

PRIMERAS TABLAS DE SELVICULTURA A LA CARTA PARA MASAS REGULARES DE *Pinus nigra Arn.* DEL PREPIRINEO CATALAN

J.M.^a GONZALEZ MOLINA

D. MEYA

D. ARRUFAT

Centre Tecnològic Forestal Catalunya (CTFC).
Area de Gestión Sostenible (AGS). 25280 Solsona

RESUMEN

Se proponen modelos de gestión detallados para el pino laricio (*Pinus nigra Arn.*) del Pirineo. Los modelos constan de una parte descriptiva del régimen de tratamientos, denominada Tipo de Bosque Final, desde los primeros clareos hasta las cortas de regeneración, en los que en función de la calidad se definen objetivos a alcanzar en términos de diámetros medios finales y turno. Esta se complementa con unas Tablas de Selvicultura a la carta que plasman cuantitativamente la evolución de la masa de acuerdo con el régimen de tratamientos propuesto. Se parte de las claras selectivas mixtas seguida de una clara por lo bajo como tipo de clara, escalonándose los pesos y rotaciones de las intervenciones en función de la dinámica de crecimiento de la especie en las distintas calidades de estación. Por último se realiza una valoración económica comparativa entre los modelos propuestos y la gestión como masa irregular, método tradicional de gestión de estos bosques en el Prepireneo catalán.

PALABRAS CLAVE: Pinus nigra
Selvicultura
Tablas de Selvicultura a la carta
Tipo de Bosque Final
Claros selectivas

INTRODUCCION

El pino laricio (*Pinus nigra Arn. ssp. salzmannii var. pyrenaica*) ocupa en Cataluña 140.000 ha, en su mayor parte en la zona prepirenaica, sobre terrenos calizos y de propiedad privada. Son masas que se han ido expandiendo de forma natural por el abandono de cultivos y pastos desde mediados del siglo pasado hasta el presente. La gestión selvícola tradicional se ha centrado en la extracción de los pies que alcanzaban un determinado diámetro (aprox. 25 cm); son por ello cortas diamétricas, que han favorecido la formación de estructuras de bosque más o menos irregularizadas. Estos tratamientos de huroneo han propiciado un tipo de gestión irregular original en tanto que se realiza con una sola especie (el

Recibido: 9-2-98

Aceptado para su publicación: 15-1-99

pino) que sigue siendo heliófila, muy al contrario pues de las masas irregulares tradicionales centroeuropeas.

Debido a la titularidad de los terrenos y a la relativamente pequeña dimensión de las fincas, este tipo de gestión irregular continúa siendo interesante, aunque precisa de la definición de modelos que primen la selección positiva del arbolado, eviten las cortas diamétricas y optimen en lo posible la renta (González *et al.*, 1997).

Sin embargo en los últimos años los daños provocados por los incendios, la falta de rentabilidad en algunas fincas y el abandono de las intervenciones selvícolas tradicionales han propiciado la aparición de estructuras de bosque regulares, nada extraño, pues es la tendencia natural de esta especie. Surge por ello la necesidad de proponer modelos de gestión de masas regulares para estas masas de pino laricio del prepirineo, propiciando su sostenibilidad ecológica y económica.

MATERIAL Y METODOS

Los modelos propuestos constan de una descripción detallada de las estrategias selvícolas de gestión (regeneración, tratamientos y turno) necesarias para obtener una determinada estructura de masa. En esta descripción se engloban las especies arbóreas que han de componer el rodal, así como el diámetro final medio y el número de pies a obtener al concluir el turno previsto. Se definen por lo tanto modelos de tipos de bosque final (TBF) similares a los desarrollados por González (1994, 1996) para la masas mixtas de pino y rebollo del Sistema Ibérico.

Estos TBF se complementan con la descripción cuantitativa en forma de tabla de la evolución de los principales parámetros de la masa con el tiempo, conformando por ello Tablas de Selvicultura a la carta. Para el desarrollo tanto de los TBF como de las tablas se utilizaron los datos de las parcelas de pino laricio del II Inventario Forestal Nacional de Lleida (ICONA, 1993) y del Inventario Ecológico y Forestal de Cataluña del CREAM. Estos datos se contrastaron y validaron con los proporcionados por los inventarios de las parcelas de experimentación establecidas en los últimos tres años por el CTFC (González, 1997).

