

TABLAS DE PRODUCCIÓN PARA *Pinus halepensis* Mill.

G. Montero, J.M. Grau, R. Ruiz-Peinado, C. Ortega & I. Cañellas

Dpto. de Selvicultura CIFOR-INIA. Ctra. A Coruña Km 7,5 28040 MADRID

RESUMEN

A partir de los datos obtenidos de las 72 parcelas instaladas en 1965, que forman parte de la red de parcelas experimentales permanentes del Departamento de Selvicultura del CIFOR-INIA, inventariadas en 1965-70-75-80-88 y 99, se presentan unos primeros resultados de las tablas de producción elaboradas para diferentes calidades de estación. Las curvas de calidad se han definido por la altura dominante alcanzada a los 80 años de edad y se han ajustado por el modelo de Richards (1959), resultando las siguientes curvas: calidad-20, calidad-17, calidad-14 y calidad-11. Basándose en la información proporcionada por los inventarios de las parcelas, el resultado las tablas de selvicultura encontrada y la bibliografía sobre selvicultura y tablas de producción de la especie, se han elaborado tablas de producción de selvicultura variable para un régimen moderado de claras, simulado a través de la variación del índice de HART, para las calidades 17 y 14, que son las que están mayoritariamente representadas.

Palabras clave: *Pinus halepensis* Mill., calidad de estación, tablas de producción, crecimiento, selvicultura, España.

INTRODUCCIÓN

Las tablas de producción son modelos numéricos que tratan de describir la evolución de las principales variables de masa con

la edad. Si en la masa se han aplicado claras y se conoce, experimentalmente, la respuesta de la masa a diferentes intensidades de clara, se obtienen tablas de producción de selvicultura variable, en las que aparece la evolución de las variables de masa para la masa principal antes y después de la clara, la masa extraída y la masa total.

Las tablas de producción de selvicultura variable, indican al selvicultor las intervenciones selvícolas que debe de realizar a lo largo del turno, la edad aproximada de la masa en que debe hacerlas y los resultados que presumiblemente deben esperarse según la intensidad de esas intervenciones. La elección de una selvicultura más o menos intensa, o de mantenimiento de una mayor o menor densidad, dependerá de los objetivos del selvicultor y de las características ecológicas del terreno en que se encuentre situada la masa forestal. Aunque pueda parecer innecesario, es conveniente recordar que se trata de modelos y como tales constituyen una simplificación más o menos abstracta de la compleja realidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la muestra

Los datos que se presentan en este trabajo proceden de la red de 72 parcelas experimentales permanentes del Dpto. de Selvicultura del CIFOR-INIA. Estas parcelas fueron ins-

Tabla 1. Distribución de las parcelas por clases de edad y calidad en el año de su instalación y primera medición (1)

CLASE DE EDAD	Nº de parcelas en cada calidad de estación			
	CALIDAD 20	CALIDAD 17	CALIDAD 14	CALIDAD 11
< 20	1	1	1	---
20-30	2	2	6	1
30-40	1	2	5	3
40-50	1	4	4	5
50-60	1	3	10	9
60-70	1	1	2	2
70-80	---	1	---	1
80-90	---	---	1	1
TOTAL	7	14	29	22

(1) Actualmente las parcelas tienen 34 años más que en momento de su instalación

taladas en 1965 procurando cubrir una gama de edades y calidades de estación que hicieran posible conocer el crecimiento de la especie para diferentes edades y calidades. Las parcelas se instalaron en las provincias de Albacete (10 parcelas), Castellón (3 parcelas), Jaén (5 parcelas), Murcia (19 parcelas), Teruel (3 parcelas), Valencia (22 parcelas) y Zaragoza (10 parcelas). No se instalaron parcelas en Cataluña ni en Baleares. Atendiendo a sus edades y calidades las parcelas se reparten tal como se indica en la Tabla 1.

Tamaño de las parcelas

Parcelas rectangulares de tamaño variable entre 750 y 2.500 m² en función de su edad y densidad para asegurar la medición de un número mínimo de árboles. Siguiendo la metodología de la Forestry Commission (HUMMEL et al., 1959).

