

APLICACIÓN DE TABLAS DE PRODUCCIÓN A UNA REPOBLACIÓN DE *PINUS SYLVESTRIS* L. EN EL SISTEMA CENTRAL

José A. Gómez Loranca, José M. Grau & José L. Montoto

Centro de Investigación Forestal (CIFOR). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Ctra. de La Coruña Km. 7. 28040 MADRID

1. INTRODUCCIÓN

En el Anuario de Estadística Agraria (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 1993) se recoge la información relativa a la superficie ocupada por masas forestales logradas, mediante repoblación artificial, hasta el año 1987.

La distribución de la superficie por especie es la siguiente:

<i>Pinus sylvestris</i>	486.726 ha
<i>Pinus nigra</i>	342.079 “
<i>Pinus pinaster</i>	693.203 “
<i>Pinus halepensis</i>	443.280 “
<i>Pinus pinea</i>	215.550 “
<i>Pinus insignis</i>	154.237 “
<i>Pinus canariensis</i>	22.831 “
TOTAL	2.357.906 “

Es interesante resaltar que aproximadamente el 75% de las masas originadas por repoblación tienen edades comprendidas entre 25 y 60 años. Sobre las mismas se están aplicando distintos tratamientos y tipos de claras, lo que supone una aportación de datos procedentes de dispositivos de experimentación con parcelas permanentes. Es urgente, en las masas de mayor edad, empezar a definir los métodos de cortas finales que sean capaces de optimizar las

condiciones en que una masa pueda llegar al final del turno para conseguir la regeneración natural y por tanto la renovabilidad de la misma.

Ante muchas de estas repoblaciones cabe cuestionar su existencia en sí, cuanto más su viabilidad y persistencia. Porque no todas las repoblaciones se han realizado con la misma finalidad (producción, protección), ni han causado los mismos impactos (social, ecológico, etc.), ni la estabilidad está asegurada a juzgar por el estado sanitario en el que se encuentran, ni tampoco tienen por qué desembocar en una misma forma de masa (MADRIGAL, 1982).

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, el trabajo que presentamos se aborda sobre la realidad de una masa de *Pinus sylvestris* L. originada por repoblación artificial que está ubicada en el habitat natural de la especie, que no produce un impacto negativo, que tiene el papel predominantemente productor, y que con el tratamiento de cortas finales se pretende lograr la forma principal de masa regular y conseguir la regeneración natural, supuesta ésta de forma similar a la de las masas naturales.

Sobre esta hipótesis, se trata de aplicar unas tablas de producción, existentes para la zona ecológica del Sistema Central y para

masas naturales de la misma especie, (GARCÍA ABEJÓN & GÓMEZ LORANCA, 1984) adaptándolas a las características y condiciones que ofrece la citada repoblación a través de los datos procedentes de inventarios sucesivos (durante 20 años), con tratamientos de distinta intensidad de clara. Con ello se realiza la validación del modelo de selvicultura ofrecido por las citadas tablas al tiempo que se determina el mismo modelo concretado para conducir esta masa hacia las cortas finales en la segunda mitad del turno.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción del monte

Se localiza en el Sistema Central, término municipal de El Espinar (Segovia), monte *Aguas Vertientes* N° 138.

Presenta una pendiente del 15-20 p. ciento, con exposición NE y altitud de 1400-1500 m. Tiene escasa sequía fisiológica, fertilidad baja, retención de agua moderada, pH 5,5 y materia orgánica 5-6 p. ciento (NICOLÁS & GANDULLO, 1969).

El clima es nemoromediterráneo genuino más húmedo, fresco VI (IV)₂, (ALLUÉ, 1990).

Se trata de una masa pura de *Pinus sylvestris* L. originada por plantación a hoyos con marco de 2x2 m, en 1925. Corresponde a una calidad que se sitúa en el límite entre la calidad I y II (GARCÍA ABEJÓN & GÓMEZ LORANCA, 1984).