Las Tablas de Selvicultura a la carta, término traducido directamente del francés, son modelos estáticos de gestión que se diferencian de las Tablas de Producción clásicas en que fijan los objetivos a alcanzar (por ejemplo en forma de un diámetro medio final) en función de un régimen específico de intervenciones selvícolas. Rojo y Montero (1996) resumen la evolución y tipos de tablas de producción, indicando el trabajo pionero, aunque no publicado de Picardo (1985) en relación al tipo de Tablas que aquí nos ocupan.

Las Tablas de pino laricio que se describirán a continuación están construidas indicando según calidad e incremento de altura dominante el número de pies, el diámetro cuadrático medio, el área basimétrica y el volumen con corteza tanto para la masa inicial como para la extraída. Se indica además la fracción de cabida cubierta, el índice de espaciamiento de Hart y el número de pies extraídos por árbol de porvenir.

La altura dominante H_0 se define como la altura de los cien más gruesos por hectárea. Para determinar la relación altura dominante - edad se han utilizado las curvas de calidad elaboradas por García (1982), utilizando la ecuación de Pita (1965), y publicadas por Elena y Sánchez (1991). La ecuación es la siguiente:

$$H_0 = (E/a * E + b)^2 + k$$

Siendo H_0 la altura dominante, E la edad y a, b y k variables, cuyos valores para cada una de las calidades se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
VALORES DE LOS PARAMETROS DE LA ECUACION DE CURVAS
DE CALIDAD PARA *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* var. *pyrenaica*
(García, 1982 en Elena y Sánchez, 1991)
*Values of the parameters of the Site Index functions for *Pinus nigra* ssp.*
salzmannii var. *pyrenaica*

Calidad	a	b	k
I	0,14	4,67	0,64
II	0,15	5,00	0,26
III	0,17	5,33	0,12
IV	0,19	5,99	-0,28
V	0,20	8,27	-0,45

Con tal de describir la evolución de la masa se parte de unos valores iniciales y finales del número total de árboles (Nt). El número inicial (2000 pies/ha) se ha fijado en base a observaciones en las parcelas comentadas. El número final de pies viene dado por el diámetro medio que se pretende alcanzar. A su vez, éste, así como el turno, vienen determinados por la calidad de la estación, o dicho de otro modo, por el potencial de crecimiento.

El diámetro cuadrático medio (dg) se ha obtenido aplicando la ecuación de Gómez (1996) en las Tablas de crecimiento y producción del pino laricio en el Sistema Ibérico:

$$dg = -6,0651 + 5,4085 * (102/N1/2) + 0,7728 * Ho$$

donde N es el número de pies y Ho la altura dominante. Los valores resultantes de la aplicación de esta ecuación coinciden ampliamente con los valores obtenidos en las parcelas experimentales de claras realizadas por el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya en el prepirineo (González, 1997).

Las claras no incrementan el total de la producción en volumen, sino que la distribuyen hacia los pies más vitales y de mejor desarrollo de la masa (Wiedemann, 1951; Assmann, 1970). Cuánto más se pretenda favorecer el crecimiento de los mejores pies, tanto más selectivos han de ser los tratamientos. Es por ello que el régimen de tratamientos definido para estas Tablas de Selvicultura a la carta ha sido el de clara selectiva mixta para las primeras actuaciones pasando a una clara fuerte por lo bajo en la última intervención. Tras ella el período que resta hasta las cortas de regeneración es variable.

En la primera intervención se escogen los árboles de porvenir según los siguientes criterios ordenados jerárquicamente:

- Vitalidad: Reflejada por la posición social del árbol (dominante, codominante, dominado, muerto) y el desarrollo de su copa.
- Calidad de fuste: Criterio fundamental para la producción de madera de calidad.
- Distribución: A partir del número de pies a seleccionar puede calcularse la distancia media a mantener entre los árboles de porvenir. Este criterio debe siempre tenerse en cuenta, pero no es posible aplicarlo en la práctica con exactitud matemática.