Toma de datos

Desde la instalación de las parcelas en 1965 se han realizado seis inventarios coincidiendo con los años 1965-70-75-80-88 y 99. En algunas parcelas no han podido completarse los seis inventarios, por haberse incendiado o por haber llegado a la edad de turno

y haber sido cortadas. El sexto inventario solo ha podido realizarse en 28 parcelas.

En cada parcela y cada inventario se ha tomado los siguientes datos:

- Diámetro normal, en dos direcciones, en todos los árboles de la parcela.
- Altura total de una muestra de 30 árboles distribuidos proporcionalmente a lo largo de toda la distribución diamétrica, más los diez árboles más gruesos por parcela para el cálculo de la altura dominante.

METODOLOGÍA

Elaboración de curvas de calidad

Con los datos de alturas dominantes de cada parcela se han construido las curvas de calidad de estación aplicando el modelo de RICHARDS (1959). La ecuación resultante para la curva media o guía ha sido la siguiente:

$$H_0 = 1,521453 \cdot (1 - e^{-0,203954 \cdot t})^{1/1,046295}$$

A partir de la curva guía se han construido cuatro curvas anamórficas definidas por la altura dominante alcanzada a la edad típica de 80 años. Las calidades ajustadas han sido

Tabla 2. Variación del índice de HART en función de la edad y la calidad de estación

Clase de edad	Regimen moderado de claras				Regimen fuerte de claras	
	Calidad				Calidad	
	20	17	14	11	20	17
20	42	42	47	51	42	42
20-30	36	37	36	38	39	39
30-40	36	37	34	38	39	39
40-50	34	34	30	34	37	35
50-60	34	32	30	34	37	32
60-70	32	30	30	34	35	32
70-80	32	30	30	34	35	32
80-90	32	30	30	34	35	32
90-100	32	30	30	34	35	32
100-120	32	30	30	34	35	32

las siguientes: calidad 20, calidad 17, calidad 14 y calidad 11; indicando que a los 80 años las correspondientes alturas dominantes alcanzan la altura de 20, 17, 14 y 11 m respectivamente. Existen calidades más bajas en los pinares de *Pinus halepensis* pero su escasa producción no aconseja su muestreo y la elaboración de tablas de producción, ya que en ellas debe aplicarse únicamente una selvicultura de conservación, restauración y prevención contra incendios. Cuando por algún motivo se considerase necesario podría servir de orientación la tabla hecha para la calidad 11.

Al modificar la curva guía para obligarla a que pase por el punto indicado a los 80 años se mantienen los valores de los parámetros b y c de la ecuación de Richards, modificándose el parámetro local a, que toma los siguientes valores según calidades:

CALIDAD 20: $a_{20} = 2,532460$

CALIDAD 17: $a_{17} = 2,152591$

CALIDAD 14: $a_{14} = 1,772722$

CALIDAD 11: $a_{11} = 1,392853$

A partir de estas ecuaciones se calcula la altura dominante para cada calidad y edad

sustituyendo el valor de "t" para diferentes edades

Elaboración de tablas de producción

Para graduar la densidad, en los modelos que aquí se proponen se va a utilizar el índice de Hart, para masas que por su origen natural, naturalizado o procedente de plantaciones de alta densidad inicial presentan una repartición superficial de sus pies que puede calificarse de irregular, por no obedecer a un marco geométrico determinado. Existe un alto grado de acuerdo entre los especialistas en que la expresión del índice de Hart, en estas condiciones, debe ser la siguiente:

$$S = 10^4 / H_0 \sqrt{0,933N}$$

Basándonos en los valores del Índice de Hart encontrados en la red de parcelas permanentes, en los conocimientos generales sobre selvicultura de *Pinus halepensis*, que aconsejan hacer claras fuertes y precoces para llegar a la densidad definitiva entre los 40 y 60 años, según la calidad de estación (CIANCIO, 1986) y teniendo en cuenta, también, los trabajos de PARDÉ (1957), CASTELLANI et al. (1982), FRANZ & FORSTER

