidades que se presentan en este trabajo con otras realizadas en nuestro país para la misma especie.

En la Figura 30 se muestran superpuestas las calidades de PITA (1964a) con las aquí construidas. Se puede comprobar que las de este autor se encuentran posiblemente sobrestimadas en las primeras edades, puesto que sus calidades alcanzan entre 2,6 y 4,3 m a los 10 años (lo que supondría unos crecimientos de 0,26 a 0,43 m/año), cifras que difícilmente se alcanzan a esas edades en masas naturales, ni siquiera en repoblaciones. En la figura se observa que la unión de sus curvas con el origen no puede hacerse sin un brusco quiebro, que además tendría el sentido inverso al que le correspondería por una sigmoide. Las curvas del presente trabajo parecen, por tanto, ajustarse mejor a los primeros años, con la seguridad de estar basadas en datos de análisis de tronco para esas edades.

Por otro lado, Pita presenta una calidad que rebasa ampliamente el límite inferior de la 17, lo que puede estar ligado al origen de los datos que utilizó.

En la siguiente Figura 31 aparece la comparación con las curvas construidas por ORTEGA (1989), a las cuales se puede achacar una excesiva «rectitud», reflejando escasamente la tendencia sigmoideal. Sólo en su tramo intermedio coinciden con las del presente trabajo. Igual que pasaba con las de Pita, posee una calidad por debajo de la 17.

Las Figuras 32, 33 y 34 presentan la comparación con las calidades utilizadas en las tres tablas de producción de *Pinus sylvestris* en España (GARCÍA ABEJÓN, 1981; GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984; GARCÍA ABEJÓN y TELLA, 1986). Todas ellas muestran, en general, unas tendencias iniciales y finales por encima de las de este trabajo, mientras que en sus tramos intermedios se asemejan bastante. Las alturas máximas que apuntan la mayoría de ellas parecen excesivas, puesto que no se adivina en las mismas una pronta tendencia asintótica.

También se observa que las del Sistema Central, siempre en su zona intermedia, coinciden aproximadamente con las calidades 20, 23 y 26-29, lo que permitiría validar en cierta manera a ambas.

En líneas generales, y considerando la buena aproximación con los tramos intermedios de las curvas de los tres sistemas montañosos, se puede apuntar la posibilidad de que las calidades aquí construidas puedan extender su validez a todo el territorio de la especie en España. Posiblemente fuera necesario establecer para ello una calidad 14, por debajo de la 17.

Por otro lado, y salvando las diferentes pendientes que presentan casi todos los modelos analizados en las primeras y en las últimas edades con respecto a las de este trabajo, se demuestra que las masas de Valsaín, como ya se sabía, no son superadas en calidad por ninguna otra en nuestro país.

Finalmente, en las Figuras 35 y 36 se representa respectivamente la comparación con las calidades que aparecen en las tablas de producción para *Pinus sylvestris* en Francia (DECOURT, 1965) y en el Reino Unido (HAMILTON y CHRISTIE, 1971). En ambas se observa la existencia de clases de calidad por encima de las calculadas en este trabajo, varias de las cuales (en especial las francesas) parecen ciertamente inusuales. Únicamente las peores calidades de estos dos trabajos coinciden plenamente con algunas de las que aquí se presentan.

Figura 30

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS ESTABLECIDAS POR PITA (1964) PARA LA PENINSULA IBERICA (VERDE)

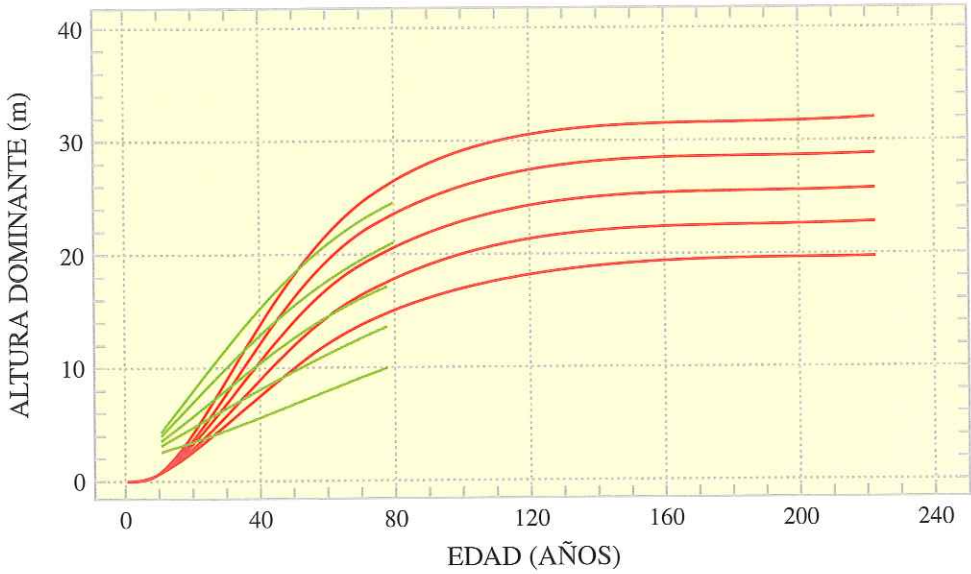


Figura 31

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS ESTABLECIDAS POR ORTEGA EN 1989 (VERDE)

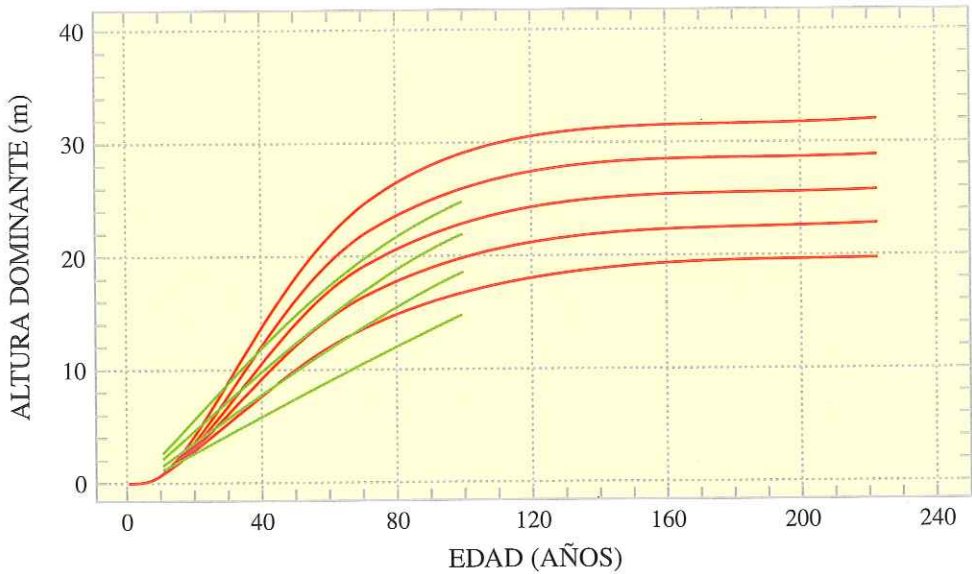


Figura 32

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS DEFINIDAS POR GARCIA ABEJON Y GOMEZ LORANCA (1984) PARA EL SISTEMA CENTRAL (VERDE)

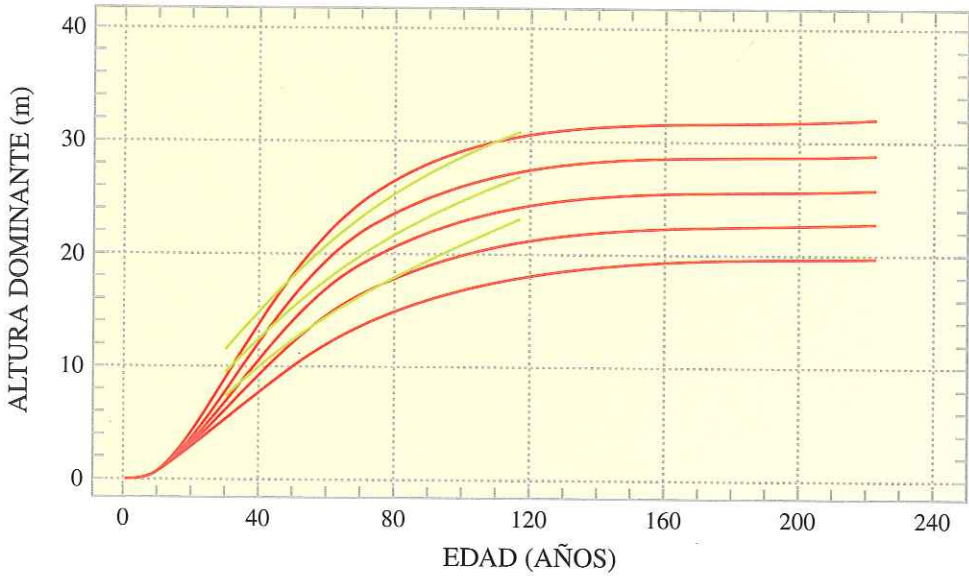


Figura 33

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS DEFINIDAS POR GARCIA ABEJON (1981) PARA EL SISTEMA IBERICO (VERDE)

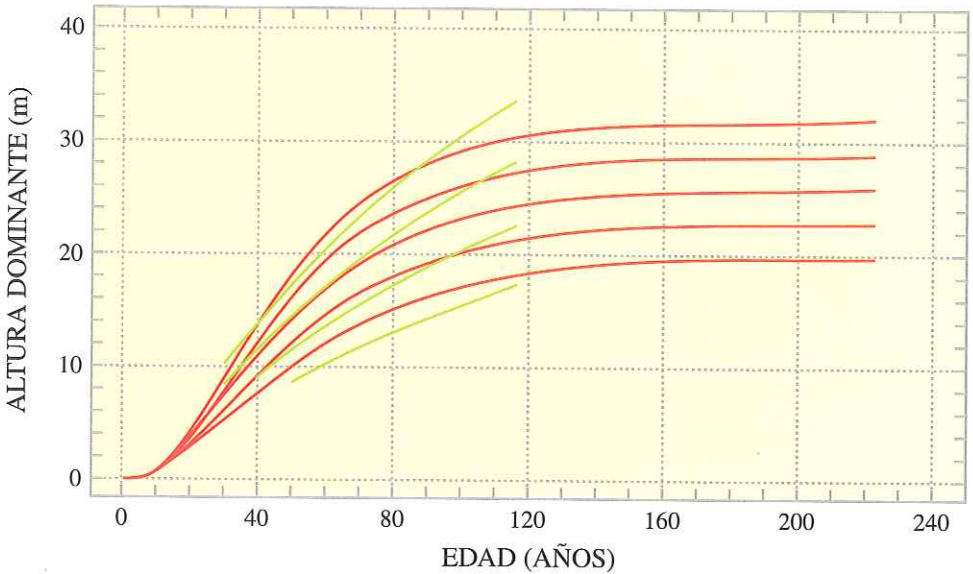




Figura 34

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS DEFINIDAS POR GARCIA ABEJON Y TELLA (1986) PARA LOS PIRINEOS (VERDE)

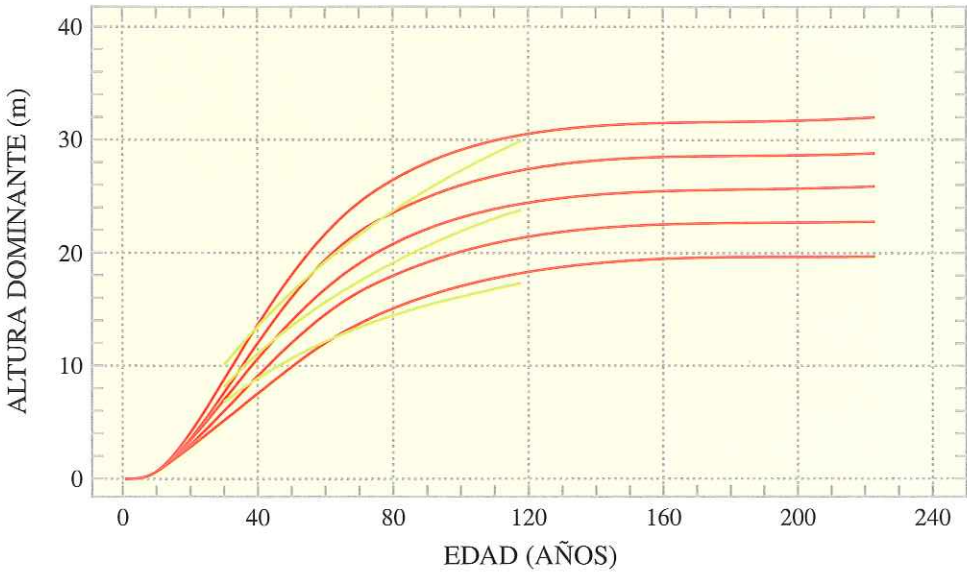


Figura 35

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS DEFINIDAS POR DECOURT (1965) PARA FRANCIA (VERDE)

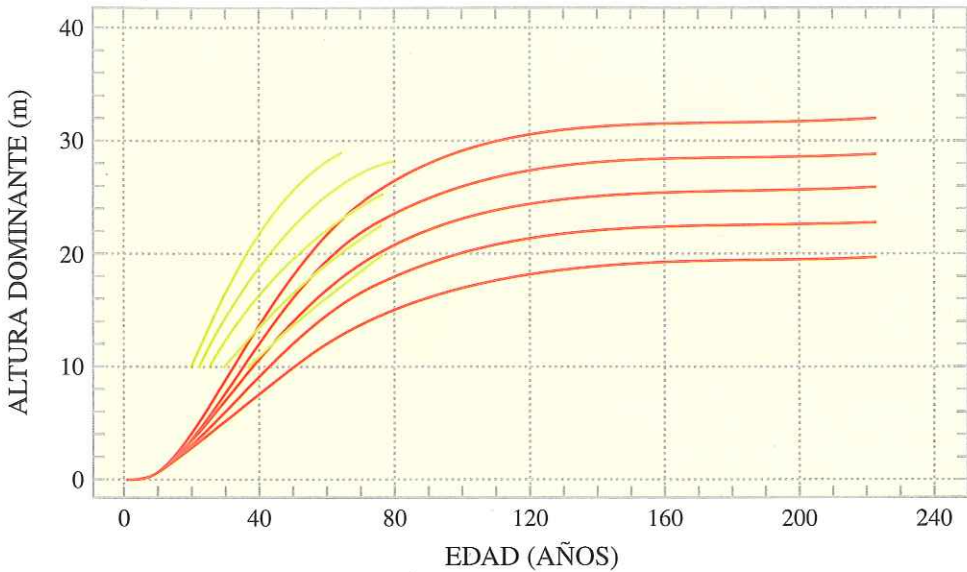
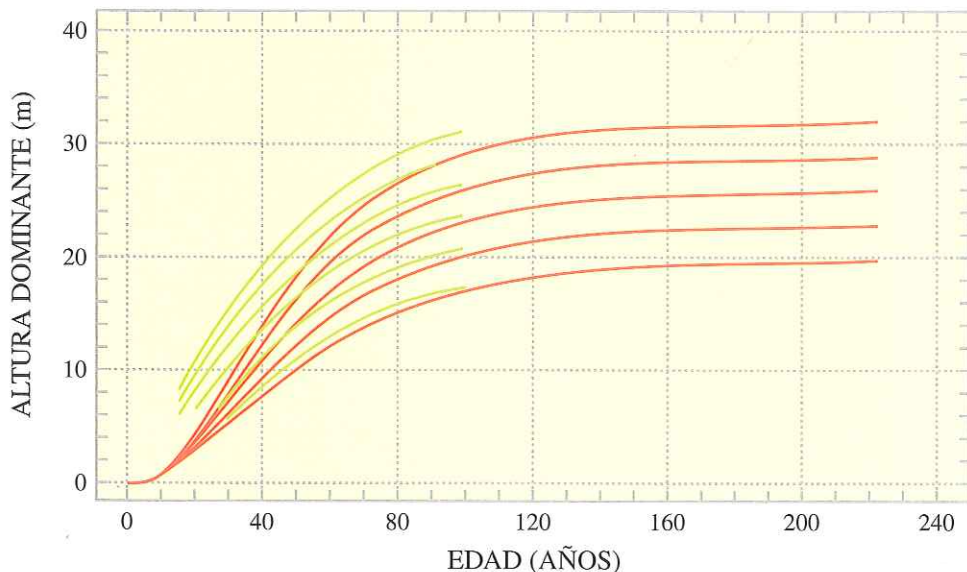




Figura 36

COMPARACION ENTRE LAS CURVAS DE CALIDAD OBTENIDAS EN ESTE LIBRO (ROJO) Y LAS DEFINIDAS POR HAMILTON Y CHRISTIE (1971) PARA EL REINO UNIDO (VERDE)



**6. ECUACIONES DE CUBICACION, DE CRECIMIENTO CORRIENTE Y DE PORCENTAJE DE CORTEZA**

A partir de los árboles tipo que aparecen en los últimos proyectos de ordenación de Valsain (1965) y de Cercedilla y Navacerrada (1979), y de forma conjunta para los dos montes, se han ajustado ecuaciones de cubicación de dos entradas, como paso previo para el cálculo de los valores medios y existencias de las parcelas.