El número de árboles de porvenir se determinó en función del diámetro de copa para un diámetro medio que éstos tendrán al final del turno y que según la calidad varía entre

los 40 y los 50 cm. A partir de este diámetro de copa, extraído del II Inventario Forestal de Lleida (ICONA, 1993), se calcula la proyección circular en m² y partiendo de una fracción de cabida cubierta normal a esa edad (85 p. 100) se estima el número de pies resultante por hectárea.

El número de actuaciones previstas para cada calidad se fija según el crecimiento en altura dominante. En la mejor calidad (I-II), se propone una clara cada vez que la altura dominante se incrementa en 3 m en las dos primeras actuaciones y cada 2 m en las siguientes. En la calidad intermedia, las actuaciones se planifican cada dos metros de incremento de la altura dominante, y en la peor calidad cada 1,5 m. Los tratamientos de dosificación de la competencia concluyen cuando en el estrato dominante de la masa sólo quedan los pies de porvenir. En la práctica ésto supone una intervención cada diez años aproximadamente, y que el volumen de madera extraído en cada clara haga rentable económicamente la ejecución de la misma.

Es importante tener en cuenta que las curvas de calidad del pino laricio del prepirineo son provisionales, por lo que las edades de la masa en las que se alcanza una determinada Ho son meramente indicativas, debiendo realizarse futuros trabajos de validación de dichas curvas.

Por último se han valorado económicamente los modelos propuestos. Para ello se han agrupado los productos comercializables a extraer en cuatro categorías: madera de trituración, postes, sierra normal y sierra de calidad. Para cada clase diamétrica se ha fijado un porcentaje de pies correspondientes a cada uno de estos tipos; la Tabla 2 resume estos parámetros.

TABLA 2

DISTRIBUCION PORCENTUAL ESTIMADA DE LOS PIES MADERABLES PARA CADA UNO DE LOS CUATRO TIPOS DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES EN FUNCION DE LA CLASE DIAMETRICA Y LA CALIDAD

Estimated percentage distribution of the stems for each of the four market destinations according to the diameter class and site index

Producto %	Precio en pie Pta/m ³	Clases diamétricas											
		< = 20			25-30			35-40			> = 45		
		I-II	III	IV	I-II	III	IV	I-II	III	IV	I-II	III	IV
Trituración	1.000	100	100	100	20	30	40	10	20	30	10	20	30
Postes	6.500	-	-	-	30	20	10	10	5	-	-	-	-
Sierra normal	3.250	-	-	-	50	50	50	60	70	70	60	70	70
Sierra calidad	5.500	-	-	-	-	-	-	20	5	-	30	10	-

A continuación se definió la distribución de los productos obtenidos en cada intervención selvícola (claras y cortas de regeneración) en función de la calidad y de la distribución diamétrica de la masa tras las claras selectivas en base a la experiencia empírica en la zona de estudio, proporcionada por los explotadores y transformadores de la madera locales. Para los klareos se ha partido de unos costes medios de 50.000 pta/ha. La Tabla 3 muestra estos datos.

RESULTADOS**Modelos de gestión propuestos**

Se han definido tres Tipos de Bosque Final (TBF) en función del potencial de crecimiento, es decir en función de la calidad de estación. Para cada uno de ellos se ha establecido una Tabla de Selvicultura a la carta, que describe en cifras la evolución previsible de la masa según los tratamientos propuestos. Para la elaboración de estas tablas se ha aplicado la metodología descrita en el apartado anterior.