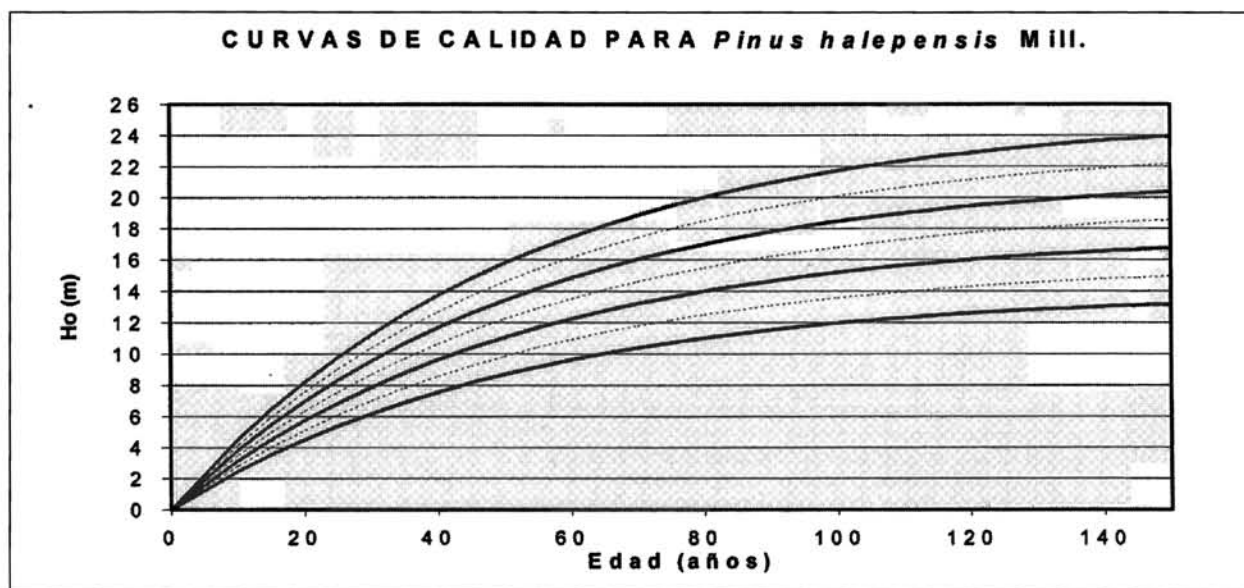


Fig. 1. Curvas de calidad de estación para *Pinus halepensis* Mill.

(1980), COUHERT y DUPLAT (1993) y MADRIGAL et al. (1999) sobre tablas de producción para esta especie, se ha definido la graduación de la densidad haciendo variar el índice de Hart en función de la edad y la calidad, con arreglo a los siguientes valores:

RESULTADOS

En este trabajo se presentan las tablas de producción para las calidades intermedias (17 y 14) con régimen moderado de claras. Los resultados obtenidos se van a exponer siguiendo el mismo orden cronológico que figura en la metodología, comenzando por las curvas de calidad como indicadores de la capacidad productiva de la estación y continuando con las tablas de producción de selvicultura variable o propuesta.

Curvas de calidad

Estas curvas alcanzan una altura menor que las presentadas por PITA (1965) para las tres primeras calidades de estación que podrían considerarse como equivalentes a nuestras calidades 20, 17 y 14. La calidad IV presentada por Pita y que alcanza una altura dominante de poco más de 7 m a los 70 años no la hemos tenido en cuenta, aunque hemos defi-

nido una calidad 11 un poco inferior a la III de Pita. Estas variaciones, y el hecho de que las curvas de Pita estuviesen construidas sólo con los datos del primer inventario de la red de parcelas instaladas en 1965 por el I.F.I.E. y mantenida por el Dpto. de Selvicultura de CIFOR-INIA hasta la actualidad, reuniendo ya hasta seis inventarios, hace difícil establecer una comparación objetiva de la evolución de las alturas dominantes, que además están ajustadas por diferentes modelos matemáticos: la de Pita por el modelo de Hossfeld y las que se presentan en este trabajo por el modelo de Richards. La evolución de la altura dominante por calidades se representa en la Fig. 1.

Tablas de producción para *Pinus halepensis* Mill.

Estas tablas de selvicultura variable ofrecen la evolución de la masa tras la aplicación de claras moderadas simuladas mediante la variación del índice de Hart y teniendo en cuenta el número de pies, a los 20 años, encontrado en las parcelas experimentales para las dos calidades de estación consideradas.