2.2. Dispositivo experimental

En 1970 se instalaron 12 parcelas distribuidas en 3 bloques, en cada uno de los cuales se aplican 4 tratamientos, denominados A, C, D y E.

Tratamiento A: corresponde a la parcela testigo, en la cual no se realiza clara salvo la extracción de los pies secos o moribundos.

Tratamiento C: es una clara baja muy moderada e incide sobre el estrato de pies con escasa probabilidad de vivir en años

futuros, dejando sentir su peso sobre la zona de diámetros menores en la clasificación diamétrica.

Tratamiento D: es una clara baja fuerte que aunque tiene su acción sobre el estrato dominado, a veces llega a ser una clara mixta moderada.

Tratamiento E: es una clara mixta que incide sobre los estratos dominado, codominante e incluso afecta a algún pie dominante.

2.3. Caracterización de la masa

La elaboración de los datos obtenidos en inventarios sucesivos de las citadas parcelas, y la medición de un conjunto de árboles tipo y muestra de alturas, permite determinar una tarifa de cubicación específica utilizada para el cálculo de existencias y caracterizar la masa a través de las siguientes variables: número de pies por hectárea y su distribución diamétrica, diámetro medio, altura media y dominante, área basimétrica (m²/ha), volumen (mc/ha), y crecimientos.

2.4. Tablas de producción

Como material de partida reflejamos las ecuaciones dadas por las las citadas Tablas de Producción, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$\frac{E}{\sqrt{Hg}} = 5.2709 + 0.1371 * E$$

1) Altura Media a.d.c.:

$$Hg = E^2 / (a + b * E)^2; E = \text{Edad}$$

2) Altura Media d.d.c.: H'g = a + b * Hg

$$H'g = 0.4083 + 0.9976 * Hg$$

3) Altura Dominante: Ho = a + b * Hg

$$Ho = 1.6407 + 0.9691 * Hg$$

4) Diámetro medio a.d.c.

$$Dg = a + b * 100^2 / N + c * Ho$$

$$Dg = -6.1497 + 4.4380 \frac{100}{\sqrt{N}} + 0.9538 * Ho$$

Tabla 1. Factores de corrección según coeficientes

VARIABLE	a	b	c
Hg	-0.0627	1.0513	-
Ho	-0.0132	0.9919	-
Dg	0.1893	0.9687	0.9687
Vm	-0.0257	1.0349	-
H'g	-0.0061	0.9851	-

5) Volumen maderable:

$Vm = a + b * G * Ho$; G= Área Basimétrica

$$Vm = -0.7640 + 0.4443 * (G * Ho)$$

En estas ecuaciones, correspondientes a la calidad I dada por las Tablas de Producción, se han modificado sus coeficientes afectándoles

con un factor de corrección (ver tabla 1), para definir otras adaptadas a las condiciones que ofrece la masa artificial a la edad de 55 años.

3. RESULTADOS

El trabajo que presentamos tiene su punto de partida en los datos del segundo y cuarto inventarios realizados en 1980 y 1990, cuando la masa antes descrita tenía 55 y 65 años respectivamente, y en las Tablas de Producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central (GARCÍA ABEJÓN & GÓMEZ LORANCA, 1984).

La caracterización de la citada repoblación queda reflejada en las tablas 2 y 3.

3.1. Determinación de ecuaciones

A partir de las ecuaciones dadas por las tablas de producción, y conocidos los factores de corrección (ver tabla 1), se han deter-

Tabla 2. Características de la Repoblación de *Pinus sylvestris* L.