Así mismo, se han ajustado ecuaciones para obtener el crecimiento corriente anual en volumen y el porcentaje de corteza del fuste, ambas de tres entradas.

**Ecuaciones de cubicación**

Se han ensayado diferentes ecuaciones, basándose en la literatura existente.

Para elaborar las tablas de producción del haya en Navarra (MADRIGAL y cols., 1992) se utilizó como ecuación de cubicación:

$$V = a \cdot DN^b \cdot HT^c \cdot D_4^d$$

- donde:
- V = volumen del fuste con corteza.
  - DN = diámetro normal con corteza.
  - HT = altura total.
  - D<sub>4</sub> = diámetro con corteza a 4 m de altura.
  - a, b, c y d = coeficientes.

Esta ecuación alométrica de tres variables es recomendada por MARTÍNEZ MILLÁN y cols. (1993), que seleccionan el modelo para las principales especies forestales españolas (entre ellas el pino silvestre) por los mayores valores de los coeficientes de determinación obtenidos en los ajustes y por sus ventajas frente a las ecuaciones lineales polimórficas. Tales ventajas residen en la posibilidad de expresar la ecuación alométrica en forma lineal mediante transformación logarítmica, por lo que se elimina el término independiente (que en ocasiones es de difícil interpretación) y no se fijan a priori los valores de los exponentes, evitando así ordenadas negativas en el origen. Además, dicha transformación corrige en gran medida la heteroescedasticidad (no homogeneidad) de la varianza de la variable dependiente. Sin embargo, presenta el inconveniente de producir estimaciones por defecto al deshacer la transformación logarítmica.

En los casos en los que no se haya medido el diámetro a 4 m de altura (como ocurre con los árboles tipo utilizados en el presente trabajo), los citados autores proponen el uso de la misma ecuación alométrica eliminando dicho término.

Se ha ensayado, por tanto, esta ecuación, ajustándola con los árboles tipo de los proyectos de ordenación de Valsain y del grupo de Cercedilla y Navacerrada. Utilizando la transformación logarítmica para realizar el ajuste, y posteriormente deshaciendo el cambio, se obtiene:

$$V = 0,0346 \cdot DN^{2,0005} \cdot HT^{1,0167}$$

siendo:  $V$  = volumen del fuste (10 cm en punta delgada) con corteza ( $dm^3$ ).

$DN$  = diámetro normal con corteza (cm).

$HT$  = altura total (m).

y con un  $R^2 = 0,9834$ .

Los valores de los exponentes son, como era de esperar, muy próximos a 2 y a 1 para el diámetro y la altura respectivamente, por lo que se estaría considerando que el coeficiente mórfico de la masa es constante (en el caso de  $b = 2$  y  $c = 1$ ).

Se han probado otras ecuaciones de cubicación, como las propuestas por PITA (1967) para el pino silvestre. Este autor estudió diferentes fórmulas, a partir de una muestra de 1.698 árboles tipo procedentes de las parcelas de producción del antiguo I.F.I.E., concluyendo que las mejores para pino silvestre eran la «fórmula ponderada de variable combinada»:

$$V = a + b \cdot DN^2 \cdot HT + c \cdot (DN^2 \cdot HT)^2$$

(que recomendaba especialmente para masas homogéneas formadas por pies que no superasen el metro cúbico de volumen), y la «fórmula australiana»:

$$V = a + b \cdot HT + c \cdot DN^2 + d \cdot DN^2 \cdot HT$$

El ajuste para los árboles tipo utilizados en el presente trabajo, ha dado lugar a los siguientes valores de los coeficientes:

$$V = 6,3172 + 0,0362 \cdot DN^2 \cdot HT + 2,6777 \cdot 10^{-9} \cdot (DN^2 \cdot HT)^2$$

$$V = 39,2091 - 0,0157 \cdot DN^2 - 2,1329 \cdot HT + 0,0374 \cdot DN^2 \cdot HT$$

con un mismo valor de  $R^2 = 0,9762$  para ambos.

Se da el caso, para las dos ecuaciones, de que todos los coeficientes que no corresponden al término  $DN^2 \cdot HT$  han resultado no significativos (al 95% de probabilidad),



por lo que ambas adquieren una expresión muy similar a la alométrica. Este hecho permite elegir como ecuación de cubicación al modelo alométrico, lo que también se apoya en su mayor valor del coeficiente de determinación múltiple, y en sus residuos de menor cuantía y más aleatoriamente repartidos.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los árboles tipo usados para calcular los coeficientes poseen todos el carácter de inventariables (pies que sobrepasan los 20 cm de diámetro normal). Sin embargo, en las parcelas establecidas para este trabajo se han medido todos los pies con diámetro normal igual o superior a 5 cm. Por este motivo, y aunque el volumen que aportan representa una parte muy pequeña del total, es necesario conocer el error que se comete al aplicar la ecuación elegida a tales pies menores. Para ello, se han utilizado los árboles sobre los que se realizó el análisis de tronco, eligiendo aquellos que poseen un diámetro normal inferior a 20 cm. Dichos errores, junto a los calculados para el resto de las clases diamétricas, aparecen en el Anexo III.

### **Ecuaciones de crecimiento corriente y de porcentaje de corteza**

Se han obtenido ecuaciones para el cálculo del crecimiento corriente anual y del porcentaje de corteza. Ambos parámetros resultan de gran interés; el primero sirve para contrastar los valores reales de las parcelas con los obtenidos en las tablas, mientras que el segundo permite estimar el verdadero volumen aprovechable.



*El porcentaje de corteza adquiere importancia económica al disminuir el valor del aprovechamiento. Este porcentaje varía entre el 15-20% para las masas jóvenes, y entre el 7-12% para las adultas. Parcela V23 de 136 años, 22,9 m de altura dominante y un porcentaje de corteza del 11,72%*



Se ha preferido calcular ecuaciones de porcentaje de corteza en vez de volumen sin corteza, ya que con ello, como señalan MARTÍNEZ MILLÁN y cols. (1993), se evita que las funciones ajustadas por mínimos cuadrados, para los volúmenes con y sin corteza, presenten anomalías al aplicarse en los valores extremos de las variables independientes.

La ecuación utilizada en ambos casos, siguiendo de nuevo las recomendaciones de los autores anteriores, ha sido la alométrica de tres entradas:

$$Y = a \cdot DN^b \cdot HT^c \cdot X^d$$

donde: Y = variable dependiente.  
 DN = diámetro normal con corteza (cm).  
 HT = altura total (m).  
 X = tercera variable independiente.  
 a, b, c y d = coeficientes.

Las variables dependientes Y son:

IV = crecimiento corriente anual del volumen del fuste sin corteza (dm<sup>3</sup>).  
 PC = porcentaje (%) de corteza del volumen aprovechable.

y sus respectivas variables independientes X:

ID = crecimiento diametral anual sin corteza (mm).  
 EC = espesor radial de corteza (mm).

Para el ajuste se utilizó el modelo linealizado mediante el uso de logaritmos neperianos:

$$\ln(Y) = \ln(a) + b \cdot \ln(DN) + c \cdot \ln(HT) + d \cdot \ln(X)$$

Las ecuaciones resultantes, junto con sus correspondientes coeficientes de determinación múltiple (R<sup>2</sup>), han sido las siguientes:

$$IV = 0,0120 \cdot DN^{1,1197} \cdot HT^{0,9152} \cdot ID^{0,5083} \quad R^2 = 0,8726$$

$$PC = 76,4504 \cdot DN^{-0,6177} \cdot HT^{-0,6149} \cdot EC^{0,6757} \quad R^2 = 0,6437$$

Al igual que en el caso anterior, se han calculado los errores que se cometen con la aplicación de estas ecuaciones para las diferentes clases diamétricas, que aparecen en el Anexo III.

## 7. CALCULO DE VALORES MEDIOS Y EXISTENCIAS DE LAS PARCELAS

### Determinación de la edad media

La estimación de la edad de las parcelas se ha realizado promediando los cinco valores medidos dentro de la muestra de árboles tipo de cada una de ellas, redondeando al número entero más próximo. Como las edades se sondearon a 0,30 m de altura, para ob-

tener su verdadera cuantía ha sido necesario sumar a cada media un número de años que representara el tiempo transcurrido hasta alcanzar la altura del tocón.

Para determinar tal cifra se ha recurrido a la muestra de pies sobre los que se ha aplicado el análisis de tronco. En estos árboles se había medido el número de anillos a 0,30 m de altura y a ras del suelo, obteniendo que la diferencia entre ambos era, en general, de 5 años. De esta manera, la media de las edades medidas se ha aumentado, en todos los casos, en 5 años.

La edad asignada a cada parcela, así como un resumen del resto de valores medios de las masas, se muestran en el Anexo II.

### **Determinación de la altura y diámetro dominantes**

Se ha adoptado el criterio de definir la altura dominante como la media aritmética de las alturas totales de los 100 pies más gruesos por hectárea (criterio de Assmann). Para su cálculo se ha medido una muestra de árboles dominantes en cada parcela, en las que se han promediado las alturas dominantes y sus correspondientes diámetros.



*Parcela V55. Masa de 150 años, 26,6 m de altura dominante y 464 pies por Ha*



## **Cálculo del número de pies**

Se ha calculado el número de pies por hectárea de cada parcela, total y por clases diamétricas. Estas se han definido con una amplitud de 5 cm, conteniendo la primera árboles con un diámetro normal con corteza entre 5 y 10 cm, y siendo su marca de clase 7,5 cm. De esta manera, se han establecido 14 clases diamétricas (7,5 a 72,5), incluyendo en la última todos los pies con diámetro normal igual o superior a los 70 cm con corteza.

No se han contabilizado ni los pies secos ni los tocones, pero se ha obtenido la distribución diamétrica por separado para los pies que se marcaron como extraíbles en una hipotética clara baja (masa extraída), para los que quedarían tras dicha clara (masa principal después de la clara) y para el total (masa principal antes de la clara). Los valores correspondientes a la masa extraída y a la principal después de la clara (para el número de pies y el resto de parámetros que se calcula a continuación), se han utilizado para comprobar la veracidad de las tablas.

## **Cálculo del área basimétrica**

Se ha calculado el área basimétrica ( $G$ , en  $m^2/Ha$ ) total y por clases diamétricas para cada parcela, distinguiendo entre la correspondiente a la masa extraída, y a la masa principal antes y después de la clara.

En todos los casos, se ha calculado como el sumatorio del área basimétrica de cada uno de los pies correspondientes. Tampoco se han incluido los pies secos ni los tocones, puesto que no se habían considerado para el número de pies.

## **Diámetro medio cuadrático**

Se ha calculado a partir de la fórmula:

$$Dg = \sqrt{\sum d_i^2 / N}$$

donde  $d_i$  es el diámetro normal con corteza de cada uno de los pies, y  $N$  es el número total de los mismos.

Al igual que se hiciera con el número de pies y el área basimétrica, se ha calculado un diámetro medio cuadrático para la masa total, para la extraíble y para la masa principal después de la clara simulada. De la misma manera, no se han incluido los pies secos ni los tocones.

## **Alturas medias**

La altura media de la masa se ha calculado como la media aritmética de las alturas totales de los 20 pies de la muestra de árboles tipo medida en cada parcela.



## Cálculo del volumen aprovechable. Tarifas de cubicación por calidades

Se ha aplicado a la muestra de 20 árboles tipo medidos en cada una de las parcelas semipermanentes la ecuación de cubicación seleccionada en el capítulo anterior (ver «Ecuaciones de cubicación»), obteniendo de esta forma el volumen del fuste con corteza (10 cm en punta delgada) para cada uno de ellos.

Los árboles tipo se han agrupado según la calidad asignada a cada parcela (ver «Asignación de calidad a las parcelas»), con el fin de ajustar una tarifa de volumen en función del diámetro para cada clase de calidad. Los árboles que pertenecían a parcelas de calidad inferior a 17, o superior a 29, no se han utilizado para estos ajustes.

Se ensayaron en un principio los modelos:

$$V = a + b \cdot DN^2$$

$$V = a \cdot DN^b$$

pero se comprobó que, a pesar de los elevados valores de sus coeficientes de determinación múltiple, se producían distorsiones en los extremos de las distribuciones diamétricas. Por ese motivo, se eligió la ecuación siguiente, que incorpora un primer término en DN:

$$V = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

donde:  $V$  = volumen del fuste (10 cm en punta delgada) con corteza ( $dm^3$ ).

$DN$  = diámetro normal con corteza (cm).

$a, b$  y  $c$  = coeficientes.

puesto que además de sus elevados valores de  $R^2$ , los errores cometidos para los extremos son mucho menores.

En la Tabla 24 se muestran los valores de los coeficientes de las tarifas de cubicación para cada variable independiente y por calidades, junto con sus correspondientes coeficientes de determinación múltiple. En el Anexo IV se incluyen los valores medios estimados por estas tarifas, por clases diamétricas y calidades, así como sus errores.

Estas tarifas se han aplicado a las distribuciones diamétricas de las parcelas, según la calidad a la que pertenecieran. De esta manera se han obtenido, sumando los volúmenes de cada uno de los pies, las existencias totales (que se han transformado a  $m^3/Ha$ ) de las parcelas.

Tabla 24

### VALORES DE LOS COEFICIENTES Y DE $R^2$ PARA LAS TARIFAS DE CUBICACION DEL FUSTE (10 cm EN PUNTA DELGADA) CON CORTEZA, POR CALIDADES

$$V = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

CALIDAD	a	b	c	$R^2$
17	41,7156	-10,0581	0,8897	0,9713
20	68,8793	-14,0749	1,0757	0,9657
23	67,8966	-14,2486	1,1322	0,9784
26	127,7500	-21,9266	1,3900	0,9786
29	180,3488	-29,8955	1,5840	0,9891

Como en los casos anteriores, se ha calculado el volumen total, el extraíble y el de la masa principal después de la supuesta clara. No se han incluido los pies secos ni los tocones.

### Cálculo del crecimiento corriente anual. Tarifas por calidades

Para aplicar la ecuación de crecimiento corriente elegida (ver «Ecuaciones de crecimiento corriente y de porcentaje de corteza») a la muestra de árboles tipo de las parcelas, se ha calculado previamente el incremento diametral anual de cada uno de ellos, a partir de los crecimientos radiales obtenidos con barrena Pressler a 1,30 m.

Agrupando posteriormente los árboles tipo según la calidad de cada parcela (ver «Asignación de calidad a las parcelas»), se han construido tarifas de crecimiento corriente para las distintas calidades, utilizando el mismo modelo polinómico elegido para las de cubicación:

$$IV = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

donde: IV = crecimiento corriente anual del fuste (10 cm en punta delgada) sin corteza (dm<sup>3</sup>).

DN = diámetro normal con corteza (cm).

a, b y c = coeficientes.

La Tabla 25 contiene los valores de los coeficientes de las tarifas para cada calidad, y en el Anexo IV se han incluido los crecimientos medios estimados para cada clase diamétrica y calidad, así como sus errores.

Tabla 25

#### VALORES DE LOS COEFICIENTES Y DE R<sup>2</sup> PARA LAS TARIFAS DE CRECIMIENTO CORRIENTE ANUAL SIN CORTEZA, POR CALIDADES

$$IV = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

CALIDAD	a	b	c	R <sup>2</sup>
17	0,0408 (*)	0,0920	0,0055	0,8311
20	-3,5532	0,3847	0,0019 (*)	0,7481
23	-1,4897	0,2435	0,0059	0,8097
26	-0,4879 (*)	0,1771	0,0072	0,8196
29	-0,9161 (*)	0,2380	0,0058	0,8838

(\*) Coeficientes no significativos al 95%.

Aplicando a cada parcela la tarifa correspondiente (según su calidad), se ha estimado el crecimiento corriente anual del volumen aprovechable sin corteza (m<sup>3</sup>/Ha), obtenido como suma de los crecimientos individuales de todos los pies de cada parcela. Tampoco aquí se han incluido los árboles secos ni los tocones.

## Cálculo del porcentaje de corteza. Tarifas por calidades

Se ha seguido un proceso similar al utilizado para la construcción de las anteriores tarifas. Antes de aplicar la ecuación de porcentaje de corteza (ver «Ecuaciones de crecimiento corriente y de porcentaje de corteza») a los 20 árboles tipo de las parcelas, ha sido necesario calcular previamente sus espesores radiales de corteza, que se han obtenido como la media aritmética de las tres mediciones realizadas en cada pie.

Igual que en los dos casos anteriores, agrupando los árboles tipo por calidades en función de las parcelas a que pertenecen (ver «Asignación de calidad a las parcelas»), se han realizado regresiones del porcentaje de corteza frente al diámetro, utilizando de nuevo el modelo polinómico:

$$PC = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

donde: PC = porcentaje de corteza del volumen aprovechable.  
DN = diámetro normal con corteza (cm).  
a, b y c = coeficientes.

Los resultados se muestran en la Tabla 26, en la que se puede apreciar como los coeficientes de determinación múltiple son los más bajos de todas las tarifas construidas. Los valores medios del porcentaje de corteza estimada, por clases diamétricas y calidades, se relacionan en el Anexo IV, junto a los errores correspondientes.