TABLA 3
PORCENTAJE DE LOS PIES EXTRAIDOS EN CADA CLARA
SELECTIVA POR CALIDADES

Distribution in percentage of the thinned colective after selection thinning according to the site index

Clara	Clase diamétrica	Pinus nigra		
		Cal. I-II	Cal. III	Cal. IV
2 ^a	10	30	40	50
	15	50	60	50
	20	20	–	–
3 ^a	10	–	–	10
	15	60	60	60
	20	30	40	30
	25	10	–	–
4 ^a	15	20	30	40
	20	50	40	50
	25	30	30	10
5 ^a	20	30	30	30
	25	40	50	60
	30	30	20	10
6 ^o	20	–	–	–
	25	10	10	40
	30	30	30	40
	35	60	60	20
7 ^a	30	10	–	–
	35	40	–	80
	40	50	10	20
	45	–	90	–
8 ^a	40	–	–	–
	45	20	–	–
	50	60	–	–
	55	20	–	–

En las Tablas 4-6 se muestran los tres modelos de gestión definidos (TBF) y en la Tabla 7 se resumen las correspondientes Tablas de Selvicultura a la carta. Como puede comprobarse los modelos varían en el diámetro medio final alcanzable y en el turno, por lo que el

TABLA 4
TIPO DE BOSQUE FINAL (TBF) PROPUESTO PARA LAS MASAS DE PINO
LARICIO DE CALIDAD I Y II

Proposed Final Forest Type for the black pine forests (Site Index I and II)

Especies:	<i>Pinus nigra</i> - <i>Pinus sp.</i> / <i>Quercus pubescens</i> / <i>Q. faginea</i>
Porcentaje estrato dominante:	80-100/90 % 0-20/10 %
Objetivo:	Producción de madera de calidad para sierra. Porcentaje medio de postes durante las claras selectivas.
Diámetro medio final:	50 cm
Nº de árboles final:	190 pies/ha
Turno:	70-90 años
Tratamientos:	<ul style="list-style-type: none"> - Clareos tempranos y fuertes. - Claras a partir de los 10 m de Ho en forma de selectivas mixtas. El peso de la clara disminuye gradualmente en cada intervención. A partir de los 22 m de Ho se pasa a una clara fuerte por lo bajo. - Poda de calidad en los árboles de futuro hasta como mínimo los 6 m. - Regeneración por fajas estrechas (25 m de ancho).

Esquema del tratamiento:

Calidad I - II		Clara selectiva mixta
H _o m	N	
-	>10.000 1.666	Masas naturales procedentes de regeneración. Plantación: 1.666 pies/ha; marco de 3x2 m; planta de 2 savias; Sólo aconsejable allí donde no haya regeneración natural o sea necesario complementarla.
6	4.500 1.500	Clareos: Reducir la densidad a 2.500 pies/ha, eliminando los árboles con defectos, malformaciones o enfermos. Reducir densidad a 1.500 pies/ha en caso de plantación.
10	2.000 1.200	Clara selectiva mixta: selección de árboles de futuro: 190 en total. Clara fuerte alrededor de los pies escogidos; eliminar 3-4 competidores por árbol de futuro. Poda de los pinos seleccionados hasta los 5-6 m de altura.
13	1.280 800	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos; eliminar 2-3 competidores por árbol de futuro.
16	832 550	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos; eliminar 1-2 competidores por árbol de futuro.
18	549 400	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos; eliminar hasta 1 competidor por árbol de futuro.
20	373 300	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos; eliminar 0,5 competidores por árbol de futuro.
22	261	Clara fuerte por lo bajo: extracción del resto de los pies dominados de la masa.
24	190	Nº final de pies; no se realizan más tratamientos hasta las cortas de regeneración.

TABLA 5
TIPO DE BOSQUE FINAL (TBF) PROPUESTO PARA LAS MASAS DE PINO
LARICIO DE CALIDAD III

Proposed Final Forest Type for the black pine forests (Site Index III)

Especies:	<i>Pinus nigra</i> - <i>Pinus</i> sp. / <i>Quercus pubescens</i> / <i>Q. faginea</i>
Porcentaje estrato dominante:	80-100/90 % 0-20/10 %
Objetivo:	Producción de madera de calidad para sierra. Porcentaje medio de postes durante las claras selectivas.
Diámetro medio final:	45 cm
Nº de árboles final:	250 pies/ha
Turno:	90 años
Tratamientos:	— Clareos tempranos y fuertes. — Claras a partir de los 9 m de Ho en forma de selectivas mixtas. El peso de la clara disminuye gradualmente en cada intervención. A partir de los 17 m de Ho se pasa a una clara fuerte por lo bajo. — Poda de calidad en los árboles de futuro hasta los 5-6 m. — Regeneración por fajas estrechas (25 m de ancho).