Es obvio que estos modelos ofrecen una disminución gradual del número de árboles, con

Tabla 3. Tabla de producción para Pinus halepensis Mill.**REGIMEN MODERADO DE CLARAS. CALIDAD 17**

Edad (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA						MASA EXTRAIDA				MASA PRINCIPAL DESPUÉS DE LA CLARA				MASA TOTAL		
	H ₀ (m)	N (pies/ha)	H _g (m)	D _g (cm)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	N _e (pies/ha)	D _{ge} (cm)	G _e (m ² /ha)	V _{vacum.} (m ³ /ha)	N' (pies/ha)	D _g ' (cm)	G' (m ² /ha)	V' (m ³ /ha)	V _T (m ³ /ha)	Im (m ³ /ha)	Ic (m ³ /ha)
20	6,9	1264	5,8	11,1	12,1	38,6	6	3,0	0,0	0,0	1258	11,1	12,1	38,6	38,6	1,9	-
30	9,5	1258	8,1	14,1	19,7	81,8	396	7,7	1,8	8,3	862	16,3	17,9	72,7	81,0	2,7	4,3
40	11,7	862	10,0	18,8	23,9	114,4	286	11,3	2,9	23,2	576	21,5	21,0	98,6	121,8	3,0	4,2
50	13,4	576	11,6	23,6	25,2	132,9	60	14,3	1,0	28,7	516	24,5	24,3	127,2	155,8	3,1	3,4
60	14,8	516	12,9	26,2	27,8	158,2	41	16,4	0,9	34,0	475	26,8	26,9	152,7	186,6	3,1	3,1
70	16,0	475	14,0	28,2	29,8	179,9	11	18,1	0,3	35,9	464	28,4	29,5	178,0	213,8	3,1	2,7
80	17,0	464	14,9	29,6	31,9	202,1	52	19,6	1,6	46,3	412	30,6	30,4	191,3	237,6	3,0	2,4
90	17,8	412	15,6	31,6	32,3	211,1	36	20,9	1,2	55,0	376	32,4	31,0	202,2	257,2	2,9	2,0
100	18,5	376	16,2	33,2	32,5	218,4	26	22,0	1,0	62,2	349	33,9	31,5	211,0	273,1	2,7	1,6
110	19,0	349	16,7	34,5	32,7	224,3	20	22,9	0,8	68,1	330	35,1	31,9	218,1	286,2	2,6	1,3
120	19,5	330	17,1	35,6	32,9	229,0	-	-	-	-	-	-	-	-	297,1	2,5	1,1

REGIMEN MODERADO DE CLARAS. CALIDAD 14

Edad (años)	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA						MASA EXTRAIDA				MASA PRINCIPAL DESPUÉS DE LA CLARA				MASA TOTAL		
	H ₀ (m)	N (pies/ha)	H _g (m)	D _g (cm)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	N _e (pies/ha)	D _{ge} (cm)	G _e (m ² /ha)	V _{vacum.} (m ³ /ha)	N' (pies/ha)	D _g ' (cm)	G' (m ² /ha)	V' (m ³ /ha)	V _T (m ³ /ha)	Im (m ³ /ha)	Ic (m ³ /ha)
20	5,7	1586	4,6	8,5	9,0	24,7	105	3,0	0,1	0,2	1481	8,8	9,1	24,7	24,9	1,2	-
30	7,8	1481	6,6	11,3	15,0	53,3	139	4,7	0,2	1,2	1342	11,8	14,7	52,1	53,3	1,8	2,9
40	9,6	1342	8,2	13,9	20,3	85,0	336	7,6	1,5	8,2	1006	15,4	18,8	77,4	85,6	2,1	3,3
50	11,0	1006	9,5	17,1	23,2	107,1	29	9,9	0,2	9,3	977	17,3	23,0	105,9	115,2	2,3	3,0
60	12,2	977	10,6	18,7	26,8	134,5	180	11,7	1,9	19,7	797	19,9	24,9	123,6	143,3	2,4	2,9
70	13,2	797	11,4	21,1	27,9	147,2	113	13,3	1,6	28,7	684	22,1	26,3	137,9	166,6	2,4	2,4
80	14,0	684	12,2	23,1	28,6	157,4	76	14,7	1,3	36,3	608	23,9	27,3	149,5	185,7	2,3	1,9
90	14,7	608	12,8	24,7	29,1	165,5	53	15,8	1,0	42,6	554	25,4	28,1	158,9	201,5	2,2	1,6
100	15,2	554	13,3	26,0	29,5	172,0	39	16,7	0,9	47,9	515	26,6	28,6	166,5	214,5	2,1	1,3
110	15,7	515	13,7	27,1	29,8	177,3	29	17,4	0,7	52,4	486	27,6	29,1	172,8	225,1	2,0	1,1
120	16,0	486	14,0	28,0	30,0	181,6	-	-	-	-	-	-	-	-	234,0	2,0	0,9