Dependiendo de su calidad, se ha utilizado la tarifa correspondiente en cada parcela, que se ha aplicado a todos los pies medidos en las mismas. Su promedio se ha considerado como un valor general del porcentaje de corteza de la parcela.

Tabla 26

### VALORES DE LOS COEFICIENTES Y DE R<sup>2</sup> PARA LAS TARIFAS DE PORCENTAJE DE CORTEZA, POR CALIDADES

$$PC = a + b \cdot DN + c \cdot DN^2$$

CALIDAD	a	b	c	R <sup>2</sup>
17	27,3853	-0,8037	0,0097	0,7337
20	16,0275	-0,1465	0,0001 (*)	0,2755
23	18,8364	-0,4046	0,0046	0,4153
26	20,8000	-0,5473	0,0061	0,5624
29	18,3655	-0,2412	0,0010 (*)	0,4822

(\*) Coeficientes no significativos al 95%.

## 8. RELACIONES FUNDAMENTALES

### Datos utilizados

Los datos de partida para el estudio de las relaciones fundamentales son algunos de los valores medios de las variables de masa de cada una de las parcelas semipermanentes, todos los cuales aparecen en el Anexo II. Tales valores son:



- Edad (t), en años.
- Altura dominante ( $H_0$ ), en metros.
- Índice de calidad ( $I_c$ ), o altura dominante, en decámetros, para la edad típica de 10 décadas.
- Altura media ( $H_m$ ), en metros.
- Diámetro medio cuadrático de la masa total (Dg), en centímetros.
- Número total de pies por hectárea (N).
- Area basimétrica total (G), en  $m^2/Ha$ .
- Volumen total del fuste (V) para 10 cm en punta delgada con corteza ( $m^3/Ha$ ).

### Primera relación fundamental: $H_0 = f(t)$

Se utiliza para relacionar la edad (t) con el resto de variables, a través de la altura dominante ( $H_0$ ). Debería, por tanto, ser la expresión adoptada para las curvas de calidad. Sin embargo, y tal como se desprende de lo indicado en el apartado correspondiente (ver «Modelo de calidad de la estación adoptado: ajuste de la ecuación de Richards a las calidades extremas»), no existe una expresión única de tal relación, debido a la forma en que se han construido dichas curvas de calidad. Las ecuaciones de las dos clases extremas son:

$$\begin{aligned} \text{Calidad 17:} & \quad H_0 = 1,9962 \cdot (1 - e^{-0,2642 \cdot t})^{1/0,4600} \\ \text{Calidad 29:} & \quad H_0 = 3,1827 \cdot (1 - e^{-0,3431 \cdot t})^{1/0,3536} \end{aligned}$$

y las de las restantes calidades se obtienen a partir de la semisuma de éstas (para la Calidad 23) o de sus dos clases contiguas (para la 20 y la 26).

Esto no representa ningún obstáculo para la confección de unas tablas, puesto que la primera relación fundamental sirve para generar las alturas dominantes de cada edad y clase de calidad, valores que se presentan en la Tabla 22.

### Segunda relación fundamental: $H_m = f(H_0)$

La segunda ecuación relaciona las alturas medias ( $H_m$ ) con las dominantes ( $H_0$ ). El modelo más ampliamente utilizado es el lineal:

$$H_m = a + b \cdot H_0$$

que ajustado a los valores de las parcelas, por mínimos cuadrados, da lugar a:

$$H_m = -0,8920 + 0,9603 \cdot H_0 \quad R^2 = 0,9843$$

### Tercera relación fundamental: $N = f(H_0)$

Esta relación establece la evolución del número de pies por Ha en función de la altura dominante y, en ocasiones, de otras variables.

Se han probado numerosos modelos, como los logarítmicos:

$$\begin{aligned} \text{Ln}(N) &= a + b \cdot H_0 \\ \text{Ln}(N) &= a + b \cdot \text{Ln}(H_0) \end{aligned}$$

el utilizado por MADRIGAL y cols. (1992) en las tablas de producción para el haya en Navarra:

$$100/\sqrt{N} = a + b \cdot H_0^c$$

el usado en las tablas de pino silvestre en sus tres áreas principales de distribución en España (GARCÍA ABEJÓN, 1981; GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984; GARCÍA ABEJÓN y TELLA, 1986), que incluye también la altura media ( $H_m$ ) y la edad ( $t$ ):

$$\text{Log}(\sqrt{N}/H_0) = a + b \cdot \text{Log}(H_m^2 \cdot \sqrt{t})$$

o uno de los propuestos por PITA y MADRIGAL (1973), en el que interviene el índice de calidad ( $I_c$ ):

$$100/\sqrt{N} = a + b \cdot H_0 + c \cdot H_0 \cdot \sqrt{I_c}$$

Sin embargo, el modelo que mejor se ha ajustado a los datos reales de las parcelas, sin producir grandes distorsiones en las primeras edades o en las peores calidades, ha sido:

$$100/\sqrt{N} = a + b \cdot H_0 \cdot t^c$$

ecuación que no se había utilizado hasta ahora para relacionar el número de pies y la altura dominante, aunque en realidad es una generalización de la también propuesta por PITA y MADRIGAL (1973) para pino silvestre:

$$100/\sqrt{N} = a + b \cdot H_0 \cdot \sqrt{t}$$

La variable  $100/\sqrt{N}$  representa el espaciamiento medio, suponiendo que los árboles se distribuyen en marco real, y por tanto es una estimación de la distancia media entre pies.

El ajuste por regresión no lineal ha dado lugar a la siguiente ecuación de predicción:

$$100/\sqrt{N} = 0,5815 + 0,0106 \cdot H_0 \cdot t^{0,5424} \quad R^2 = 0,7939$$

#### Cuarta relación fundamental: $Dg = f(H_0, N)$

Intenta ligar el diámetro cuadrático medio,  $Dg$ , con la altura dominante  $H_0$  y el número de pies por  $Ha$ .

Se han ensayado dos modelos:

$$\begin{aligned} Dg &= a + b \cdot 100/\sqrt{N} + c \cdot H_0 \\ Dg &= a + b \cdot 100/N^c + d \cdot H_0 \end{aligned}$$

El primero es el clásico utilizado en las tres tablas de producción españolas para *Pinus sylvestris* (GARCÍA ABEJÓN, 1981; GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984; GARCÍA ABEJÓN y TELLA, 1986), que ya había sido propuesto por MADRIGAL y TOVAL (1975) para las tablas de *Pinus radiata* en el País Vasco.

El segundo es una generalización del anterior, que fue elegida para su uso en las tablas de producción de *Fagus sylvatica* en Navarra (MADRIGAL y cols., 1992).

En este trabajo, se ha encontrado que los diámetros obtenidos con el primero se ajustaban mejor a la realidad, lo que posiblemente esté relacionado con la inclusión en el mismo del término  $100/\sqrt{N}$  (representativo del espaciamiento entre pies).

La ecuación finalmente ajustada ha sido:

$$Dg = -3,7795 + 6,9369 \cdot 100/\sqrt{N} + 0,5549 \cdot H_0 \quad R^2 = 0,9589$$

A partir de los diámetros cuadráticos medios se puede calcular el área basimétrica como:

$$G = (\pi/40000) \cdot Dg^2 \cdot N$$

### Quinta relación fundamental: $V = f(G, H_0)$

Conocidos el área basimétrica y la altura dominante, se calcula la denominada función de masa, siendo el modelo de uso más generalizado:

$$V = a + b \cdot G \cdot H_0$$

Su ajuste por mínimos cuadrados ha dado lugar a la siguiente ecuación:

$$V = 75,9627 + 0,3990 \cdot G \cdot H_0 \quad R^2 = 0,9611$$

También se ha calculado esta relación sin término independiente, para su utilización en un caso concreto, obteniendo la ecuación:

$$V = 0,44365 \cdot G \cdot H_0 \quad R^2 = 0,9916$$

### Conclusión

En definitiva, las relaciones fundamentales que se van a utilizar para la confección de las tablas de este trabajo son:

Relación 1:  $H_0 = f(t)$

Curvas de calidad (valores de la Tabla 22)

Relación 2:  $H_m = f(H_0)$

$$H_m = -0,8920 + 0,9603 \cdot H_0$$

Relación 3:  $N = f(H_0, t)$

$$100/\sqrt{N} = 0,5815 + 0,0106 \cdot H_0 \cdot t^{0,5424}$$

Relación 4:  $Dg = f(H_0, N)$

$$Dg = -3,7795 + 6,9369 \cdot 100/\sqrt{N} + 0,5549 \cdot H_0$$

Relación 5:  $V = f(G, H_0)$

$$V = 75,9627 + 0,3990 \cdot G \cdot H_0$$

Relación 6:  $V = f(G, H_0)$

$$V = 0,44365 \cdot G \cdot H_0$$



## 9. CARACTERIZACION DE LAS MASAS

En este capítulo se van a calcular diversos parámetros que pretenden reflejar la selvicultura realizada en los montes estudiados. Debe considerarse, por lo tanto, como una caracterización de las masas por calidades y de la selvicultura media observada en ellas.

La disminución del número de pies que se presenta es la encontrada, obtenida a partir de las relaciones fundamentales calculadas con los datos de las parcelas semipermanentes. Tal disminución no corresponde en realidad a ninguna clara, ya que rara vez se han realizado en estos montes (salvo desde hace unos pocos años en Valsaín), por lo que la evolución de las masas que se adjunta podría estar basada en las pérdidas por mortalidad natural.



*La escasa ejecución de claras y cortas de mejora antes de las cortas de regeneración, ha permitido la existencia de masas como la inventariada en la parcela V65, que a los 167 años y con 23 m de altura posee 1.250 pies por Ha*

Los valores que se van a calcular corresponden a lo que en una tabla de producción se denomina masa principal antes de la clara, aunque siempre teniendo en cuenta que tales claras son ficticias. Por esa misma razón resulta absurdo construir unas tablas de producción completas en este caso, puesto que no existen ni una masa extraída, ni una masa principal después de la clara, y mucho menos una masa acumulada.

El proceso es, de todas formas, similar al del cálculo de dicha masa principal antes de la clara en una tabla, utilizando las relaciones fundamentales obtenidas anteriormente.

## **Edad**

Se han considerado edades de 10 en 10 años, a partir de los 20. Este período de 10 años es el habitualmente adoptado en las tablas de producción españolas, lo que puede permitir una cierta comparación.

Por otro lado, los valores correspondientes al límite inferior de 20 años deben admitirse con muchas precauciones, debido a ciertas distorsiones que se producen en el número de pies en las primeras edades, y por la inexactitud de las alturas dominantes en las mismas. Idénticas consideraciones hay que hacer para los parámetros a los 30 años en las peores calidades.

## **Altura dominante**

Las alturas dominantes utilizadas son las calculadas anteriormente (en m) por calidades para cada edad (Tabla 22), correspondientes a la Relación 1 (ver «Relaciones fundamentales»).

## **Altura media**

A partir de las alturas dominantes (en m) de cada calidad y edad, se ha utilizado la Relación 2 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$H_m = -0,8920 + 0,9603 \cdot H_o$$

con la que se obtienen las alturas medias (también en metros).

## **Número de pies**

Con las alturas dominantes de cada calidad y edad, más las propias edades, se entra en la Relación 3 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$100/\sqrt{N} = 0,5815 + 0,0106 \cdot H_o \cdot t^{0,5424}$$

que permite estimar los valores de  $100/\sqrt{N}$ , de donde se deducen los de N, número de pies por Ha.

Es preciso volver a recordar que la evolución del número de pies que aquí se calcula no corresponde en realidad a ninguna clara, sino que es una consecuencia de la evolución encontrada para las propias masas según calidades. En una tabla de producción se supondría incluida la mortalidad natural en el número de pies extraídos (diferencia entre el número de pies a una determinada edad y el correspondiente a 10 años después). Por este motivo, y en pura teoría, los de este capítulo podrían representar las pérdidas por mortalidad natural a lo largo del ciclo productivo (turno), sobre todo si se considerase el límite de intervención selvícola nula (ausencia total de claras).

### **Diámetro cuadrático medio**

Una vez conocidos N y  $H_0$ , se aplica la Relación 4 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$Dg = -3,7795 + 6,9369 \cdot 100/\sqrt{N} + 0,5549 \cdot H_0$$

con la que se obtienen los valores, en cm, del diámetro cuadrático medio.

### **Area basimétrica**

Con los diámetros cuadráticos medios (cm) y sus correspondientes número de pies por Ha, se calcula el área basimétrica (en  $m^2/Ha$ ):

$$G = (\pi/40000) \cdot Dg^2 \cdot N$$

### **Volumen**

Finalmente, los volúmenes se consiguen con la Relación 5 (ver «Relaciones fundamentales»), utilizando los valores de G y  $H_0$ :

$$V = 75,9627 + 0,3990 \cdot G \cdot H_0$$

donde V viene expresado en  $m^3/Ha$ .

### **Tablas de caracterización de las masas**

A continuación se presentan las cinco tablas de caracterización de las masas de *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama (Tablas 27, 28, 29, 30 y 31), que se corresponden con las calidades definidas anteriormente.



Tabla 27

## CARACTERIZACION DE LAS MASAS DE CALIDAD 17

EDAD (años)	ALTURA DOMINANTE (m)	N.º DE PIES/Ha	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO CUADRATICO MEDIO (cm)	AREA BASIMETRICA (m <sup>2</sup> /Ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /Ha)
20	(2,9)	(18.381)	(1,9)	(2,9)	(12,1)	(90,0)
30	5,4	11.230	4,3	5,8	29,7	140,0
40	7,9	6.935	6,7	8,9	43,5	213,0
50	10,2	4.541	8,9	12,2	52,9	291,1
60	12,1	3.216	10,7	15,2	58,1	356,5
70	13,8	2.387	12,4	18,1	61,3	413,3
80	15,1	1.881	13,6	20,6	62,7	453,5
90	16,2	1.534	14,7	22,9	63,3	485,1
100	17,0	1.301	15,4	24,9	63,3	505,2
110	17,7	1.124	16,1	26,7	63,1	521,5
120	18,2	995	16,6	28,3	62,6	530,8
130	18,6	894	17,0	29,7	62,1	536,9
140	18,9	814	17,3	31,0	61,5	540,0
150	19,1	751	17,4	32,1	60,9	540,1
160	19,3	696	17,6	33,2	60,3	540,6
170	19,5	647	17,8	34,3	59,8	541,4
180	19,6	608	17,9	35,2	59,3	539,5

Tabla 28

## CARACTERIZACION DE LAS MASAS DE CALIDAD 20

EDAD (años)	ALTURA DOMINANTE (m)	N.º DE PIES/Ha	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO CUADRATICO MEDIO (cm)	AREA BASIMETRICA (m <sup>2</sup> /Ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /Ha)
20	(3,3)	(17.353)	(2,3)	(3,3)	(14,8)	(95,4)
30	6,3	9.920	5,2	6,7	35,0	163,9
40	9,4	5.753	8,1	10,6	50,6	265,7
50	12,2	3.625	10,8	14,5	60,0	367,8
60	14,5	2.506	13,0	18,1	64,6	450,0
70	16,4	1.853	14,9	21,4	66,9	513,6
80	17,9	1.451	16,3	24,4	67,7	559,1
90	19,1	1.184	17,4	27,0	67,7	591,8
100	20,0	1.002	18,3	29,2	67,3	612,7
110	20,7	870	19,0	31,2	66,6	626,2
120	21,2	773	19,5	32,9	65,8	633,0
130	21,6	696	19,9	34,5	65,1	636,7
140	22,0	630	20,2	36,1	64,4	640,9
150	22,2	582	20,4	37,3	63,6	639,1
160	22,4	539	20,6	38,5	62,9	637,7
170	22,5	506	20,7	39,6	62,1	633,7
180	22,6	475	20,8	40,6	61,5	630,3

Tabla 29

## CARACTERIZACION DE LAS MASAS DE CALIDAD 23

EDAD (años)	ALTURA DOMINANTE (m)	N.º DE PIES/Ha	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO CUADRATICO MEDIO (cm)	AREA BASIMETRICA (m <sup>2</sup> /Ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /Ha)
20	(3,6)	(16.637)	(2,6)	(3,6)	(16,9)	(100,2)
30	7,3	8.717	6,1	7,7	40,6	194,2
40	10,9	4.850	9,6	12,2	57,0	323,7
50	14,2	2.961	12,7	16,8	66,0	450,0
60	16,9	2.007	15,3	21,1	70,1	548,4
70	19,0	1.480	17,4	24,8	71,5	617,8
80	20,7	1.153	19,0	28,1	71,7	668,1
90	22,0	942	20,2	31,0	71,2	701,2
100	23,0	796	21,2	33,6	70,4	722,5
110	23,7	693	21,9	35,7	69,5	732,9
120	24,3	613	22,4	37,7	68,5	740,3
130	24,7	553	22,8	39,4	67,5	741,4
140	25,0	505	23,1	40,9	66,6	739,9
150	25,2	467	23,3	42,3	65,6	736,0
160	25,4	433	23,5	43,6	64,8	732,7
170	25,5	406	23,6	44,8	64,0	727,0
180	25,6	382	23,7	45,9	63,2	722,0