Esquema del tratamiento:

Calidad III		Clara selectiva mixta
H ₀ m	N	
—	>10.000 1.666	Masas naturales procedentes de regeneración. Plantación: 1.666 pies/ha; marco de 3x2 m; planta de 2 savias; Sólo aconsejable allí donde no haya regeneración natural o sea necesario complementarla.
6	4.500 1.500	Clareos: Reducir la densidad a 2.500 pies/ha, eliminando los árboles con defectos, malformaciones o enfermos. Reducir densidad a 1.500 pies/ha en caso de plantación.
9	2.000 1.200	Clara selectiva mixta: selección de árboles de futuro: 250 en total. Clara fuerte alrededor de los pies escogidos: eliminar 3 competidores por árbol de futuro. Poda de los pinos seleccionados hasta los 5-6 m de altura.
11	1.242 800	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 2 competidores por árbol de futuro.
13	784 550	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 1 competidor por árbol de futuro.
15	510 350	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar menos de 1 competidor por árbol de futuro.
17	343	Clara fuerte por los bajo: extracción del resto de los pies dominados de la masa.
19	250	N.º final de pies; no se realizan más tratamientos hasta las cortas de regeneración.

TABLA 6

**TIPO DE BOSQUE FINAL (TBF) PROPUESTO PARA LAS MASAS DE PINO
LARICIO DE CALIDAD IV**

Proposed Final Forest Type for the black pine forests (Site Index IV)

Especies:	<i>Pinus nigra - Pinus sp. / Quercus pubescens / Q. faginea</i>
Porcentaje estrato dominante:	80-100/ 90 % 0-20/10 %
Objetivo:	Producción de madera de calidad para sierra. Porcentaje medio de postes durante las claras selectivas.
Diámetro medio final:	35 cm
Nº de árboles final:	300 pies/ha
Turno:	95 años
Tratamientos:	— Clareos tempranos y fuertes. — Claras a partir de los 8 m de Ho en forma de selectivas mixtas. El peso de la clara disminuye gradualmente en cada intervención. A partir de los 14,5 m de Ho se pasa a una clara fuerte por lo bajo. — Poda de calidad en los árboles de futuro hasta los 4-5 m. — Regeneración por fajas estrechas (20-25 m de ancho).

Esquema del tratamiento:

Calidad I - II		Clara selectiva mixta
H ₀ m	N	
—	>10.000 1.666	Masas naturales procedentes de regeneración. Plantación: 1.666 pies/ha; marco de 3x2 m; planta de 2 savias; Sólo aconsejable allí donde no haya regeneración natural o sea necesario complementarla.
6	4.500 1.500	Clareos: Reducir la densidad a 2.500 pies/ha, eliminando los árboles con defectos, malformaciones o enfermos. Reducir densidad a 1.500 pies/ha en caso de plantación.
8	2.000 1.200	Clara selectiva mixta: selección de árboles de futuro: 300 en total. Clara fuerte alrededor de los pies escogidos: eliminar 2-3 competidores por árbol de futuro. Poda de los pinos seleccionados hasta los 4-5 m de altura.
10	1.294 900	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 1-2 competidores por árbol de futuro.
11,5	850 600	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 1 competidor por árbol de futuro.
13	576 450	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 0,5 competidores por árbol de futuro.
14,5	401 300	Clara fuerte por lo bajo: extracción del resto de los pies dominados de la masa
15,5	300	N.º final de pies; no se realizan más tratamientos hasta las cortas de regeneración.