INVENTARIO	1.980 (1)						1.990 (2)		PRODUCCIÓN TOTAL (*)	
	M.P. a.d.c.		M.E.		M.P. d.d.c.		M.P. a.d.c.			
TRATAMIENTO	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
EDAD (Años)	55	55	55	55	55	55	65	65	65	
N/PIES/ha	983	748	43	48	940	700	912	677		
ALTURA (Ho) m	19.2	18.6	—	—	19.2	18.6	21.7	21.0		
ALTURA (Hg) m	17.9	17.5	15.6	15.2	17.9	17.6	20.0	20.0		
DIÁMETRO (Dg)	24.8	26.9	22.5	21.8	25.0	27.2	27.2	29.7		
A.B. (m ² /ha)	47.8	42.4	1.8	1.7	46.0	40.7	53.1	46.9	68.7	64.2
VOLUMEN (Vm) (mc/ha)	407	353	14	13	393	340	503	442	597	550
VOL. ÁRBOL	414	472	326	270	418	486	552	654		
INDICE HART	16.66	19.77	—	—	17.0	20.3	15.33	18.3		

M.P.=Masa Principal. M.E.=Masa Extraída. a.d.c. y d.d.c.=Antes y después de clara. A.B.=Área Basimétrica (*) Producción total, suma de la existente en 1990 a.d.c. más toda la extraída desde 1970.
FUENTE:
(1) Estado actual de las investigaciones sobre claras. Primeros resultados de una experiencia en masa artificial de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central (MADRIGAL, & al. 1985).
(2) Influencia de la intensidad de clara en el crecimiento, producción y calidad de la madera en una masa artificial de *Pinus sylvestris* L. (GÓMEZ LORANCA, & al. 1996)

Tabla 3. Distribución de frecuencias del nº pies/ha por clase diamétrica

TRATAMIENTO	D			E		
	Dg	F	Fr (%)	Dg	F	Fr (%)
C. D.	Dg	F	Fr (%)	Dg	F	Fr (%)
151-200	18.8	102	10.8	19.2	19	2.7
201-250	22.8	413	43.9	23.1	216	30.9
251-300	27.1	351	37.4	27.5	306	43.7
301-350	32.0	64	6.8	31.8	149	21.3
351-400	36.4	10	1.1	36.9	10	1.4

C.D.= Clase Diamétrica. F=Frecuencia. Fr=Frecuencia relativa. Datos del inventario de 1980.

minado unas nuevas ecuaciones adaptadas a la masa artificial considerando dos regímenes de clara, moderado y fuerte, equivalentes a los tratamientos D y E respectivamente.

ción que se modifican son los correspondientes a Dg antes y después de la clara, quedando los demás igual que en el régimen moderado.

3.1.1. Ecuaciones para régimen moderado de claras

Altura media a.d.c.

$$\frac{E}{\sqrt{Hg}} = 5.2082 + 0.1443 * E$$

Altura dominante

$$Ho = 1.6275 + 0.9613 * Hg$$

Diámetro medio a.d.c.

$$Dg = -5.9604 + 4.2993 * \frac{100}{SQRTN} + 0.9240 * Ho$$

Volumen maderable

$$Vm = -0.7717 + 0.4598 * G * Ho$$

Altura media d.d.c.

$$H'g = 0.4022 + 0.9827 * Hg$$

3.1.2. Ecuaciones para régimen fuerte de claras

En el régimen fuerte de claras, con respecto al régimen moderado y a las Tablas de Producción los únicos coeficientes de ecuación

Tabla 4. Factores de corrección según coeficientes

Variable	a	b	c
Dg	0.0210	0.9722	0.9722
D'g	-0.4591	1.0111	1.0111

Diámetro medio a.d.c.

$$Dg = -6.1287 + 4.3145 * \frac{100}{SQRTN} + 0.9273 * Ho$$

Diámetro medio d.d.c.

$$D'g = -6.5878 + 4.3626 * \frac{100}{SQRTN} + 0.9376 * Ho$$

3.2. Tablas de Producción para masa artificial

Una vez conocidas las ecuaciones se han elaborado una tablas para dos regímenes de clara. Aunque su comprensión es sencilla comentamos lo que se refiere a las curvas de calidad de estación, así como a la determinación del número de pies/ha.