pequeños “saltos” producidos “artificialmente” cada 10 años, como consecuencia de haber elegido este intervalo de edades para su construcción, pero estas edades no “obligan” al selvicultor a ceñirse estrechamente a ellas a la hora de programar y realizar las intervenciones selvícolas. En la práctica las intervenciones en esta especie, dado su bajo crecimiento

y su menor capacidad para reocupar la estación después de una clara fuerte, deberán de hacerse como mínimo cada 15 años para que resulten económicamente rentables. En masas de alta calidad el periodo señalado podría disminuirse en edades jóvenes y aumentarse hasta 20 o más años, cuando se apliquen cortas en masas mayores de 50-60 años.

Desde el punto de vista de la silvicultura y la ecología las intervenciones selvícolas deberían de ser cuidadosas, moderadas y frecuentes. Pero desde la óptica de la economía se aconseja que sean lo más fuertes y espaciadas posible. La silvicultura práctica deberá hacerse intentando buscar un compromiso entre estos dos extremos, teniendo en cuenta que los aspectos ecológicos y protectores, la necesidad de garantizar la conservación, la estabilidad y la diversidad, suelen ser vinculantes, y los productivos y económicos no.

AGRADECIMIENTOS

Para continuar la medición de la red de parcelas durante 35 años ha sido necesaria la participación de numerosas personas. La enumeración de todas ellas sería larga con el riesgo de que se produjesen omisiones importantes. Por tal motivo agradecemos su colaboración conjuntamente al personal de la Sección de Ordenación del extinguido IFIE que las instaló e hizo los primeros inventarios y al personal del Dpto. de Silvicultura del CIFOR-INIA que han mantenido la red, continuando con su inventariación periódica. Todos ellos hicieron posible la publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTELLANI, C.; GHIDINI, G. & TOSI, V. 1980/82. Tavole dendrometriche ed alsometrica del pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) vulevoli in Italia. *Annali dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Apicoltura*. Volume VIII.
- CIANCIO, O., 1986. *Sylviculture du Pin d'Alep*. In "Options méditerranéennes". CIHEAM 86/1, Pp. 47-54. Séminaire 1985, Tunis.
- COUHERT, B & DUPLAT, P., 1983. **Le Pin d'Alep**, pp: 12-147 in Rencontre Forestiers-Chercheurs en Forêt Méditerranée. La Grande Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA (Les Colloques núm. 63). París.
- FRANZ, F & FORSTER, H., 1980. *Ertragstafel für die Aleppokiefer im Aurèsgebirge-Algerien*. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit. Bonn 110 pp. (Table de production de pin d'Alep pour les Aurès-Algerie, Chaire de la Production Forestière de l'Université de Munich).
- HUMMEL, F.C.; LOCKE, G.M.L.; JERRERS, J.N.R. & CHRISTIE, J.M., 1959. Code of sample plot procedure. *Forestry Commission Bulletin* 31. Pp 113.
- MADRIGAL, A.; ÁLVAREZ, J.G.; RODRÍGUEZ, R. & ROJO, A. 1999. *Tablas de producción para los montes españoles*. Fundación Conde del Valle de Salazar. 253 pp.
- PARDE, J. 1957. La productivité des forêts de Pin d'Alep en France. *Anna ENEF*, 15 (2), p. 369-414.
- PITA, P.A., 1965. Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de pino laricio y de pino carrasco de la Península Ibérica. *Anales del IFIE*. 1965. Tomo I. Año XXXVII. Núm. 10. Madrid pp: 35-59.
- RICHARDS, F.J., 1959. A Flexible Growth Function for Empirical Use. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 10, nº 29, pp. 290-300. June 1959.