TABLA 7
TABLAS DE SELVICULTURA A LA CARTA PARA LOS TRES TIPOS DE BOSQUE FINAL (TBF) PROPUESTOS
Yield models for the three proposed Final Forest Types

											Calidad I=II				
Ho	Edad	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S
m	años	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	—	m ²	%	m ³	%	%
6,0	16	19	> = 4.500					> 2.500		—					
10,0	25	29	2.000	13,8	29,7	145		720	36,0	3,8	10,7	36	52	36	22
13,0	32	38	1.280	19,1	36,7	208		448	35,0	2,4	12,8	35	73	35	22
16,0	41	49	832	25,1	41,0	276		283	34,0	1,5	13,9	34	94	34	24
18,0	47	57	549	30,9	41,2	308		176	32,0	0,9	13,2	32	98	32	24
20,0	54	67	373	37,4	41,0	338		112	30,0	0,6	12,3	30	101	30	26
22,0	61	78	261	44,4	40,5	366		71	27,3	0,4	11,0	27	100	27	28
24,0	71	91	190	51,7	39,9	394	90	1.810					518		30
Total											912				
											Calidad I=II				
Ho	Edad	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S
m	años	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	—	m ²	%	m ³	%	%
6,0	22	32	4.500	13,0	26,5	121		2.500	37,9	—	10,0	38	46	38	25
9,0	32	40	2.000	17,8	30,8	151		758	36,9	3,0	11,4	37	56	37	26
11,0	40	49	1.242	23,3	33,4	184		458	34,9	1,8	11,7	35	64	35	27
13,0	49	60	784	29,5	34,8	216		274	32,9	1,1	11,4	33	71	33	30
15,0	60	73	510	36,3	35,4	248		168	27,0	0,7	9,6	27	67	27	32
19,0	89	109	250	42,8	36,0	281	85	1.750					304		33
Total											584				
											Calidad IV				
Ho	Edad	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S
m	años	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	—	m ²	%	m ³	%	%
6,0	29	38	4.500	12,2	23,4	101		2.500	35,3	—	8,3	35	36	35	28
8,0	38	49	2.000	16,7	28,3	129		706	34,3	2,4	9,7	34	44	34	28
10,0	49	61	1.294	21,4	30,5	151		444	32,3	1,5	9,9	32	49	32	30
11,5	59	71	850	26,5	31,8	173		275	30,3	0,9	9,6	30	52	30	32
13,0	71	85	576	32,1	32,6	194		174	25,2	0,6	8,2	25	49	25	34
15,5	97	117	300	37,1	32,5	206	80	1.700					230		37
Total											436				

Ho: Altura dominante (100 más gruesos/ha); Nt: Número pies; dg: diámetro cuadrático medio; AB: Área basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; Fcc: Fracción de cabida cubierta; Next: Número de pies extraído en la intervención; Cp/A.f.: Competidores extraídos por árbol de porvenir; AB ext.: Área basimétrica extraída; V ext.: Volumen extraído; %S: Índice de Hart.

número de árboles de porvenir también es diferente. Los regímenes de tratamiento están adaptados a la dinámica de crecimiento en cada caso en lo referente a periodicidad y peso de las intervenciones.

Valoración económica de los modelos

De acuerdo con los parámetros descritos en el apartado de metodología en la Tabla 8 se muestra el resultado de la valoración de los tres modelos. Con el fin de actualizar los valores de los rendimientos futuros y para poder comparar las producciones obtenidas en los modelos a pesar de tener turnos diferentes, se incluye un cálculo del VAN (Valor Actual Neto) con tres tipos diferentes de interés (2, 4 y 6 p. 100).

TABLA 8
VALORACION DE LOS MODELOS DE GESTION PROPUESTOS
Economical evaluation of the proposed management models

Calidad	<i>Pinus nigra</i>		
	I-II	III	IV
Turno (años)	90	90	95
Pta/ha/año	26.071	15.381	8.256
VAN (2 %)	1.200.164	753.411	399.023
VAN (4 %)	600.082	376.706	199.512
VAN (6 %)	400.055	251.137	133.008