La evolución de Hg y Ho con la edad, de esta repoblación se presenta en los gráficos

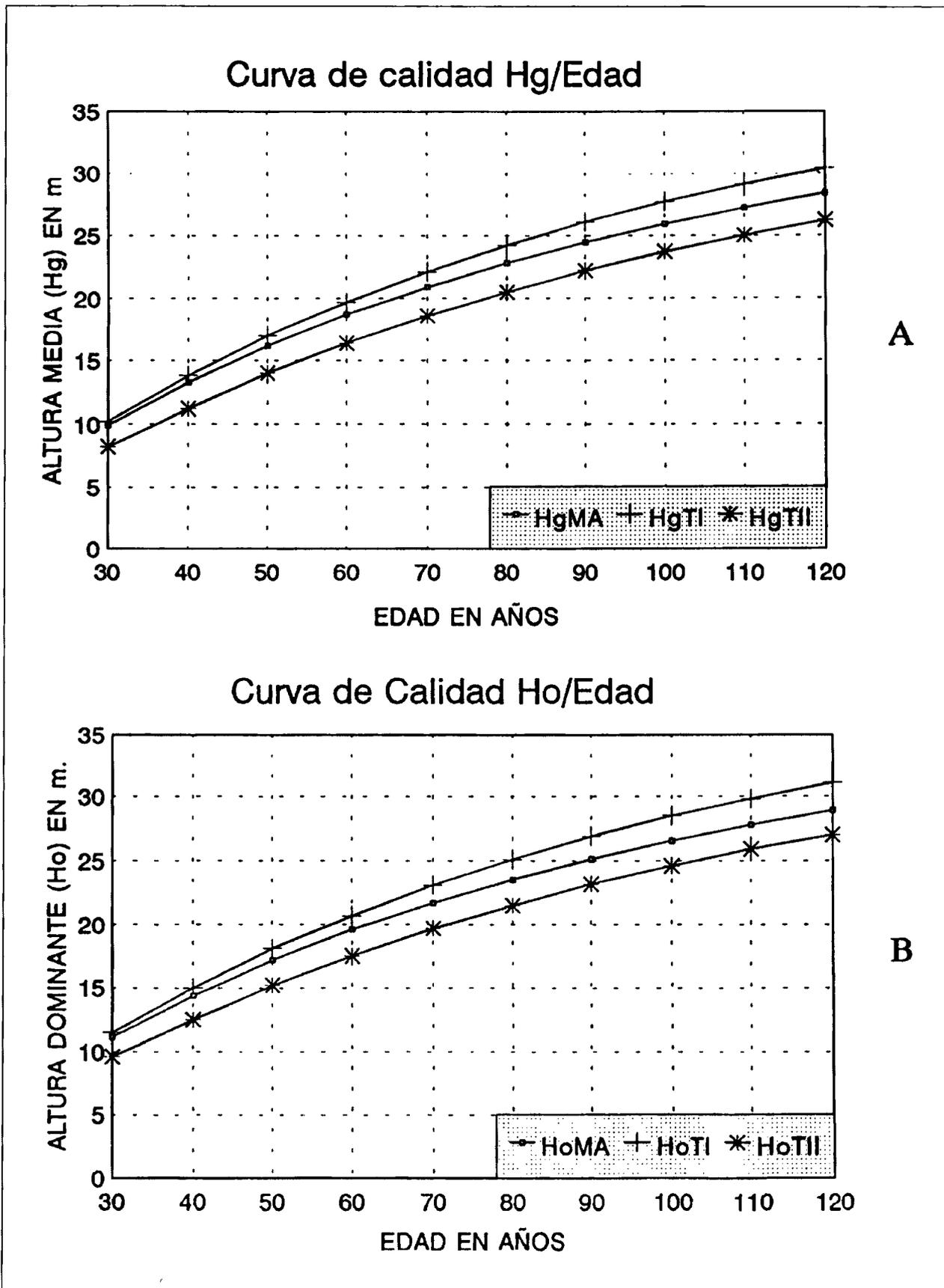


Figura 1.- Masa artificial de Pinus sylvestris L.