Tabla 30

## CARACTERIZACION DE LAS MASAS DE CALIDAD 26

EDAD (años)	ALTURA DOMINANTE (m)	N.º DE PIES/Ha	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO CUADRATICO MEDIO (cm)	AREA BASIMETRICA (m <sup>2</sup> /Ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /Ha)
20	(4,0)	(15.751)	(2,9)	(4,0)	(19,8)	(107,6)
30	8,2	7.812	7,0	8,6	45,6	225,1
40	12,4	4.143	11,0	13,9	62,7	386,1
50	16,2	2.463	14,7	19,2	71,2	536,3
60	19,3	1.644	17,6	24,0	74,6	650,5
70	21,7	1.201	19,9	28,3	75,4	729,0
80	23,6	932	21,8	32,0	75,1	783,5
90	25,0	761	23,1	35,2	74,2	816,4
100	26,0	647	24,1	37,9	73,1	833,9
110	26,8	562	24,8	40,4	71,9	844,6
120	27,3	502	25,3	42,3	70,6	845,3
130	27,7	453	25,7	44,2	69,5	843,8
140	28,0	414	26,0	45,8	68,4	839,9
150	28,3	381	26,3	47,5	67,4	837,0
160	28,4	356	26,4	48,8	66,4	828,5
170	28,5	333	26,5	50,0	65,5	821,0
180	28,6	313	26,6	51,3	64,7	814,3

Tabla 31

## CARACTERIZACION DE LAS MASAS DE CALIDAD 29

EDAD (años)	ALTURA DOMINANTE (m)	N.º DE PIES/Ha	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO CUADRATICO MEDIO (cm)	AREA BASIMETRICA (m <sup>2</sup> /Ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /Ha)
20	(4,4)	(14.933)	(3,3)	(4,3)	(21,7)	(114,1)
30	9,1	7.040	7,8	9,5	50,3	258,6
40	13,9	3.581	12,5	15,5	67,8	452,0
50	18,2	2.082	16,6	21,5	75,7	626,0
60	21,6	1.381	19,9	26,9	78,3	751,0
70	24,3	1.000	22,4	31,6	78,6	838,4
80	26,4	774	24,5	35,8	77,9	896,7
90	27,9	632	25,9	39,3	76,7	929,3
100	29,0	536	27,0	42,3	75,2	946,6
110	29,8	467	27,7	44,8	73,8	953,7
120	30,4	415	28,3	47,1	72,5	954,8
130	30,8	376	28,7	49,1	71,2	950,4
140	31,1	344	29,0	50,9	69,9	943,9
150	31,3	318	29,2	52,5	68,8	935,4
160	31,5	295	29,4	54,1	67,8	928,1
170	31,6	277	29,5	55,5	66,8	918,7
180	31,6	262	29,5	56,6	65,9	907,2

## Comentarios

La peculiaridad más resaltable de las tablas anteriores es su excesiva densidad. Este hecho tiene que ver con la potencialidad de la estación, con el tipo de muestreo realizado y con la selvicultura que se ha seguido en estos montes.

No cabe duda que la zona estudiada reúne las condiciones adecuadas para una correcta vegetación de la especie. No en vano, Valsaín es uno de los más renombrados montes españoles por su alta calidad y elevadas densidades, que lo hacen comparable a muchos de los mejores pinares europeos de la especie.

Por otro lado, el muestreo para la medición de parcelas semipermanentes, como ya se comentó, ha buscado espesuras completas o excesivas, en un intento de aproximación a la evolución natural de las masas. De esta manera, la densidad que aparece en estas tablas es algo superior a la que realmente existe como media, por lo que no representa en su totalidad a la selvicultura que se aplica.

Además, se conoce la escasa intervención selvícola que se ha llevado a cabo en estos pinares, que lógicamente ha ayudado a mantener altas densidades al no realizarse sistemáticamente planes de claros y claras. Este hecho queda también reflejado en la enorme amplitud de las distribuciones diamétricas encontradas en las parcelas.

Por todas esas razones, no resulta extraño el elevado número de pies que aparece en las tablas de caracterización de las masas.

Otra cuestión es la posibilidad de que las mismas reflejen realmente una evolución que se asemeje a la natural de la especie, para lo cual el paso del número de pies de una edad a otra debería corresponder exclusivamente a la mortalidad natural. El punto



clave para dilucidar esta cuestión es la selvicultura extensiva realizada, de tal manera que gran parte de estas masas han sido poco influenciadas por el hombre antes de alcanzar unas dimensiones que favorecieran su aprovechamiento rentable. A partir de entonces sí aparecen muy frecuentemente las consecuencias, buenas o malas, de diversas cortas.

Una importante herramienta para conocer si las masas se encuentran cerca de su hipotético máximo límite biológico nos lo proporciona el Índice de REINEKE (1933), que sirve para realizar comparaciones efectivas entre densidades. Este autor encontró que para masas regulares de diferentes especies en densidad completa existe una constancia en la pendiente de la recta (en escala logarítmica):

$$\text{Log}(N) = a - 1,605 \cdot \text{Log}(D)$$

donde N es el número de pies por hectárea y D el diámetro promedio del rodal (diámetro del árbol de área basimétrica media). El valor de la pendiente común para todas las especies que estudió (con alguna escasa excepción) resultó ser  $-1,605$ . El parámetro «a», finalmente, corresponde al ajuste en elevación de la curva para cada especie. Esta recta de referencia, que pasa por el punto (N, D) más elevado en la representación gráfica logarítmica, representaría según Reineke la máxima densidad esperada para un diámetro promedio en particular. Por tanto, indicaría la evolución del número de pies frente al diámetro (y en definitiva con la edad) para una masa en su máxima densidad biológica.

Estas hipótesis de Reineke parecieron reforzarse a partir de la popular «Ley potencial del  $-3/2$  de autoaclareo» o «Ley de Yoda» (YODA y cols., 1963), que según BARRETO (1987) es una forma particular de la ecuación de Reineke. Sin embargo, ZEIDE (1987) demostró la inconsistencia de la regla de autoaclareo de Yoda.

En cualquier caso, el Índice de Reineke (Stand Density Index) constituye un excelente indicador para la comparación de densidades. Dicho índice se define como el número de árboles que tiene un rodal cuando su diámetro medio es de 25 cm (una vez realizadas las correspondientes transformaciones de unidades). De esta manera, todos los puntos de la anterior recta de referencia, es decir todos los pares de valores (N, D) que pertenecen a dicha recta, tendrían una misma densidad según el índice. Igualmente, mediante el uso de rectas paralelas a la de referencia, puede transformarse el número de árboles por hectárea, para cualquier D, por el correspondiente a los 25 cm con una densidad equivalente.

En nuestro caso, se ha ajustado la recta de Reineke a las parcelas semipermanentes, pero sin suponer fija la pendiente, con lo que se obtuvo la expresión:

$$\text{Log}(N) = 5,70249 - 1,83591 \cdot \text{Log}(D)$$

cuya pendiente es diferente a  $-1,605$ . Este hecho, sin embargo, no invalida las ideas de Reineke, puesto que siempre hay que contar con la existencia de un sesgo en los datos que se utilizan para ajustar su recta. En este caso concreto, podría deberse a que los rodales más jóvenes soportan un excesivo número de pies en comparación con los adultos, puesto que, como hemos indicado, no se suele actuar sobre las masas hasta que no son aprovechables.

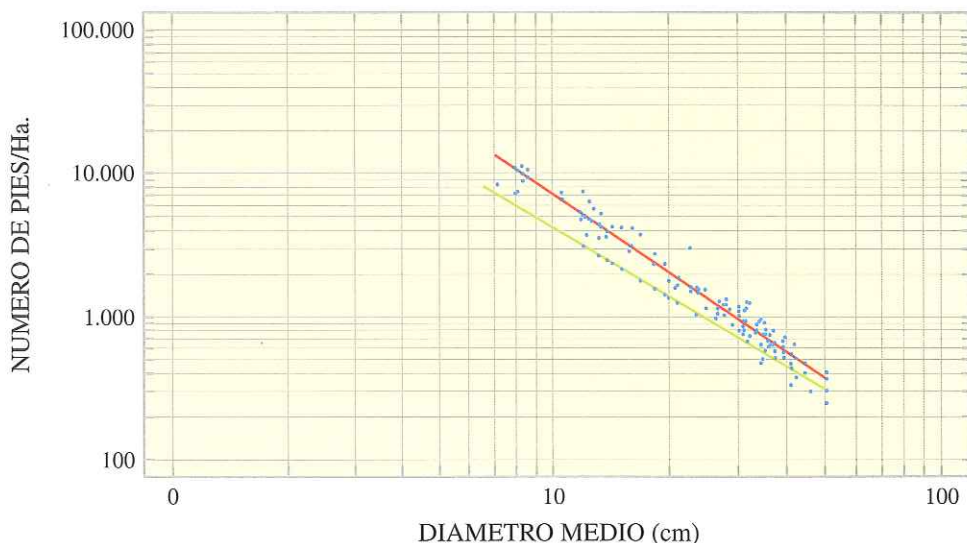
Para calcular el índice de densidad de las parcelas se introduce un diámetro de 25 cm en la fórmula anterior, obteniendo un valor de  $N = 1.368$  pies por hectárea. A la vista del dato anterior, resulta interesante destacar que DANIEL y cols. (1982), al comentar el tra-

bajo de REINEKE (1933), citen el índice de densidad de 1.000 pies por hectárea como un límite superior que casi nunca se supera (aunque ellos se refieren a especies norteamericanas).

En la Figura 37 se muestra, en escala logarítmica, la nube de puntos (N, D) de todas las parcelas semipermanentes de este trabajo, junto con la recta anterior obtenida a partir de ellas. Igualmente, se incluye en dicha figura la recta de Reineke que ORTEGA (1989) ajustó para las parcelas de producción permanentes del I.F.I.E.-I.N.I.A., también de *Pinus sylvestris*. Se puede apreciar claramente que los datos del presente trabajo representan mayores densidades en todos los casos.

Figura 37

COMPARACION DE LA RECTA DE REINEKE OBTENIDA A PARTIR DE LOS DATOS DE LAS PARCELAS (ROJO) CON LA CALCULADA POR ORTEGA EN 1989 (VERDE)



De todas maneras, si se admiten las hipótesis de Reineke, la máxima densidad esperada para las masas de *Pinus sylvestris* debería corresponder a una recta de pendiente igual a  $-1,605$  que pasara por el punto (N, D) de mayor densidad, de tal forma que dicha recta dejase por debajo al resto de los valores.

Descartando las parcelas V63 y V59 para representar el índice máximo de densidad (por pertenecer a calidades fuera del rango de este trabajo), se ha elegido la V25 como la más espesa de las restantes. Esta parcela tiene 6.374 pies por hectárea y un diámetro medio de 12,6 cm. Su edad, 51 años, y sus 12,6 m de altura dominante, la sitúan en la calidad 20. La recta de Reineke que pasa por ella es:

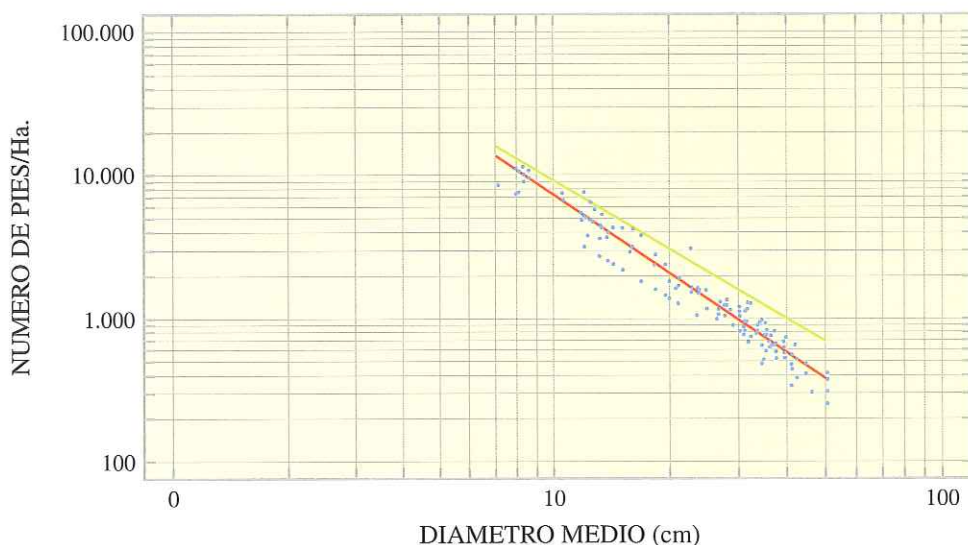
$$\text{Log}(N) = 5,57051 - 1,605 \cdot \text{Log}(D)$$

y su índice de densidad corresponde a 2.122 pies por hectárea. Este valor resulta muy elevado, sobre todo a la vista de los que aparecen en las tablas de caracterización de las masas, que ya se encuentran por encima de la realidad como se ha comentado anteriormente.

En la Figura 38 se ha representado la recta de Reineke ajustada para las parcelas, junto a la que correspondería a la densidad completa de la especie, pasando por la parcela V25 (máximo).

Figura 38

COMPARACION DE LA RECTA DE REINEKE PARA LA MAXIMA DENSIDAD ENCONTRADA (VERDE) CON LA OBTENIDA A PARTIR DE LOS DATOS DE LAS PARCELAS (ROJO)



Teniendo en cuenta todo lo anterior, pero con muchas precauciones, es posible suponer que las tablas de caracterización de las masas (o de selvicultura encontrada) asemejen una evolución no muy alejada de la natural. Es evidente, por tanto, la necesidad de proponer otra selvicultura para estos montes.

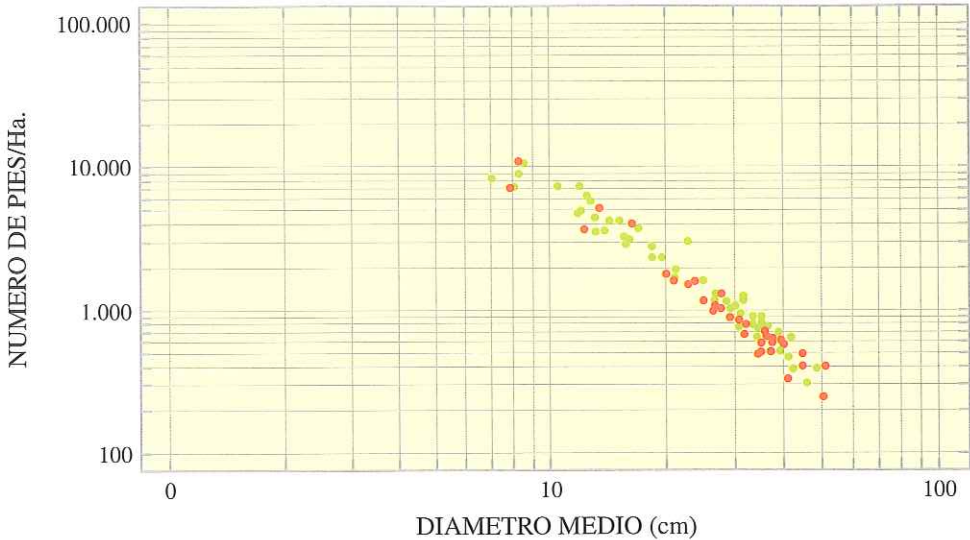
Para finalizar, es preciso realizar algún comentario acerca de las diferencias de densidad existentes entre las masas de Valsaín y las de Cercedilla y Navacerrada. Para ilustrarlo, se han representado en la Figura 39 los valores de las parcelas de cada monte.

Aunque, en general, las parcelas obtenidas en Valsaín son de una mayor densidad, existen algunas del grupo de montes de Cercedilla y Navacerrada igual de espesas en prácticamente todas las edades. De todas maneras, el conocimiento de estos montes permite asegurar que Valsaín posee rodales densos en mucha mayor proporción.



Figura 39

COMPARACION DE DENSIDADES ENTRE LAS PARCELAS  
MUESTREADAS EN VALSAIN (VERDE)  
Y LAS DE CERCEDILLA-NAVACERRADA (ROJO)



## 10. SELVICULTURA PROPUESTA

Las tablas de producción que se van a construir están basadas en los datos de las parcelas semipermanentes medidas para este trabajo y en los conocimientos sobre claras en masas naturales de *Pinus sylvestris*.

Se pueden calificar como tablas de selvicultura de referencia, pues presentan dos tratamientos alternativos, que permiten orientar y dirigir la gestión de los montes de la zona estudiada.

El modelo a elaborar en este trabajo se compone de dos partes diferenciadas: las relaciones fundamentales, y las relaciones selvícolas que se desprenden de las experiencias de claras. Estas últimas no se han utilizado nunca en España para construir tablas de producción.

Los parámetros selvícolas a determinar en función de las claras aplicadas a la especie son dos: el tipo de clara y su peso (número de pies extraídos).

La rotación de las mismas queda definida, en un principio, por el intervalo de 10 años que presentan las tablas, aunque entendiendo que a partir de una determinada edad no habría que realizar tales claras y se pasaría a las cortas diseminatorias, aclaratorias y finales.