La comparación de estos resultados con los obtenidos actualmente (alrededor de 6.000 pta/ha/año) o con los obtenibles aplicando los modelos de gestión irregular desarrollados para estas masas (González *et al.*, 1997) y mostrados en la Tabla 9, pone de manifiesto que en las primeras calidades y en las intermedias los resultados son mejores que en los modelos irregulares, equiparándose ambos en las peores calidades. Esto se debe a varios factores:

- Mayor porcentaje de Fcc permanentemente ocupada durante toda la gestión, por lo que el volumen de existencias acumuladas total es mayor.
- Mayor porcentaje de pies limpios de ramas y de conformación cilíndrica, que permite una mayor proporción de pies destinados a postes, los cuales actualmente tienen un buen rendimiento económico.
- Mayor porcentaje de pies de grandes dimensiones y buena conformación de fuste, lo que permite destinarlos a sierra de calidad. Esta tendencia se acentuará en el futuro, ya que el déficit de madera de calidad aumenta mundialmente y los mercados tradicionales de abastecimiento (trópicos y subtrópicos) van agotándose por sobreexplotación.

TABLA 9

**AUMENTO PROPORCIONAL DE LOS RESULTADOS ECONOMICOS
DE LOS MODELOS DE GESTION REGULAR FRENTE A LOS IRREGULARES,
CONSIDERANDO ESTOS COMO VALOR 100**

Proportional increment of the economic results of the proposed management even-aged models compared to the traditional selection models, which are set to value 100

Calidad	<i>Pinus nigra</i>		
	I-II	III	IV
Modelo irregular	100	100	100
Modelo regular	160	142	114

CONCLUSIONES

Los modelos propuestos apuestan por reducir las intervenciones selvícolas a un mínimo en consonancia con los objetivos definidos. Alcanzar mayores diámetros con pies de buena conformación en el mismo turno sólo es posible adaptando la gestión a la dinámica natural de crecimiento de esta especie. Para ello es fundamental realizar las claras en el momento adecuado y adaptar su peso a la capacidad de reacción de la masa en las diferentes edades. Es por ello que se proponen las claras selectivas como base del régimen de tratamientos selvícolas, aconsejándose regular las intervenciones en función de la Ho, parámetro directamente relacionado con la calidad de estación y por consiguiente con el potencial de crecimiento (Assmann, 1970).

Las Tablas de Selvicultura a la carta reflejan el desarrollo potencial de estas masas bajo la aplicación de un régimen predeterminado de claras, en este caso selectivas mixtas. Con el apoyo de una poda de los pies escogidos se asegura una proporción de madera limpia de nudos desde el comienzo de las primeras intervenciones. El objetivo es potenciar la producción de madera de calidad en turnos similares o menores a los actuales. Otros productos intermedios como los postes se aseguran en una proporción similar o mayor a la que se obtiene con el sistema de gestión tradicional. Es factible por ello mantener una rentabilidad paralela al objetivo principal sin comprometer la estructura de la masa hacia un sólo producto, aunque éste goce actualmente de una buena acogida en el mercado.

Resulta además interesante recalcar las ventajas añadidas de los modelos de gestión propuestos en términos de estabilidad de la masa y de fomento de una mayor biodiversidad. Esta última se explica por un lado por hallarse rodales en diferentes estadios de desarrollo, con densidades y estratificaciones verticales de arbolado distintas, y por otro por mantener un porcentaje de masas adultas de dimensiones y estructuras selvícolas hoy prácticamente desconocidas. Estos estadios maduros de arbolado tienen cada vez mayor relevancia desde puntos de vista ecológicos, paisajísticos y de ocio, manteniendo a la par un alto grado de interés productivo. En tanto en cuanto el principal producto con valor de mercado sea la madera es imprescindible compaginar todos estos elementos de tal forma que los ingresos generados por esta última mantengan la viabilidad económica del conjunto.