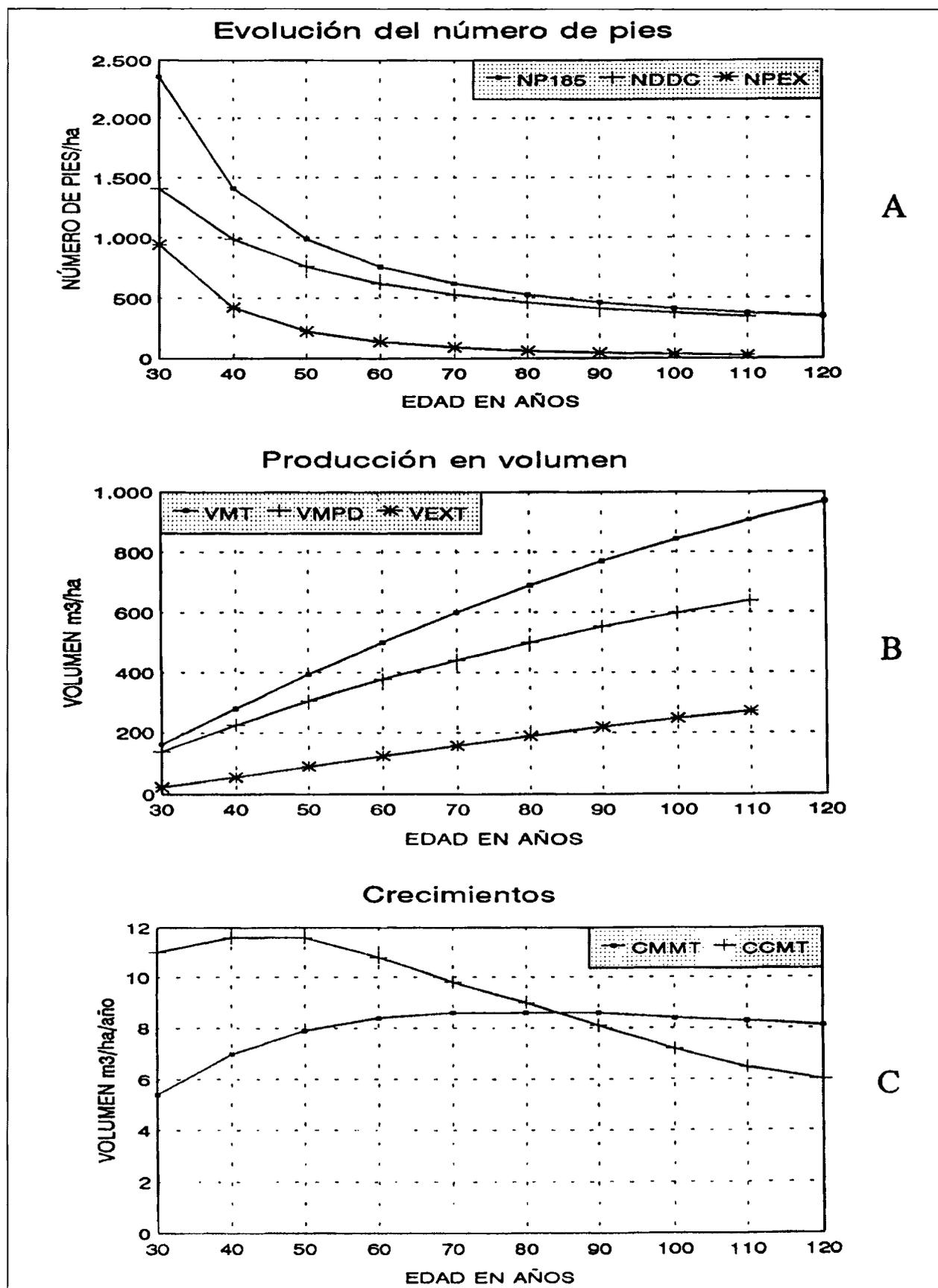


Figura 2.- Masa artificial de *Pinus sylvestris* L. Régimen moderado de claras

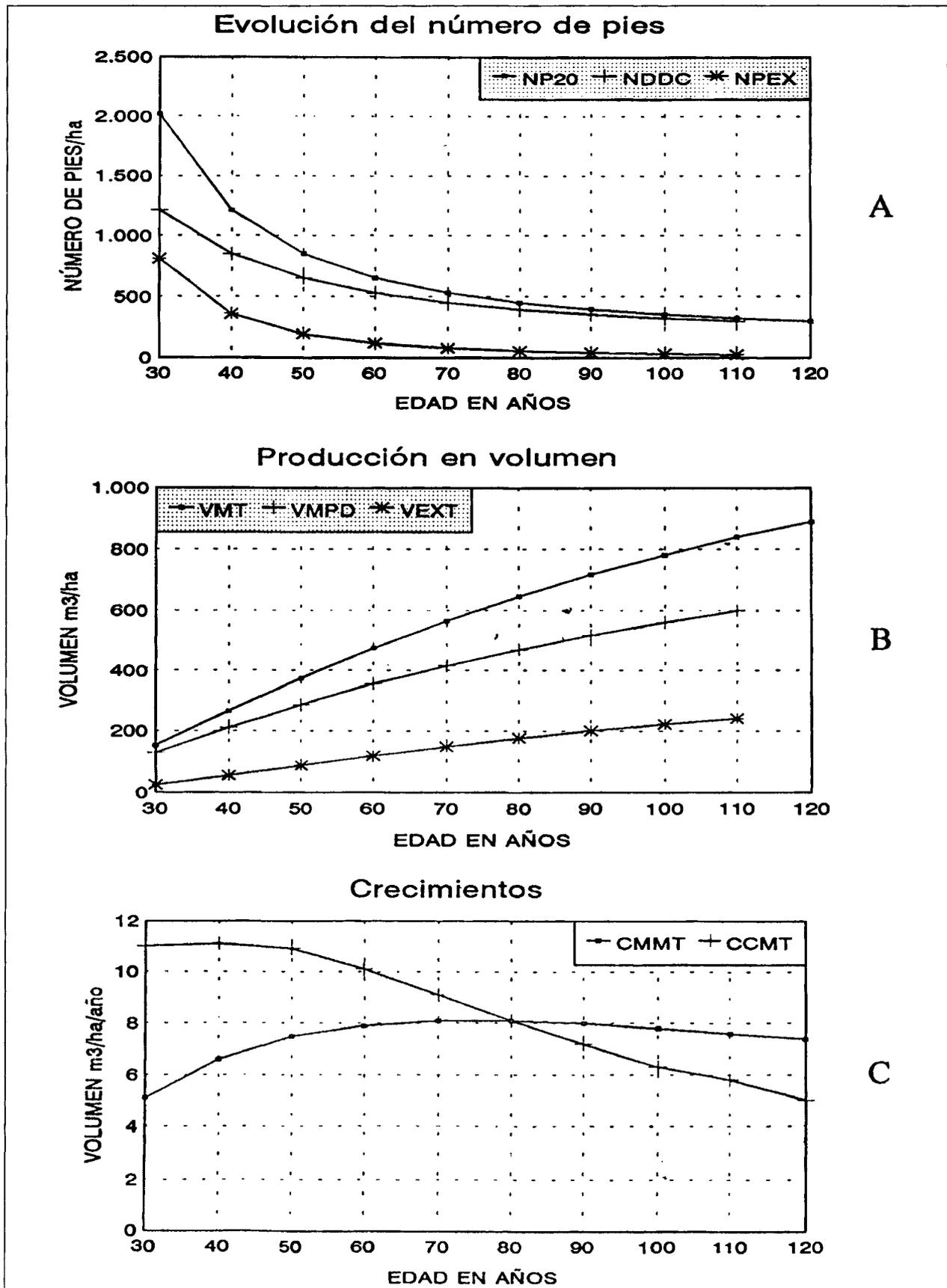


Figura 3.- Masa artificial de Pinus sylvestris L. Régimen fuerte de claras

Tabla 5. Tablas de producción para masa artificial de *Pinus sylvestris* L. Régimen moderado de claras. Calidad I