### Tipo de claras

Se van a proponer dos alternativas dentro de los tratamientos definidos por ASSMANN (1970), y ensayados por el I.N.I.A. (antes I.F.I.E.) sobre *Pinus sylvestris* en diversas ex-

periencias desde hace unos 25 años (GÓMEZ LORANCA, 1985; MADRIGAL y cols., 1985; GÓMEZ LORANCA y MONTERO, 1989; GÓMEZ LORANCA y ROJO, 1993). Estos tratamientos son:

- Tratamiento A: Es el testigo, donde no se realiza clara a excepción de la extracción de pies secos o moribundos.
- Tratamiento C: Es una clara baja moderada, que incide sobre el estrato dominado. Se eliminan aquellos pies con escasa posibilidad de supervivencia, por lo que se centra en la parte inicial de la clasificación diamétrica.
- Tratamiento D: Corresponde a una clara baja fuerte, que actúa sobre el estrato dominado. En ocasiones se llega a claras mixtas moderadas.
- Tratamiento E: Son claras mixtas, de moderadas a fuertes, que inciden sobre los estratos dominado y codominante, afectando a veces a algún pie dominante.

De ellos, se van a utilizar el C y el E. La elección de este último se ha basado en la enorme igualdad encontrada entre las claras D y E en los trabajos antes citados. De esta manera, se gradúa la selvicultura propuesta en dos intensidades, una moderada (C) y otra fuerte (E), lo que permite elegir la más conveniente para cada caso.

Para todos los cálculos de este y el siguiente apartado, se ha utilizado la información proporcionada por la red de sitios de ensayo de claras en masas naturales de *Pinus sylvestris*, del Area de Selvicultura y Mejora Forestal del CIFOR-I.N.I.A. La instalación de dichas parcelas fue iniciada en 1968 por el I.F.I.E., y se ha mantenido hasta la actualidad, realizando un inventario cada cinco años y, generalmente, una clara cada diez. Hoy en día, se dispone de tres sitios de ensayos en masas naturales (de los doce instalados en masas de la especie). En varios de ellos se dispone de cinco inventarios y sus correspondientes claras, cubriendo un abanico de edades entre los 25 y los 65 años.

Los primeros resultados de algunas de esas experiencias, sobre masas naturales, ya han sido publicados (GÓMEZ LORANCA y MONTERO, 1989; MONTERO, 1992), y actualmente se cuenta con la información adicional de los últimos inventarios.

Para diferenciar los dos tipos de clara se ha elegido el coeficiente  $ve/v$ , cociente entre el volumen del árbol medio de la masa extraída en la clara ( $ve$ ) y el volumen del árbol medio antes de la clara ( $v$ ).

A partir de los valores de este coeficiente que se desprenden de los datos de las experiencias anteriores, es posible observar que los correspondientes a la clara E resultan mayores para una misma edad, lo que, como es lógico, supone que los pies extraídos en la misma poseen un volumen unitario mayor que los que se obtienen en una C.

Además, se ha constatado un progresivo aumento del coeficiente con la edad para un mismo tipo de clara. Esto indica que con una adecuada selvicultura se van acortando las diferencias entre los pies que van quedando en la masa. Es decir, los árboles son cada vez más parecidos, aumentando la uniformidad de la masa y disminuyendo la amplitud de su distribución diamétrica.

En definitiva, y con objeto de graduar adecuadamente la diferencia entre las dos claras, se han adoptado los valores que se muestran en la Tabla 32, en función tanto del tipo de clara como de la edad de la masa.

Estos valores no difieren en exceso de los que aparecen en otros trabajos. Así, BARTET y BOLLINET (1976) eligen un único valor medio del coeficiente (0,7) para picea, con el que caracterizan una clara mixta. Sin embargo, comentan la posibilidad de fijar un valor para claras a edades juveniles y otro para masas adultas.

Tabla 32

VALORES DEL COEFICIENTE  $v_e/v$  PARA LAS CLARAS «C» Y «E»  
EN FUNCION DE LA EDAD DE LA MASA

EDAD (años)	CLARA C	CLARA E
20-30	0,50	0,60
40-50	0,55	0,65
60-70	0,60	0,70
<70	0,65	0,75

El propio BARTET (1976), en su tabla de producción para picea en los Alpes, define la selvicultura media según los siguientes valores del coeficiente: 0,3 para la primera clara; 0,5 para la segunda; y 0,7 para todas las restantes.

### Peso de las claras

El peso de las claras propuestas se va a cuantificar en este trabajo a partir del número de pies por hectárea extraídos en cada intervención. Para ello, basta con fijar el número de árboles que habrá antes de la clara para cada edad de la tabla, cuyas diferencias representarán lo extraído (incluyendo la mortalidad natural).

Aunque el número de pies de la masa extraída no es un buen indicador del peso de la clara (sobre todo si se compara con el área basimétrica), su conjunción con los coeficientes  $v_e/v$  adoptados en el apartado anterior permite obtener el volumen total extraído en función del inicial, con lo que se caracteriza correctamente el peso de la clara.

Para calcular el número de pies antes de la clara que corresponde a los tratamientos C y E, se ha partido también de los valores obtenidos en las experiencias de claras. Con ellos se va a ajustar la misma ecuación utilizada para la tercera relación fundamental (ver «Relaciones fundamentales»), es decir:

$$100/\sqrt{N} = a + b \cdot H_0 \cdot t^c$$

donde: N = número de pies por hectárea.

$H_0$  = altura dominante (m).

t = edad (años).

a, b y c = coeficientes.

Al utilizar los valores de la masa principal antes de la clara, es posible añadir un dato más, que corresponde al número de pies que restan después de la última intervención que se ha efectuado en cada sitio de ensayo. Este valor será el encontrado antes de la próxima clara (otros diez años más tarde), salvo las pérdidas por mortalidad natural, que es presumible que no sean muy elevadas, pues ya se han eliminado la práctica totalidad de árboles dominados.

El valor de la altura dominante que tendrá la masa en ese último punto se ha estimado en función de la serie de datos del mismo parámetro para cada clara.



Se ha considerado que el número medio de pies que se obtenga de estos ajustes corresponde a la calidad 20, que es la que se puede atribuir a las parcelas de claras. La extensión del número de pies a las restantes calidades se realizará de forma proporcional al que poseen en su evolución sin claras, es decir a los que aparecen en las tablas de caracterización de las masas o de selvicultura encontrada.

Antes de realizar el ajuste de la ecuación anterior, ha parecido necesario y conveniente fijar el número de pies que deberían tener estas masas al final de su ciclo productivo en función del tipo de clara practicado, continuando así con la definición de la selvicultura propuesta para las tablas.

Suponiendo que el turno de *Pinus sylvestris* en el Sistema Central debe rondar los 140 años (MONTERO y cols., 1992a), es posible estimar un número final de algo menos de 200 pies por hectárea para las mejores estaciones, bajo el tratamiento E, a dicha edad. Así, según la forma comentada de extender el número de pies a las restantes calidades, se puede fijar esta cifra en 250 para la clase intermedia (23) y la clara E. Por otra parte, y después de varios tanteos para adecuar el punto final al resto de los valores de su curva, se ha aumentado hasta 350 el número de pies por hectárea para esa misma clase de calidad 23, pero con una clara C. Esto permite una diferenciación evidente entre la selvicultura moderada y la más intensa.

Resumiendo, el número de pies por hectárea (siempre aproximado) que se propone tengan las masas a los 140 años de edad para cada una de las clases de calidad, se ha calculado de forma proporcional al número de pies que poseían sin clara alguna (ver «Tablas de caracterización de las masas»), y a partir de los valores de 250 y 350 para las claras E y C, respectivamente, en calidad intermedia. Tales cifras se muestran en la siguiente Tabla 33.

Tabla 33

NUMERO APROXIMADO DE PIES POR HECTAREA A LOS 140 AÑOS DE EDAD SEGUN EL TIPO DE CLARA Y LA CLASE DE CALIDAD

CLASE DE CALIDAD	CLARA C	CLARA E
17	560	400
20	435	310
23	350	250
26	290	205
29	240	170

Los valores de esta tabla coinciden plenamente con el modelo propuesto por ABETZ (1971) para masas puras de *Pinus sylvestris* de buena calidad en el estado alemán de Baden-Wuttemberg. En él se seleccionan 200 árboles Z (de porvenir) por hectárea, que deben quedar aproximadamente a los 120 años de edad, tras un intenso plan de claras.

Con los datos procedentes de las experiencias de claras, y los correspondientes valores del número de pies a los 140 años para la clase de calidad 20 (a los que se ha asig-

nado una altura dominante de 22,0 m según las curvas de calidad), se han ajustado las curvas  $N = f(H_0, t)$ , para cada uno de los dos regímenes de claras, obteniendo las siguientes expresiones:

$$\begin{array}{ll} \text{Clara C:} & 100/\sqrt{N} = 0,2949 + 0,0653 \cdot H_0 \cdot t^{0,2301} & R^2 = 0,9851 \\ \text{Clara E:} & 100/\sqrt{N} = -1,1035 + 0,3476 \cdot H_0 \cdot t^{-0,0235} & R^2 = 0,9308 \end{array}$$

Los valores del número de pies por hectárea resultantes de estas ecuaciones sólo deberían ser válidos para el intervalo de edades que se ha utilizado para el ajuste; es decir, desde los 40 hasta los 140.

La tendencia asintótica que presenta el número de pies para edades superiores a esos 140 años, donde ya se producen muy pequeñas variaciones, permite admitir como correctos los datos que resultan de las curvas anteriores por encima de tal edad.

Sin embargo, resulta necesario realizar unos últimos supuestos para adecuar el número de pies a los 20 y 30 años, cuyos correspondientes valores a través de la ecuación anterior no son admisibles. Se ha considerado, entonces, que para cada clase de calidad el número de pies de partida de ambas claras a los 20 años debe ser el mismo; e igual al que poseían dichas calidades a los 30 años en lo que hemos supuesto evolución próxima a la natural en densidad completa de las masas (ver «Tablas de caracterización de las masas»).

Esto es posible si se aplican cuidados culturales al regenerado y posteriores clareos, con la intención de llevar las masas lo antes posible a su óptimo de densidad (según cada régimen de clara). Con estas labores, al igual que con las claras, se consigue «anticiparse a la naturaleza en su lucha por la existencia», que es una de las premisas básicas de la silvicultura. Para el correcto cumplimiento de la misma por las claras, será necesario que éstas comiencen en un número de pies adecuado, lo que sólo es posible si se han realizado antes limpias y clareos. En caso de no realizarse estas tareas selvícolas, la adecuación de las densidades tendrá que ser inevitablemente más lenta (con las consiguientes pérdidas en crecimiento diamétrico), por los riesgos (viento, nieve, etc.) que reportaría realizar algún tipo de intervención más intensa en un momento dado.

Los cuidados culturales al regenerado y los clareos son, por lo tanto, labores imprescindibles que se incluyen en la silvicultura propuesta para estos montes.

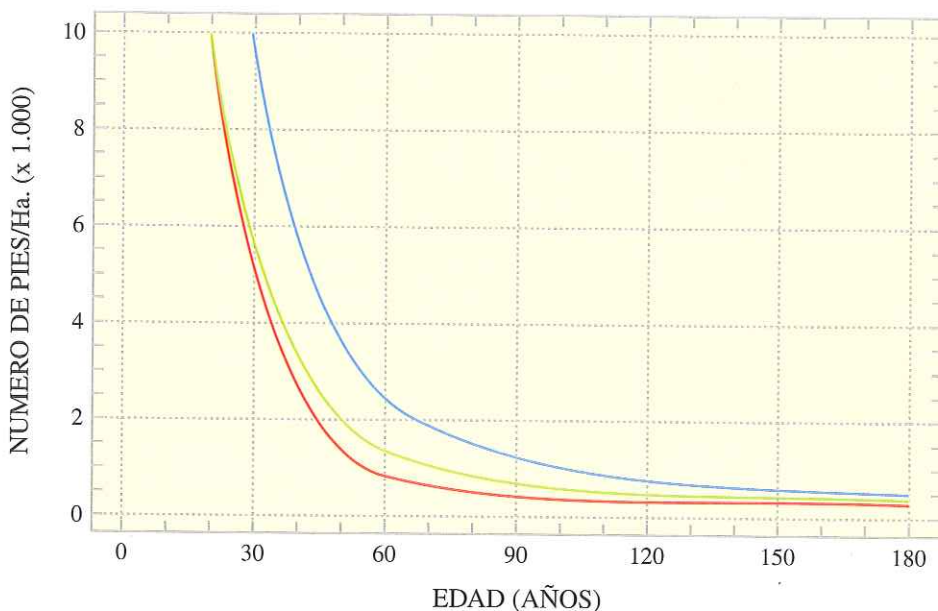
Falta realizar la conexión entre el número de pies a los 20 y a los 40 años de cada clara. Para ello, se ha supuesto finalmente que a los 20 años se extraen, en todos los casos, dos tercios de los pies que resultan como diferencia entre los que se han fijado a esa edad y los que se han obtenido por la curva para los 40 años. El otro tercio, como es lógico, representaría la extracción en el paso de los 30 a los 40 años.

En la Figura 40 se ha representado la evolución del número de pies con la edad que corresponde a las dos claras propuestas para la clase de calidad 20, y su comparación con la disminución de pies que presentan las masas de esa calidad actualmente, sin clara alguna.

La extensión de estos valores del número de pies de la clase de calidad 20 al resto de las mismas (para los dos regímenes de claras), se ha realizado, como ya se comentó, de forma proporcional al número de individuos que tienen las masas medias de las diferentes calidades cuando no se interviene selvícolamente en ellas (ver «Tablas de caracterización de las masas»).

Figura 40

EVOLUCION DEL NUMERO DE PIES POR HECTAREA  
CON LAS CLARAS «E» (ROJO), «C» (VERDE) Y SIN CLARA (AZUL),  
PARA LA CLASE DE CALIDAD 20



## 11. TABLAS DE SELVICULTURA DE REFERENCIA

A partir de las relaciones fundamentales y de las correspondientes a la selvicultura propuesta, se van a calcular dos tablas de producción de selvicultura de referencia (para cada una de las cinco clases de calidad), indicativas de los regímenes moderado (clara C) y fuerte (clara E).

El proceso de cálculo es el mismo para esos dos tratamientos.

### Edad y altura dominante

Se han mantenido la rotación de 10 años y el intervalo de edades (20-180 años) que aparecían en las tablas de caracterización de las masas.

Las alturas dominantes son, lógicamente, las mismas que presentaban dichas tablas de caracterización de las masas.

A los 20 años deben haberse realizado ya limpiezas y/o claros en las masas de las mejores calidades, y al menos deben comenzarse en las peores. De cualquier manera, es preciso tomar los datos que se presentan para esa edad con cierta precaución, sobre todo por que el intervalo de validez de las curvas de calidad se estableció entre los 30 y los 180 años.



## Masa principal antes de la clara

Para cada edad, dentro de su calidad y tipo de clara, se ha tomado el número de pies por hectárea (N) calculado anteriormente (ver «Peso de las claras»), introduciendo de esta manera la primera variable selvícola.

Hay que hacer notar que, para una misma clase de calidad, los dos tipos de clara parten de idéntico número de pies a los 20 años.

A partir del número de pies por hectárea (N) y de las alturas dominantes ( $H_0$ ) en metros, y utilizando la Relación 4 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$Dg = -3,7795 + 6,9369 \cdot 100/\sqrt{N} + 0,5549 \cdot H_0$$

se han obtenido los diámetros cuadráticos medios de la masa principal antes de la clara ( $Dg$ ), en centímetros. Los diámetros que aparecen entre paréntesis en las tablas (para los 20 y, en ocasiones, los 30 años) se han estimado a partir de los de mayores edades, cuando la ecuación anterior daba lugar a valores claramente inadmisibles.

Utilizando los  $Dg$ , se han calculado las correspondientes áreas basimétricas (G), en  $m^2/Ha$ :

$$G = (\pi/40000) \cdot Dg^2 \cdot N$$

El uso de la Relación 5 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$V = 75,9627 + 0,3990 \cdot G \cdot H_0$$

ha permitido estimar el volumen (V) antes de la clara (en  $m^3/Ha$ ).

Finalmente, se ha obtenido el volumen medio del árbol de la masa principal antes de la clara,  $v$ , en  $m^3$ . Para ello se ha dividido V (volumen total por hectárea antes de la clara) entre el número de pies por hectárea:

$$v = V/N$$

## Masa extraída

El número de pies extraídos ( $Ne$ ) a una determinada edad se estima tradicionalmente como la diferencia entre el número de pies antes de la clara a dicha edad y el correspondiente a 10 años después. De esta manera se dota a la tabla de una continuidad numérica. Se considera que la mortalidad natural va incluida en esos pies extraídos.

Aplicando a cada clara y clase de edad los coeficientes  $ve/v$  (volumen del árbol medio extraído en la clara, dividido por el volumen del árbol medio antes de la clara) que les corresponden según la Tabla 32, se estima el  $ve$  para cada caso. Así, se introduce la segunda relación selvícola de las tablas.