Para terminar, destacar la importancia de contar por primera vez con modelos completos de gestión para el pino laricio en el prepirineo, acompañados de las correspondientes Tablas de Silvicultura a la carta. Aunque los modelos aquí reflejados sólo pueden ser interpretados como provisionales, a ajustar a medida que las parcelas de experimentación vayan aportando nuevos datos, su relevancia práctica es manifiesta. Todos los parámetros obtenidos se enmarcan dentro de los valores de experiencia actuales, siendo previsible que la mayor dinámica de crecimiento de masas tratadas por claras selectivas confirmen o mejoren los resultados previstos. Uno de los principales retos selvícolas para los próximos años será el de desarrollar directrices de gestión modernas para todas las especies forestales que garanticen en mayor medida la sostenibilidad económica, social y ecológica de la gestión de nuestros bosques.

AGRADECIMIENTOS

Los modelos presentados han sido parcialmente desarrollados en el marco del proyecto "Pla de Producció Forestal per a les comarques del Solsonès i el Berguedà", financiado mediante un convenio entre el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya y la Universitat de Lleida (UdL).

SUMMARY

Preliminary yield models for evenaged stands of *Pinus nigra* Arn. in the catalan pyrenees

Three detailed management models are developed for even-aged black pine (*Pinus nigra* Arn.) stands of the Pyrenees. These models consist of a descriptive part, named Final Stand Type, from the first thinning to the regeneration concepts. Several goals to be reached in terms of final medium diameters and rotations are defined for each site index class. This part is complemented by Management Tables that represent quantitatively the stand evolution according to the proposed treatment regimen. Starting by a selective thinning combined with low thinning, weights and rotations of interventions are spread out at intervals depending on the growth dynamics of the species in the different site index classes. Finally, comparative economic valuation is carried out between the proposed models and the management as uneven-aged forest, which is the traditional management method of these stands in the Pyrenees.

KEY WORDS: *Pinus nigra*
Silviculture
Management Tables
Final Forest Types
Selective Thinning

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASSMANN E., 1970. The Principles of Forest Yield Study. Pergamon, Oxford. 506 pp.
 ICONA, 1993 (Ed.). Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Cataluña. Lleida. MAPA-ICONA. Madrid. 303 p.
 ELENA R., SANCHEZ O., 1991. Los pinares españoles de *Pinus Nigra* Arn.: Síntesis ecológica. MAPA. INIA. Monografías Nº 81. 110 p.
 GONZALEZ J.M.^a, 1994. Typisierung von jungen Kiefern-Eichen-Mischbeständen Zentralspaniens und Ableitung von Behandlungsmodellen. Schriften aus dem Waldbau- Institut. Univ. Freiburg. 145 pp.
 GONZALEZ J.M.^a, 1995. Tipificación selvícola de las masas mixtas de pino y rebollo en el Sistema Ibérico (España): Estudio sobre su calidad forestal. INIA. Sistemas y recursos forestales, Nº 2: 221-249.

- GONZALEZ J.M^a., 1996. Tipificación de las masas mixtas de pino y rebollo en el Centro de España y desarrollo de conceptos para su tratamiento selvícola. S.E.C.F. Grupo de trabajo Selvicultura Mediterránea. Actas de la Reunión de Córdoba. Cuadernos de la S.E.C.F. Num. 3: 147-165.
- GONZALEZ J.M^a., 1997 III Jornades Selvícolas: Bosc regular: Aclarides en masses de Pinassa. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Documento no publicado.
- GONZALEZ J.M^a., ARRUFAT D.; MEYA D., 1997. Modelos de gestión selvícola para las masas irregulares de pino laricio en el prepirineo catalán. RFE, N° 16: 14-20.
- GOMEZ J.A., 1996. *Pinus nigra* Arn. en el Sistema Ibérico: Tablas de crecimiento y producción. MAPA. INIA. Monografía N° 93. 106 pp.
- PICARDO A., 1985. Tablas de gestión a la carta. Aplicación a montes de pino silvestre. Proyecto Fin de Carrera. ETSIM. Madrid. Documento no publicado. 167 pp.
- PITA, 1965. Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de *Pinus pinaster* Sol. (Continental) y *Pinus uncinata* Ram. de la Península Ibérica. Madrid. Anales IFIE, 12: 125-140.
- ROJO A., MONTERO G., 1996. El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama. MAPA. Madrid. 293 pp.
- WIEDEMANN E., 1951. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.