E D A D	Ho	Masa principal						Masa extraída				Masa principal d. d. c.						MASA TOTAL	CRECI- MIENTOS	
		nº pies	HART	Dg	G	Hg	V	nº pies	g	V		nº pies	HART	D'g	G'	H'g	V'		MEDIO MT	Cte. MT
										v	va									
30	11.1	2356	18.5	13.2	32.2	9.9	161.6	943	5.1	22.8	22.8	1413	23.9	15.6	27.1	10.2	138.8	162	5.4	—
40	14.4	1413	18.5	18.8	39.1	13.3	255.1	424	5.3	31.6	54.4	989	22.1	20.9	33.8	13.4	223.5	278	7.0	11.6
50	17.2	989	18.5	23.6	43.3	16.2	339.2	230	4.8	34.8	89.2	759	21.1	25.4	38.5	16.3	304.4	394	7.9	11.6
60	19.6	759	18.5	27.8	46.0	18.7	412.4	139	4.1	34.4	124.0	620	20.5	29.3	41.9	18.8	378.0	502	8.4	10.8
70	21.7	620	18.5	31.4	47.9	20.9	476.5	93	3.5	33.2	157.2	527	20.1	32.7	44.4	20.9	443.3	600	8.6	9.8
80	23.5	527	18.5	34.5	49.3	22.8	532.8	64	3.0	31.7	188.9	463	19.7	35.7	46.3	22.8	501.1	690	8.6	9.0
90	25.1	463	18.5	37.2	50.4	24.5	581.7	48	2.6	29.2	218.1	415	19.5	38.3	47.8	24.5	552.5	771	8.6	8.1
100	26.5	415	18.5	39.7	51.3	25.6	625.3	37	2.3	27.3	245.4	378	19.4	40.6	49.0	25.6	598.0	843	8.4	7.2
110	27.8	378	18.5	41.8	52.0	27.2	663.6	28	2.0	24.8	269.7	350	19.2	42.6	50.0	27.2	638.8	908	8.3	6.5
120	28.9	350	18.5	43.7	52.5	28.4	698.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	968	8.1	6.0

Tabla 6. Tablas de producción para masa artificial de *Pinus sylvestris* L. Régimen fuerte de claras. Calidad I

E D A D	Ho	Masa principal						Masa extraída				Masa principal d. d. c.						MASA TOTAL	CRECI- MIENTOS	
		nº pies	HART	Dg	G	Hg	V	nº pies	g	V		nº pies	HART	D'g	G'	H'g	V'		MEDIO MT	Cte. MT
										v	va									
30	11.1	2016	20.0	13.8	30.2	9.9	153.9	807	4.7	24.1	24.1	1209	25.8	16.4	25.5	10.2	129.8	154	5.1	—
40	14.4	1209	20.0	19.6	36.5	13.3	240.6	363	4.7	31.1	55.2	846	23.9	21.9	31.8	13.4	209.5	265	6.6	11.1
50	17.2	846	20.0	24.6	40.4	16.2	318.6	196	4.2	33.2	88.4	650	22.8	26.6	36.2	16.3	285.4	374	7.5	10.9
60	19.6	650	20.0	29.0	42.9	18.7	386.2	120	3.5	31.5	119.9	530	22.1	30.8	39.4	18.8	354.7	475	7.9	10.1
70	21.7	530	20.0	32.8	44.7	20.9	445.6	79	3.0	30.0	149.9	451	21.7	34.3	41.7	20.9	415.6	566	8.1	9.1
80	23.5	451	20.0	36.0	46.0	22.8	497.1	55	2.5	27.0	176.9	396	21.3	37.4	43.5	22.8	470.1	647	8.1	8.1
90	25.1	396	20.0	38.9	47.0	24.5	542.4	41	2.1	24.2	201.1	355	21.1	40.1	44.9	24.5	518.2	719	8.0	7.2
100	26.5	355	20.0	41.4	47.7	25.6	581.4	32	1.7	20.8	221.9	323	21.0	42.6	46.0	25.6	560.6	782	7.8	6.3
110	27.8	324	20.0	43.6	48.4	27.2	617.6	25	1.5	19.1	241.0	299	20.8	44.7	46.9	27.2	598.5	840	7.6	5.8
120	28.9	299	20.0	45.6	48.9	28.4	649.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	890	7.4	5.0