Multiplicando  $ve$  por  $Ne$  se obtiene el volumen total extraído en la clara ( $Ve$ ), en  $m^3/Ha$ :

$$Ve = ve \cdot Ne$$

A partir de estos valores, y utilizando la Relación 6 (ver «Relaciones fundamentales»):

$$Ve = 0,44365 \cdot Ge \cdot H_0$$

se calcula el área basimétrica extraída en la clara ( $Ge$ ), en  $m^2/Ha$ :

$$Ge = Ve/0,44365 \cdot H_0$$

y con ellas los correspondientes diámetros cuadráticos medios de la masa extraída (Dge), en cm, despejando de la ecuación:

$$Ge = (\pi/40000) \cdot Dge^2 \cdot Ne$$

es decir:

$$Dge = \sqrt{Ge \cdot 40000/\pi \cdot Ne}$$

Posteriormente, se ha calculado el volumen extraído acumulado (Ve-acum), también en m<sup>3</sup>/Ha, como la suma entre Ve y todos los volúmenes obtenidos en las anteriores claras:

$$Ve\text{-acum}(t) = Ve(t) + \Sigma Ve$$

### Masa total

Aunque los parámetros de la masa principal después de la clara no se reflejan en las tablas (salvo el diámetro, son la diferencia entre sus valores antes de la clara y los extraídos en ella), es preciso calcular el volumen que resta tras la corta (Vd) como paso previo a la determinación del volumen de la masa total (Vt).

Por tanto, se obtiene Vd (m<sup>3</sup>/Ha) a partir de:

$$Vd = V - Ve$$

Entonces, la producción total en volumen (Vt) que se presenta en la tabla correspondiente, para una determinada edad, a la suma entre ese volumen después de la clara a dicha edad (Vd) y los volúmenes acumulados (Ve-acum) hasta esa edad:

$$Vt = Vd + Ve\text{-acum} \quad (m^3/Ha)$$

### Crecimientos de la masa total

Se ha calculado el crecimiento medio anual en volumen de la masa total para una determinada edad t, como:

$$CRMED(t) = Vt(t)/t$$

dando sus valores en m<sup>3</sup>/Ha y año.

El crecimiento corriente anual, también para una edad t, se ha obtenido a partir de la relación:

$$CRCORR(t) = [Vt(t) - Vt(t - 10)]/10$$

y viene expresado en m<sup>3</sup>/Ha y año.

### Tablas de producción de selvicultura de referencia

A continuación se presentan las tablas de producción de selvicultura de referencia para *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama, para las cinco clases de calidad construidas y para los dos regímenes de claras que se proponen: moderado (tratamiento C) y fuerte (tratamiento E).

TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN MODERADO DE CLARAS (TRATAMIENTO C); CALIDAD 17

EDAD (años)	ALT. DOMIN. (m)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA					MASA EXTRAIDA					MASA TOTAL			EDAD (años)		
		N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)		CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	2,9	11.230	1,9	4,4	-	-	-	4.799	(4,2)	-	-	-	-	-	-	-	20
30	5,4	6.431	4,3	7,9	31,3	0,022	143,3	2.400	7,6	11,0	0,011	26,4	26,4	143,3	4,78	-	30
40	7,9	4.031	6,7	11,5	42,1	0,052	208,6	1.567	10,1	12,5	0,028	43,9	70,3	235,1	5,88	9,17	40
50	10,2	2.464	8,9	15,9	48,6	0,111	274,0	734	13,1	9,9	0,061	44,8	115,1	344,3	6,89	10,92	50
60	12,1	1.730	10,7	19,6	52,3	0,190	328,3	425	16,4	9,0	0,114	48,5	163,6	443,4	7,39	9,92	60
70	13,8	1.305	12,4	23,1	54,6	0,289	376,6	246	19,0	7,0	0,173	42,6	206,2	540,2	7,72	9,68	70
80	15,1	1.059	13,6	25,9	55,9	0,390	412,5	165	21,9	6,2	0,253	41,7	247,9	618,7	7,73	7,84	80
90	16,2	894	14,7	28,4	56,7	0,495	442,3	108	23,9	4,8	0,322	34,8	282,7	690,2	7,67	7,15	90
100	17,0	786	15,4	30,4	57,0	0,589	462,9	81	25,4	4,1	0,383	31,0	313,7	745,5	7,46	5,53	100
110	17,7	705	16,1	32,2	57,3	0,682	480,6	58	26,8	3,3	0,443	25,7	339,4	794,3	7,22	4,88	110
120	18,2	647	16,6	33,6	57,3	0,761	492,3	45	27,9	2,8	0,495	22,3	361,7	831,8	6,93	3,75	120
130	18,6	602	17,0	34,8	57,3	0,833	501,3	35	28,9	2,3	0,541	18,9	380,6	862,9	6,64	3,11	130
140	18,9	567	17,3	35,8	57,2	0,895	507,3	26	29,7	1,8	0,582	15,1	395,7	887,9	6,34	2,50	140
150	19,1	541	17,4	36,6	57,1	0,944	510,8	24	30,4	1,7	0,614	14,7	410,4	906,4	6,04	1,85	150
160	19,3	517	17,6	37,4	56,9	0,995	514,2	22	31,0	1,7	0,647	14,2	424,6	924,6	5,78	1,82	160
170	19,5	495	17,8	38,2	56,8	1,046	517,8	16	31,6	1,3	0,680	10,9	435,5	942,4	5,54	1,78	170
180	19,6	479	17,9	38,8	56,6	1,083	518,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180



TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
 REGIMEN MODERADO DE CLARAS (TRATAMIENTO C); CALIDAD 20

EDAD (años)	ALT. DOMIN. (m)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA					MASA EXTRAIDA					MASA TOTAL			EDAD (años)	
		N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)		CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	3,3	9,920	2,3	5,0	19,6	0,010	101,8	4,384	(4,6)	-	-	-	101,8	5,09	-	20
30	6,3	5,336	5,2	9,0	35,5	0,030	165,3	2,192	8,3	11,8	0,015	32,9	32,9	5,51	6,35	30
40	9,4	3,344	8,1	13,4	47,4	0,076	253,7	1,377	11,3	13,9	0,042	57,8	90,7	7,16	12,13	40
50	12,2	1,967	10,8	18,6	53,6	0,171	337,0	619	14,9	10,8	0,094	58,2	148,9	8,55	14,12	50
60	14,5	1,348	13,0	23,2	56,8	0,300	404,5	335	18,9	9,4	0,180	60,3	209,2	9,22	12,57	60
70	16,4	1,013	14,9	27,1	58,5	0,453	458,8	196	21,8	7,3	0,272	53,3	262,5	9,54	11,45	70
80	17,9	817	16,3	30,4	59,4	0,612	500,1	127	25,3	6,4	0,398	50,5	313,0	9,53	9,46	80
90	19,1	690	17,4	33,2	59,8	0,771	531,9	84	27,4	5,0	0,501	42,1	355,1	9,39	8,24	90
100	20,0	606	18,3	35,5	60,0	0,915	554,6	60	29,2	4,0	0,595	35,7	390,8	9,10	6,47	100
110	20,7	546	19,0	37,4	60,0	1,046	571,2	43	30,7	3,2	0,680	29,2	420,0	8,75	5,23	110
120	21,2	503	19,5	38,9	59,8	1,157	582,0	34	31,9	2,7	0,752	25,6	445,6	8,35	4,01	120
130	21,6	469	19,9	40,2	59,6	1,258	590,0	30	33,0	2,6	0,818	24,5	470,1	7,97	3,35	130
140	22,0	439	20,2	41,5	59,5	1,362	598,1	20	34,0	1,8	0,886	17,7	487,8	7,63	3,27	140
150	22,2	419	20,4	42,4	59,2	1,434	600,7	19	34,7	1,8	0,932	17,7	505,5	7,26	2,03	150
160	22,4	400	20,6	43,3	59,0	1,508	603,2	13	35,4	1,3	0,980	12,7	518,2	6,93	2,02	160
170	22,5	387	20,7	44,0	58,8	1,559	603,5	13	36,0	1,3	1,014	13,2	531,4	6,60	1,30	170
180	22,6	374	20,8	44,6	58,5	1,614	603,6	-	-	-	-	-	-	-	-	180

TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN MODERADO DE CLARAS (TRATAMIENTO C); CALIDAD 23

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA								MASA EXTRAIDA						MASA TOTAL		
	ALT. DOMIN. (m)	N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	EDAD (años)
20	3,6	8.717	2,6	5,6	21,8	0,012	107,3	3.932	(4,8)	-	-	-	-	107,3	5,37	-	20
30	7,3	4.785	6,1	10,3	39,9	0,040	192,1	1.966	8,9	12,1	0,020	39,3	39,3	192,1	6,40	8,47	30
40	10,9	2.819	9,6	15,3	52,1	0,107	302,4	1.212	12,5	14,8	0,059	71,5	110,8	341,7	8,54	14,96	40
50	14,2	1.607	12,7	21,4	57,8	0,251	403,6	527	16,7	11,5	0,138	72,7	183,5	514,4	10,29	17,27	50
60	16,9	1.080	15,3	26,7	60,5	0,448	483,9	271	21,4	9,7	0,269	72,9	256,4	667,4	11,12	15,31	60
70	19,0	809	17,4	31,2	61,7	0,672	543,4	160	24,7	7,6	0,403	64,5	320,9	799,8	11,43	13,24	70
80	20,7	649	19,0	34,9	62,2	0,909	589,8	100	28,6	6,4	0,591	59,1	380,0	910,7	11,38	11,09	80
90	22,0	549	20,2	38,0	62,4	1,136	623,5	68	31,0	5,1	0,738	50,2	430,2	1.003,5	11,15	9,28	90
100	23,0	481	21,2	40,6	62,3	1,347	647,8	46	33,0	3,9	0,875	40,3	470,5	1.078,0	10,78	7,45	100
110	23,7	435	21,9	42,6	62,1	1,524	663,1	36	34,6	3,4	0,991	35,7	506,2	1.133,0	10,31	5,56	110
120	24,3	399	22,4	44,4	61,9	1,694	675,8	26	36,1	2,7	1,101	28,6	534,8	1.182,0	9,85	4,83	120
130	24,7	373	22,8	45,8	61,6	1,830	682,8	21	37,2	2,3	1,190	25,0	559,8	1.217,6	9,37	3,56	130
140	25,0	352	23,1	47,1	61,2	1,951	686,9	16	38,2	1,8	1,268	20,3	580,1	1.246,7	8,90	2,91	140
150	25,2	336	23,3	48,0	60,9	2,049	688,5	14	38,9	1,7	1,332	18,6	598,7	1.268,6	8,46	2,19	150
160	25,4	322	23,5	49,0	60,7	2,145	690,7	11	39,7	1,4	1,394	15,3	614,0	1.289,3	8,06	2,07	160
170	25,5	311	23,6	49,7	60,3	2,219	690,0	11	40,3	1,4	1,442	15,9	629,9	1.304,0	7,67	1,47	170
180	25,6	300	23,7	50,5	60,0	2,297	689,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180



TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
 REGIMEN MODERADO DE CLARAS (TRATAMIENTO C); CALIDAD 26

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA					MASA EXTRAIDA					MASA TOTAL			EDAD (años)		
	ALT. DOMIN. (m)	N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)		CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	4,0	7,812	2,9	6,3	24,3	0,015	114,7	(5,2)	14,2	0,007	25,2	25,2	114,7	5,73	-	20
30	8,2	4,209	7,0	11,5	43,4	0,052	218,1	9,5	12,9	0,026	46,8	72,0	243,3	8,11	12,86	30
40	12,4	2,408	11,0	17,2	56,2	0,147	354,0	13,7	15,8	0,081	86,8	158,8	426,0	10,65	18,28	40
50	16,2	1,337	14,7	24,2	61,4	0,354	472,9	18,6	12,3	0,195	88,3	247,1	631,6	12,63	20,56	50
60	19,3	884	17,6	30,3	63,6	0,640	565,6	23,9	10,2	0,384	87,2	334,3	812,7	13,55	18,11	60
70	21,7	657	19,9	35,3	64,4	0,964	633,5	27,7	7,9	0,579	76,4	410,7	967,8	13,83	15,50	70
80	23,6	525	21,8	39,6	64,6	1,304	684,6	32,1	6,6	0,848	68,7	479,4	1,095,3	13,69	12,75	80
90	25,0	444	23,1	43,0	64,5	1,621	719,6	34,8	5,0	1,053	55,8	535,2	1,198,9	13,32	10,37	90
100	26,0	391	24,1	45,7	64,2	1,898	742,2	36,9	4,2	1,234	48,1	583,3	1,277,3	12,77	7,84	100
110	26,8	352	24,8	48,1	63,9	2,156	758,9	38,7	3,1	1,401	36,4	619,7	1,342,2	12,20	6,49	110
120	27,3	326	25,3	49,8	63,5	2,354	767,3	40,1	2,7	1,530	32,1	651,8	1,387,0	11,56	4,48	120
130	27,7	305	25,7	51,3	63,1	2,535	773,0	41,3	2,1	1,647	26,4	678,2	1,424,9	10,96	3,79	130
140	28,0	289	26,0	52,6	62,7	2,687	776,6	42,3	2,1	1,747	26,2	704,4	1,454,8	10,39	2,99	140
150	28,3	274	26,3	53,8	62,4	2,847	780,1	43,3	1,5	1,851	18,5	722,9	1,484,5	9,90	2,97	150
160	28,4	264	26,4	54,7	62,0	2,948	778,3	44,0	1,4	1,916	17,2	740,1	1,501,1	9,38	1,66	160
170	28,5	255	26,5	55,5	61,6	3,047	776,9	44,7	1,3	1,980	15,8	755,9	1,516,9	8,92	1,58	170
180	28,6	247	26,6	56,2	61,3	3,141	775,9	-	-	-	-	-	-	-	-	180



TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN MODERADO DE CLARAS (TRATAMIENTO C); CALIDAD 29

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA				MASA EXTRAIDA				MASA TOTAL			EDAD (años)				
	ALT. DOMIN. (m)	N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )		VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	4,4	7,040	3,3	6,9	26,6	0,017	122,6	3,306	(5,6)	15,2	0,009	29,8	29,8	122,6	6,13	-
30	9,1	3,734	7,8	12,6	46,7	0,066	245,6	1,653	10,2	13,5	0,033	54,5	84,3	275,4	9,18	15,27
40	13,9	2,081	12,5	19,1	59,9	0,196	408,0	951	14,9	16,7	0,108	102,7	187,0	492,3	12,31	21,70
50	18,2	1,130	16,6	27,0	64,5	0,482	544,3	387	20,4	12,7	0,265	102,6	289,6	731,3	14,63	23,90
60	21,6	743	19,9	33,7	66,1	0,869	645,6	196	26,3	10,7	0,521	102,1	391,7	935,2	15,59	20,39
70	24,3	547	22,4	39,4	66,6	1,319	721,4	112	30,6	8,2	0,791	88,6	480,3	1.113,1	15,90	17,79
80	26,4	435	24,5	44,1	66,5	1,786	776,8	67	35,5	6,6	1,161	77,8	558,1	1.257,1	15,71	14,40
90	27,9	368	25,9	47,9	66,2	2,209	813,1	44	38,4	5,1	1,436	63,2	621,3	1.371,2	15,24	11,41
100	29,0	324	27,0	50,9	65,8	2,584	837,3	31	40,8	4,0	1,680	52,1	673,4	1.458,7	14,59	8,75
110	29,8	293	27,7	53,3	65,3	2,910	852,8	23	42,7	3,3	1,892	43,5	716,9	1.526,2	13,87	6,75
120	30,4	270	28,3	55,3	64,9	3,195	862,7	17	44,3	2,6	2,077	35,3	752,2	1.579,6	13,16	5,35
130	30,8	253	28,7	56,9	64,4	3,428	867,2	13	45,6	2,1	2,228	29,0	781,2	1.619,5	12,46	3,98
140	31,1	240	29,0	58,3	64,0	3,624	869,8	11	46,6	1,9	2,356	25,9	807,1	1.650,9	11,79	3,15
150	31,3	229	29,2	59,4	63,5	3,796	869,3	10	47,6	1,8	2,467	24,7	831,8	1.676,4	11,18	2,55
160	31,5	219	29,4	60,6	63,1	3,969	869,2	7	48,5	1,3	2,580	18,1	849,9	1.701,0	10,63	2,46
170	31,6	212	29,5	61,4	62,8	4,091	867,4	6	49,1	1,1	2,659	16,0	865,9	1.717,3	10,10	1,63
180	31,6	206	29,5	62,1	62,4	4,186	862,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-



TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
 REGIMEN FUERTE DE CLARAS (TRATAMIENTO E); CALIDAD 20

EDAD (años)	ALT. DOMIN. (m)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA					MASA EXTRAIDA					MASA TOTAL			EDAD (años)	
		N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)		CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	3,3	9,920	2,3	5,0	19,6	0,010	101,8	4,752	(4,9)	-	-	-	101,8	5,09	-	20
30	6,3	5,168	5,2	9,4	35,6	0,032	165,5	2,376	9,3	16,2	0,019	45,1	165,4	5,51	6,36	30
40	9,4	2,792	8,1	14,6	46,5	0,090	250,4	1,484	13,3	20,6	0,058	86,1	295,6	7,39	13,01	40
50	12,2	1,308	10,8	22,2	50,5	0,246	321,8	480	19,4	14,2	0,160	76,8	453,0	9,06	15,74	50
60	14,5	828	13,0	28,4	52,4	0,458	378,9	220	25,2	10,9	0,320	70,4	278,4	9,78	13,39	60
70	16,4	608	14,9	33,5	53,4	0,700	425,7	116	29,3	7,8	0,490	56,8	335,2	10,06	11,72	70
80	17,9	492	16,3	37,4	54,1	0,940	462,6	70	33,6	6,2	0,705	49,4	384,6	9,97	9,38	80
90	19,1	422	17,4	40,6	54,6	1,166	492,1	43	36,3	4,4	0,875	37,6	422,2	9,74	7,88	90
100	20,0	379	18,3	43,0	54,9	1,357	514,2	28	38,2	3,2	1,017	28,5	450,7	9,36	5,98	100
110	20,7	351	19,0	44,7	55,2	1,514	531,6	18	39,7	2,2	1,136	20,4	471,1	8,93	4,58	110
120	21,2	333	19,5	46,0	55,3	1,634	544,1	13	40,7	1,7	1,225	15,9	487,0	8,46	3,29	120
130	21,6	320	19,9	47,0	55,5	1,732	554,1	13	41,5	1,8	1,299	16,9	503,9	8,01	2,60	130
140	22,0	307	20,2	48,0	55,6	1,837	564,0	5	42,4	0,7	1,378	6,9	510,8	7,63	2,68	140
150	22,2	302	20,4	48,5	55,7	1,885	569,3	5	42,8	0,7	1,414	7,1	517,9	7,20	1,22	150
160	22,4	297	20,6	48,9	55,8	1,934	574,5	3	43,1	0,4	1,451	4,4	522,3	6,83	1,24	160
170	22,5	294	20,7	49,2	55,8	1,963	577,0	2	43,3	0,3	1,472	2,9	525,2	6,47	0,68	170
180	22,6	292	20,8	49,4	55,9	1,985	579,7	-	-	-	-	-	-	-	-	180



TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN FUERTE DE CLARAS (TRATAMIENTO E); CALIDAD 23

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA				MASA EXTRAIDA						MASA TOTAL			EDAD (años)			
	ALTU- RA DOMIN. (m)	N° DE PIES/ Ha	ALTU- RA MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N° DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)		VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	3,6	8.717	2,6	5,6	21,8	0,012	107,3	4.243	(5,3)	18,6	0,007	29,7	29,7	107,3	5,37	-	20
30	7,3	4.474	6,1	10,6	39,8	0,043	191,9	2.121	10,1	17,0	0,026	55,1	84,8	221,5	7,38	11,42	30
40	10,9	2.353	9,6	16,6	50,7	0,126	296,6	1.285	14,7	21,8	0,082	105,4	190,2	381,5	9,54	15,99	40
50	14,2	1.068	12,7	25,3	53,8	0,357	380,8	404	21,7	14,9	0,232	93,7	283,9	571,0	11,42	18,95	50
60	16,9	664	15,3	32,5	55,1	0,674	447,8	178	28,3	11,2	0,472	84,0	367,9	731,7	12,20	16,07	60
70	19,0	486	17,4	38,2	55,8	1,027	498,9	95	33,0	8,1	0,719	68,3	436,2	866,8	12,38	13,51	70
80	20,7	391	19,0	42,8	56,2	1,382	540,3	56	37,9	6,3	1,036	58,0	494,2	976,5	12,21	10,97	80
90	22,0	335	20,2	46,3	56,5	1,706	571,7	34	40,9	4,5	1,280	43,5	537,7	1.065,9	11,84	8,93	90
100	23,0	301	21,2	49,0	56,7	1,981	596,2	21	43,0	3,1	1,485	31,2	568,9	1.133,9	11,34	6,80	100
110	23,7	280	21,9	50,8	56,8	2,190	613,2	16	44,6	2,5	1,643	26,3	595,2	1.182,1	10,75	4,82	110
120	24,3	264	22,4	52,4	56,9	2,378	627,9	10	45,9	1,7	1,784	17,8	613,0	1.223,1	10,19	4,10	120
130	24,7	254	22,8	53,5	57,0	2,511	637,7	8	46,8	1,4	1,883	15,1	628,1	1.250,7	9,62	2,77	130
140	25,0	246	23,1	54,3	57,0	2,621	644,7	4	47,5	0,7	1,965	7,9	636,0	1.272,8	9,09	2,21	140
150	25,2	242	23,3	54,8	57,1	2,685	649,8	4	47,9	0,7	2,014	8,1	644,1	1.285,8	8,57	1,30	150
160	25,4	238	23,5	55,3	57,1	2,752	654,9	2	48,3	0,4	2,064	4,1	648,2	1.298,9	8,12	1,31	160
170	25,5	236	23,6	55,5	57,1	2,786	657,4	1	48,5	0,2	2,089	2,1	650,3	1.305,6	7,68	0,67	170
180	25,6	235	23,7	55,7	57,2	2,810	660,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180

TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN FUERTE DE CLARAS (TRATAMIENTO E); CALIDAD 26

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA				MASA EXTRAIDA				MASA TOTAL			EDAD (años)						
	ALT. DOMIN. (m)	N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )		VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	
20	4,0	7.812	2,9	6,3	24,3	0,015	114,7	3.868	(5,7)	19,6	0,009	34,8	34,8	34,8	114,7	5,73	—	20
30	8,2	3.944	7,0	11,8	43,3	0,055	217,5	1.934	10,7	17,5	0,033	63,8	98,6	98,6	252,3	8,41	13,76	30
40	12,4	2.010	11,0	18,6	54,5	0,172	345,4	1.121	16,1	22,8	0,112	125,6	224,2	224,2	444,1	11,10	19,18	40
50	16,2	889	14,7	28,5	56,6	0,497	441,9	346	23,9	15,5	0,323	111,8	336,0	336,0	666,2	13,32	22,21	50
60	19,3	543	17,6	36,7	57,4	0,954	518,3	149	31,5	11,6	0,668	99,5	435,5	435,5	854,2	14,24	18,81	60
70	21,7	394	19,9	43,2	57,8	1,462	576,2	78	36,8	8,3	1,024	79,9	515,4	515,4	1.011,7	14,45	15,75	70
80	23,6	316	21,8	48,3	58,0	1,969	622,1	45	42,4	6,3	1,476	66,4	581,8	581,8	1.137,4	14,22	12,57	80
90	25,0	271	23,1	52,2	58,1	2,418	655,2	26	45,6	4,3	1,813	47,1	628,9	628,9	1.236,9	13,74	9,95	90
100	26,0	245	24,1	55,0	58,1	2,772	679,1	18	47,9	3,2	2,079	37,4	666,3	666,3	1.307,9	13,08	7,10	100
110	26,8	227	24,8	57,1	58,2	3,076	698,3	11	49,7	2,1	2,307	25,4	691,7	691,7	1.364,6	12,41	5,67	110
120	27,3	216	25,3	58,6	58,2	3,286	709,9	8	50,9	1,6	2,465	19,7	711,4	711,4	1.401,5	11,68	3,69	120
130	27,7	208	25,7	59,7	58,2	3,458	719,3	6	51,8	1,3	2,593	15,6	727,0	727,0	1.430,7	11,01	2,92	130
140	28,0	202	26,0	60,6	58,2	3,595	726,1	5	52,6	1,1	2,696	13,5	740,5	740,5	1.453,1	10,38	2,25	140
150	28,3	197	26,3	61,3	58,2	3,723	733,5	2	53,2	0,4	2,792	5,6	746,1	746,1	1.474,0	9,83	2,09	150
160	28,4	195	26,4	61,7	58,2	3,773	735,7	1	53,5	0,2	2,830	2,8	748,9	748,9	1.481,8	9,26	0,78	160
170	28,5	194	26,5	61,8	58,3	3,807	738,5	1	53,6	0,2	2,855	2,9	751,8	751,8	1.487,5	8,75	0,57	170
180	28,6	193	26,6	62,0	58,3	3,841	741,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180

TABLA DE PRODUCCION PARA *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE GUADARRAMA  
REGIMEN FUERTE DE CLARAS (TRATAMIENTO E); CALIDAD 29

EDAD (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA					MASA EXTRAIDA					MASA TOTAL			EDAD (años)			
	ALT. DOMIN. (m)	N.º DE PIES/ Ha	ALT. MEDIA (m)	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	N.º DE PIES/ Ha	DIAM. CUAD. MEDIO (cm)	AREA BASIM. (m <sup>2</sup> /Ha)	VOL. ARBOL MEDIO (m <sup>3</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> /Ha)		VOL. (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)	CREC. CORR. ANUAL (m <sup>3</sup> /Ha)
20	4,4	7,040	3,3	6,9	26,6	0,017	122,6	3,535	(6,1)	18,1	0,010	35,4	35,4	122,6	6,13	-	20
30	9,1	3,505	7,8	13,0	46,4	0,070	244,6	1,767	11,5	18,4	0,042	74,2	109,6	279,9	9,33	15,73	30
40	13,9	1,738	12,5	20,6	57,8	0,228	396,4	987	17,5	23,7	0,148	146,1	255,7	506,0	12,65	22,61	40
50	18,2	751	16,6	31,6	59,0	0,672	504,6	295	26,3	16,0	0,437	128,9	384,6	760,2	15,20	25,42	50
60	21,6	456	19,9	40,7	59,3	1,287	587,0	128	34,6	12,0	0,901	115,3	499,9	971,6	16,19	21,14	60
70	24,3	328	22,4	48,0	59,4	1,987	651,6	66	40,5	8,5	1,391	91,8	591,7	1.151,5	16,45	17,99	70
80	26,4	262	24,5	53,7	59,4	2,678	701,6	37	46,7	6,3	2,008	74,3	666,0	1.293,3	16,17	14,18	80
90	27,9	225	25,9	57,9	59,3	3,274	736,6	22	50,3	4,4	2,455	54,0	720,0	1.402,5	15,58	10,92	90
100	29,0	203	27,0	61,0	59,3	3,756	762,4	15	52,8	3,3	2,817	42,3	762,3	1.482,5	14,82	7,99	100
110	29,8	188	27,7	63,3	59,3	4,152	780,5	9	54,8	2,1	3,114	28,0	790,3	1.542,8	14,03	6,03	110
120	30,4	179	28,3	64,9	59,3	4,442	795,1	6	56,1	1,5	3,331	20,0	810,3	1.585,4	13,21	4,26	120
130	30,8	173	28,7	66,1	59,3	4,650	804,5	5	57,0	1,3	3,488	17,4	827,7	1.614,7	12,42	2,93	130
140	31,1	168	29,0	67,0	59,2	4,827	810,9	3	57,8	0,8	3,620	10,9	838,6	1.638,6	11,70	2,39	140
150	31,3	165	29,2	67,6	59,2	4,942	815,4	3	58,3	0,8	3,706	11,1	849,7	1.654,0	11,03	1,53	150
160	31,5	162	29,4	68,2	59,2	5,060	819,8	1	58,8	0,3	3,795	3,8	853,5	1.669,5	10,43	1,55	160
170	31,6	161	29,5	68,4	59,2	5,108	822,4	0	0,0	0,0	3,831	0,0	853,5	1.675,9	9,86	0,64	170
180	31,6	161	29,5	68,4	59,2	5,108	822,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180



## 12. COMENTARIOS A LAS TABLAS DE SELVICULTURA DE REFERENCIA

### Utilización práctica de las tablas de producción

#### *Clasificación de la clase de calidad de un rodal o una masa*

La clasificación de la calidad de un determinado rodal, o de una masa, es necesaria para elegir la tabla que corresponde aplicar en cada caso.

Para ello, es preciso determinar la edad y la altura dominante de la masa en cuestión.

Cuando la edad de la masa es desconocida, el método más correcto de estimarla es realizar un sondeo con barrena de Pressler, a la altura del tocón (0,30 m), en cuatro o cinco árboles.

Si los valores que se obtienen del conteo de anillos en cada árbol difieren entre sí más de 30-40 años (lo que supondría que se trata de una masa que ni siquiera es semirregular), se considera que las tablas no se pueden aplicar correctamente, por la propia definición de las mismas.

En caso contrario, se calcula la media del número de anillos de esos cuatro o cinco pies, a la que habrá que añadir 5 años, como cifra estimada de la edad necesaria para alcanzar la altura del tocón (ver «Determinación de la edad media»).

La altura dominante se puede calcular como la media de las alturas totales de otros cuatro o cinco pies del rodal, esta vez con aspecto de dominantes.

Con estos valores medios, edad (en años) y altura dominante (en metros), y utilizando la Figura 29 o la Tabla 21, se determina la clase de calidad de la masa y la tabla que es preciso aplicar.

Este método sirve también para clasificar las unidades de inventario (rodales o cantones) según calidades de la estación.

#### *Estimación de volúmenes y crecimientos*

Para el correcto uso de las tablas de producción es preciso recordar que éstas representan a unas masas ideales, con los árboles repartidos homogéneamente en toda la superficie, y sin huecos ni rasos (en función de las parcelas que se han utilizado para su construcción).

Las masas reales distan mucho de poseer tales características en toda su extensión; en especial, sus densidades suelen ser mucho menores. Por esta razón, los datos de las tablas no son directamente aplicables a ellas.

Sin embargo, es posible obtener estimaciones de los volúmenes y de los crecimientos de una masa real. Para ello, una vez determinada la edad y la calidad del rodal o de la masa en cuestión y, por tanto, la tabla que debe utilizarse (como se ha visto en el apartado anterior), se aplica a los valores de la tabla correspondiente un factor corrector, que suele ser:

$$f = \text{área basimétrica real} / \text{área basimétrica de la tabla}$$

Este factor es denominado «grado de densidad» por PARDE y BOUCHON (1987). Si no se conoce previamente el área basimétrica real, se puede estimar utilizando el relascopeo de Bitterlich.

Conocidas la edad y calidad de la masa, y calculando el factor de corrección, se puede estimar directamente su volumen y crecimiento, multiplicando los valores que aparecen en la tabla por el factor anterior.

Los volúmenes que se obtienen con este sistema representan una buena referencia de las existencias, pero únicamente sirven para realizar comparaciones entre masas o valoraciones, y nunca deben sustituir al inventario (MADRIGAL y cols., 1992).

Respecto a los crecimientos estimados a partir de las tablas, es importante señalar la posibilidad de que sean distintos a los que se obtienen directamente al aplicar el factor de corrección (f) que corresponda utilizar en función de la densidad. En este sentido, KRAMER y AKÇA (1987, cit. en PARDE y BOUCHON, 1987) han estudiado los factores de reducción del crecimiento corriente anual para distintos grados de densidad (o factores de corrección, f), en distintas especies. En la Tabla 34 se reproducen los correspondientes a pino silvestre. Como puede observarse, tales valores no son exactamente iguales al factor de corrección obtenido por cociente de las áreas basimétricas.

Tabla 34

FACTORES DE REDUCCION DEL CRECIMIENTO CORRIENTE ANUAL  
EN FUNCION DEL GRADO DE DENSIDAD, PARA PINO SILVESTRE  
(KRAMER Y AKÇA, 1987)

GRADO DE DENSIDAD	FACTOR DE REDUCCION DEL CREC. CORR. ANUAL
1,0	1,00
0,9	0,95
0,8	0,90
0,7	0,85
0,6	0,75
0,5	0,65
0,4	0,55
0,3	0,40
0,2	0,30
0,1	0,15

### Cuantificación del peso de las claras propuestas en las tablas mediante el índice de Hart-Becking

Resulta interesante realizar una cuantificación del peso de las claras propuestas en las tablas de producción, a partir del índice de Hart-Becking, para su comparación con los valores encontrados en las masas (ver «Tablas de caracterización de las masas»).

El índice de Hart-Becking es un indicador que expresa el espaciamiento medio entre los pies de una masa en porcentaje de altura dominante. Si se considera una distribución a marco real, el índice tiene por expresión:

$$p = 10.000 / (H_0 \cdot \sqrt{N})$$

donde:  $H_0$  = altura dominante (m).

$N$  = número de pies por hectárea.

En la Tabla 35 se muestran estos valores para las distintas clases de calidad según el tipo de clara, y desde los 40 hasta los 120 años, puesto que después de esa edad (e incluso antes) ya no deberían realizarse claras.

Se puede observar en ella que los regímenes de claras C (moderado) y E (fuerte) se diferencian en aproximadamente 5 puntos del índice de Hart-Becking.