de la figura 1, A y B, en los que aparecen las curvas de dichas alturas (HgMA, HoMA), situadas entre las curvas correspondientes a las calidades I y II (HgTI, HgTII, HoTI, HoTII), dadas por la Tablas de Producción para masas naturales en el Sistema Central.

El número de pies/ha, N, se ha obtenido fijando un índice de Hart "P" cuya expresión es: $N = [10000 / (Ho * P)]^2$, para dos regímenes de clara. **Régimen moderado** con P=18.5 en correspondencia con el tratamiento D, y **régimen fuerte** con P=20 en correspondencia con el tratamiento E.

Los resultados del proceso de cálculo quedan reflejados en las tablas 5 y 6 y en las figuras 2 y 3 correspondientes a los dos regímenes de clara citados.

3.2.1. Turno de máxima renta en especie

Régimen moderado de claras

Edad	Crecimiento
85 años	8,8 mc/ha/año

Régimen fuerte de claras

Edad	Crecimiento
80 años	8,1 mc/ha/año

4. CONCLUSIONES

Las Tablas de Producción para masas naturales son aplicables a una masa artificial, dentro de la flexibilidad que requiere este instrumento técnico. En este trabajo se demuestra, tanto la validación de las tablas de producción existentes, como la aplicación de las mismas a masas artificiales (en buena calidad de estación), para definir el método de corta final.

La confrontación de la evolución de esta masa artificial sometida a distinta intensidad de clara, durante el periodo comprendido

entre las edades de 45 a 65 años, con la Tablas de Producción para masas naturales, presenta una identidad notable que avala la utilización del modelo propuesto en dichas tablas.

Se confirma el hecho de que el régimen fuerte de claras adelanta el turno de máxima renta en especie (en 5 años), con respecto al régimen moderado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLUÉ ANDRADE J.L.;1990. *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. MAPA-INIA. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN; 1993. *Anuario de Estadística Agraria*. MAPA. Madrid.

GARCÍA ABEJÓN, J.L. & J.A. GÓMEZ LORANCA; 1984. *Tablas de producción de densidad variable para Pinus sylvestris L. en el sistema Central*. Com. INIA, Serie Rec. Nat. nº 29. Madrid.

GÓMEZ LORANCA J.A. & al.; 1996. *Influencia de la intensidad de clara en el crecimiento, la producción y las características de la madera en una masa artificial de Pinus sylvestris L.* En prensa.

MADRIGAL, A; 1982. La ordenación de bosques artificiales en España: problemas que plantea. En: MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (ed.); *Actas de la I Asamblea Nacional de Investigación Forestal. Tomo III*. INIA. Madrid: 769-785.

MADRIGAL, A. & al.;1985. *Estado actual de las investigaciones sobre claras. Primeros resultados de una experiencia en masas artificiales de Pinus sylvestris L. en el Sistema Central*. Com INIA, Serie Rec. Nat. nº 42. Madrid.

NICOLÁS, A. & J.M. GANDULLO; 1969. *Ecología de los pinares españoles II*. Pinus sylvestris L. Inst. For. Inv. Exp. Madrid.