Tabla 35

INDICES DE HART-BECKING (%) ENCONTRADOS EN LAS MASAS  
Y CALCULADOS PARA LOS TRATAMIENTOS PROPUESTOS  
(ANTES DE LA CLARA)

CLASE DE CALIDAD	TIPO DE CLARA	CLASE DE EDAD								
		40	50	60	70	80	90	100	110	120
17	S	-	14,6	14,6	14,8	15,3	15,8	16,3	16,9	17,4
	C	-	19,8	19,9	20,1	20,4	20,7	21,0	21,3	21,6
	E	21,8	24,2	25,4	25,9	26,2	26,4	26,5	26,5	26,6
20	S	-	13,6	13,8	14,2	14,7	15,2	15,8	16,4	17,0
	C	18,4	18,5	18,8	19,2	19,6	19,9	20,3	20,7	21,0
	E	20,1	22,7	24,0	24,7	25,2	25,5	25,7	25,8	25,9
23	S	-	12,9	13,2	13,7	14,2	14,8	15,4	16,0	16,6
	C	17,3	17,6	18,0	18,5	19,0	19,4	19,8	20,2	20,6
	E	18,9	21,6	23,0	23,9	24,4	24,8	25,1	25,2	25,3
26	S	-	12,4	12,8	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7	16,4
	C	16,4	16,9	17,4	18,0	18,5	19,0	19,5	19,9	20,3
	E	18,0	20,7	22,2	23,2	23,8	24,3	24,6	24,8	24,9
29	S	12,0	12,0	12,5	13,0	13,6	14,3	14,9	15,5	16,1
	C	15,8	16,4	17,0	17,6	18,2	18,7	19,2	19,6	20,0
	E	17,3	20,1	21,7	22,7	23,4	23,9	24,2	24,5	24,6

S = Sin clara.

C = Clara C.

E = Clara E.

Como ya se indicó en capítulos precedentes, en las tablas de *Pinus sylvestris* españolas se simuló el régimen fuerte aumentando 2 puntos el índice a partir de los valores encontrados (régimen moderado). Sin embargo, MADRIGAL (1991a) considera que esas claras siguen siendo prudentes, y estima que sería preciso aumentar de 3 a 5 puntos el índice de Hart-Becking para obtener un régimen intenso de claras, lo que coincide plenamente con lo propuesto en este trabajo.

Por otra parte, se aprecia una diferencia de 4-5 puntos entre los valores del índice para las masas con la selva encontrada (sin claras) y con la clara C, lo que se traduce en una diferencia de 9-10 puntos entre los primeros y los correspondientes a la selva con régimen fuerte (clara E) que se propone.

Ya se comentó que las tablas de caracterización de las masas reflejan mayores densidades de las reales, por lo que es posible que las diferencias entre los valores del índice de Hart-Becking sean algo menores. Sin embargo, todos estos datos ponen de manifiesto



to el peligro que conllevaría tratar de adaptar de forma brusca las densidades encontradas en las masas a lo propuesto en este trabajo, sin haber realizado previamente limpiezas y clareos para graduar la espesura desde las primeras edades.

### Turnos de máxima renta en especie

El turno de máxima renta en especie se define como la edad a la que se cortan las curvas del crecimiento medio y del crecimiento corriente, que coincide con el máximo del primero.

En las Figuras 41 y 42 se ha representado la evolución de esas dos variables, obtenidas de las tablas, para las cinco calidades y para cada una de las dos claras propuestas.

Los turnos de máxima renta en especie que se desprenden de ellas, así como los máximos crecimientos medios, se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36

TURNOS DE MAXIMA RENTA EN ESPECIE Y CRECIMIENTOS MEDIOS ANUALES MAXIMOS POR CLASES DE CALIDAD PARA LOS DOS REGIMENES DE CLARAS PROPUESTOS

CLASE DE CALIDAD	CLARA C		CLARA E	
	TURNO (años)	CRECIMIENTOS (m <sup>3</sup> /Ha y año)	TURNO (años)	CRECIMIENTOS (m <sup>3</sup> /Ha y año)
17	82	7,73	78	8,26
20	80	9,54	77	10,06
23	79	11,43	75	12,38
26	76	13,83	74	14,45
29	76	15,90	74	16,45

Es posible apreciar la escasa diferencia que existe entre los turnos de las distintas clases de calidad para cada uno de los dos tratamientos, que en el régimen de claras C es de 6 años entre las dos calidades extremas, y en el E de 4.

Sin embargo, hay que considerar que el turno de máxima renta en especie no es realmente una edad concreta, sino una banda más o menos ancha que corresponde al rango de edades en el cual el crecimiento medio alcanza y mantiene su máximo, como se observa en las Figuras 41 y 42.

Por otra parte, el escalonamiento de los turnos es el correcto, alcanzándose antes para las mejores calidades.

Igualmente, se produce un acortamiento de la edad del turno, aunque de escasa cuantía, con el tratamiento más fuerte (claras E).

En las dos claras, los máximos crecimientos medios anuales de la mejor calidad (29) alcanzan un valor próximo al doble del crecimiento correspondiente a la peor calidad (17).

Tales crecimientos presentan también diferencias entre los dos tratamientos, siendo mayores en el régimen de claras E (fuerte) para una misma calidad. Este hecho contrasta, sin embargo, con los resultados que se obtienen en las tablas de producción españolas para pino silvestre que presentan dos regímenes de claras (GARCÍA ABEJÓN, 1981; GARCÍA ABEJÓN y GÓMEZ LORANCA, 1984), y en las que los mayores crecimientos máximos corresponden al tratamiento moderado.

Figura 41

CRECIMIENTOS MEDIOS Y CORRIENTES DE LA MASA TOTAL PARA LAS CINCO CALIDADES DE ESTACION. REGIMEN DE CLARAS «C» (MODERADO)

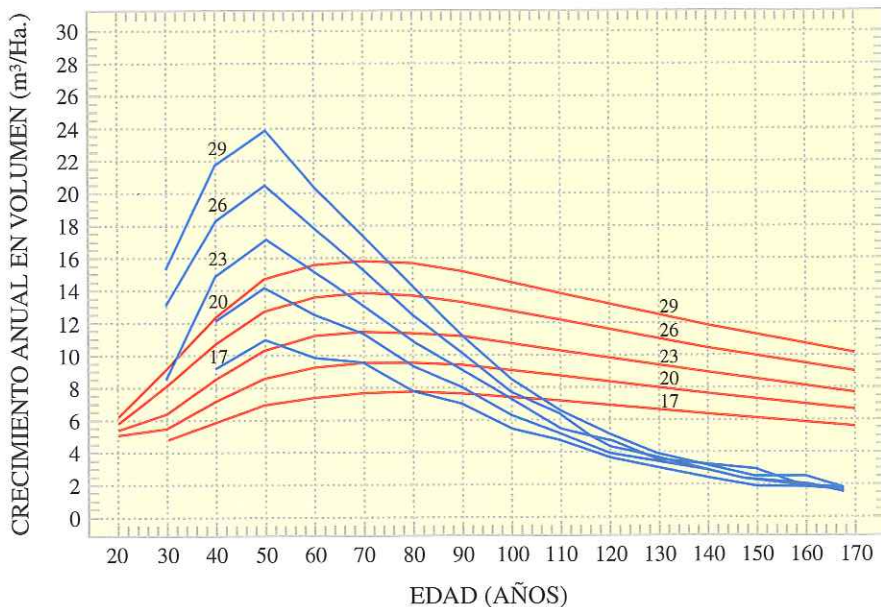
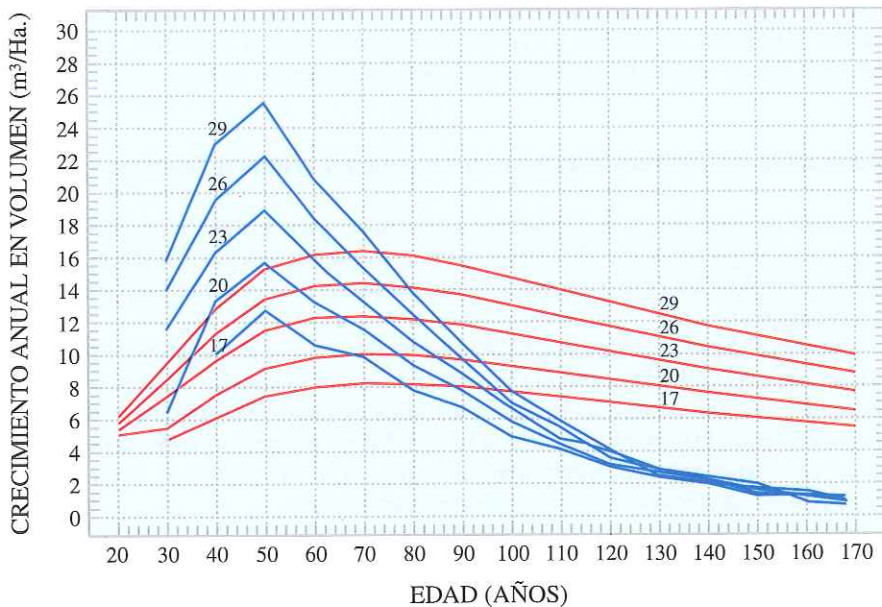


Figura 42

CRECIMIENTOS MEDIOS Y CORRIENTES DE LA MASA TOTAL PARA LAS CINCO CALIDADES DE ESTACION. REGIMEN DE CLARAS «E» (FUERTE)





## Turno tecnológico

Existe un estudio del turno tecnológico de *Pinus sylvestris* en el Sistema Central, realizado a partir de la estructura de la producción de sus masas y de los precios que su madera alcanza en el mercado (MONTERO y cols., 1992a). Los resultados del mismo permitieron acotar el turno de la especie en torno a los 140 años, pero siempre teniendo en cuenta las condiciones selvícolas de las masas que se estudiaron. Por ese motivo, dicho turno es válido para una selvicultura de escasa intervención, pero no para la propuesta en estas tablas.

La determinación del turno que se realizó en el mencionado trabajo se basó en la necesidad de obtener mayores proporciones de madera para chapa, teniendo en cuenta los altos precios que alcanza la madera en rollo apta para ese fin. Por esa razón, el valor de la madera crece significativamente a partir de los 40 cm de diámetro (dimensión mínima para ese destino), por lo que se concluyó que el turno no debe de ser menor que el necesario para obtener una alta proporción de madera con un diámetro superior a esos 40 cm de diámetro.

Además, se estimaba que esa dimensión podría alcanzarse con turnos más cortos (110-120 años), si se aplicase un programa racional de claras que permitiera concentrar el crecimiento en los pies de las clases diamétricas centrales, que frecuentemente son los de mejor calidad.

Partiendo de estas premisas, y a la vista de los diámetros que se alcanzan con los dos regímenes de claras propuestos en este trabajo, se puede fijar el turno en 100 y 120 años para los tratamientos E (fuerte) y C (moderado), respectivamente. Tales valores se encuentran más en consonancia con el uso múltiple de estos montes y con las necesidades reales del mercado de madera de la zona, que los turnos de máxima renta en especie antes comentados.

Esta determinación del turno tecnológico no deja de ser grosera, puesto que no se han considerado las distribuciones diamétricas que podrían tener las masas de las diferentes calidades a cada edad. Sin embargo, teniendo en cuenta que se supone la realización de un intenso programa de clareos y claras, cabe esperar que la amplitud de las distribuciones diamétricas será muy estrecha alrededor del diámetro medio.

## Esquema de la selvicultura a aplicar en función del régimen de claras

Las tablas de producción son modelos selvícolas en los que se refleja la dinámica de una masa a lo largo del turno. En ellas, el número de árboles por hectárea va disminuyendo con arreglo a una ley matemática, que no representa una realidad selvícola aplicable a escala real.

Si se observa cualquiera de las tablas presentadas, se comprueba que a partir de una edad determinada (variable según el régimen de claras y la calidad de la estación), el número de pies que han de extraerse cada diez años es pequeño, lo que no justificaría su corta económicamente. Por esa razón, a tales edades, es preciso concentrar dos o más cortas en una, buscando su rentabilidad. Además, con esta forma de actuar no parece existir el peligro de provocar una regeneración anticipada.

También es importante considerar que el modelo de régimen fuerte de claras (E) debe alcanzar antes la densidad definitiva, favoreciendo así el crecimiento en diámetro de los árboles seleccionados.



Por otra parte, resulta evidente la necesidad de redondear los valores del número de pies por hectárea que aparecen en las tablas, puesto que en la realidad las cortas se hacen con aproximaciones de 100-200 árboles por hectárea.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, y los turnos elegidos en el apartado anterior, se han confeccionado dos esquemas selvícolas (Tablas 37 y 38) que presentan las actuaciones reales que habría que llevar a cabo en cada uno de los tratamientos de claras propuestos.

Aunque la rotación de las cortas que aparece en ellos (y en las tablas de producción) es de 10 años, en la realidad no tiene por qué cumplirse obligatoriamente de forma exacta.

En cuanto a las cortas de mejora y regeneración, no será necesario realizar cortas preparatorias en el supuesto de que se apliquen aclareos sucesivos uniformes. Este hecho se deduce de la evolución del número de pies por hectárea que presentan los dos modelos selvícolas propuestos, pero sobre todo para el régimen fuerte de claras.

Según estos esquemas, a partir de los 100 años (80-100 en realidad) en el tratamiento E, y de los 120 (100-120) en el C, se comenzarán directamente las cortas diseminatorias. En ellas, se extraerán entre  $1/2$  y  $1/3$  de los pies, dependiendo de la densidad y de las dificultades que se prevean para conseguir la regeneración natural. Como regla general, cuanto más desfavorables sean las condiciones para conseguirla, menos intensas han de ser las cortas diseminatorias. En las masas que llegan con mayor densidad al período de regeneración, estas cortas han de ser más intensas que en aquellas que llegan a tal edad más aclaradas.

Se deben realizar una o dos cortas de este tipo en una misma zona, dependiendo de las condiciones antes mencionadas. En cualquier caso, las cortas diseminatorias deberán terminarse en la primera mitad del período de regeneración, dejando los 10 últimos años para las cortas aclaratorias y finales.

A veces, la primera corta aclaratoria habrá de tener carácter de diseminatoria. Con ella, además de aclarar el vuelo, se intentarán regenerar aquellos bosquetes que no lo estén de forma satisfactoria.

Al igual que ocurría con las cortas diseminatorias, las aclaratorias deben ser menos intensas cuanto más dificultades existan para conseguir un aceptable porcentaje de regeneración, y que éste se reparta superficialmente de la forma más homogénea posible.

Finalmente, el tiempo transcurrido entre dos cortas sucesivas será aproximadamente de 5 años, lo que supone hacer una corta aclaratoria y una final (segunda aclaratoria).

Tabla 37

ESQUEMA DE LA SELVICULTURA PROPUESTA  
(N.º PIES/HA DESPUES DE LA CLARA) PARA EL REGIMEN MODERADO  
DE CLARAS (TRATAMIENTO C), EN DIFERENTES CALIDADES  
DE ESTACION. TURNO 120 AÑOS

EDAD (años)	CALIDAD 29	CALIDAD 26	CALIDAD 23	CALIDAD 20	CALIDAD 17
10	7.000 ↑ A	7.800 ↑ A	8.700 ↑ A	9.900 ↑ A	11.200 ↑ A
20	3.700 ↓	4.200 ↓	4.800 ↓	5.500 ↓	6.400 ↓
30	2.100 ↑	2.400 ↑	2.800 ↑	3.300 ↑	4.000 ↑
40	1.100 ↓	1.300 ↓	1.600 ↓	1.950 ↓	2.450 ↓
50	750 B	880 B	1.100 B	1.350 B	1.750 B
60	550 ↓	650 ↓	800 ↓	1.000 ↓	1.300 ↓
70	425 ↓	525 ↓	650 ↓	800 ↓	1.050 ↓
80					
90	325 C	390 C	450 C	600 C	800 C
100					
110	250 C	300 C	370 C	470 C	600 C
120	250 D	300 D	370 D	470 D	600 D

Tabla 38

ESQUEMA DE LA SELVICULTURA PROPUESTA  
(N.º PIES/HA DESPUES DE LA CLARA) PARA EL REGIMEN FUERTE  
DE CLARAS (TRATAMIENTO E), EN DIFERENTES CALIDADES  
DE ESTACION. TURNO 100 AÑOS

EDAD (años)	CALIDAD 29	CALIDAD 26	CALIDAD 23	CALIDAD 20	CALIDAD 17
10	7.000 ↑ A	7.800 ↑ A	8.700 ↑ A	9.900 ↑ A	11.200 ↑ A
20	3.500 ↓	3.950 ↓	4.470 ↓	5.200 ↓	6.000 ↓
30	1.750 ↑	2.000 ↑	2.350 ↑	2.800 ↑	3.400 ↑
40	750 ↓	890 ↓	1.070 ↓	1.300 ↓	1.600 ↓
50	450 B	550 B	660 B	830 B	1.050 B
60	330 ↓	390 ↓	490 ↓	610 ↓	750 ↓
70					
80	190 C	220 C	280 C	350 C	450 C
90					
100	190 D	220 D	280 D	350 D	450 D

(A) Cortas de regeneración, limpias y clareos en los bosquetes con regenerado conseguido.

(B) Claras por lo bajo y mixtas si fuese necesario para homogeneizar la masa en las primeras edades (30-40 años según calidades). A partir de esa edad, siempre claras por lo bajo para favorecer a los árboles de buena calidad.

(C) Corta preparatoria o última clara.

(D) Inicio de las cortas de regeneración (cortas diseminatorias).