

Estudio de los rendimientos y de los turnos óptimos en Galicia del eucalipto, del pino y del roble

CONSTANTINO A. AROSA GÓMEZ
Departamento de Análisis Económico
Universidad de La Coruña

1. ESTUDIO ECONÓMICO DEL *EUCALYPTUS GLOBULUS*

El eucalipto llega a Europa sobre el año 1774, traído de Australia por el capitán Cook. Inicialmente se utilizó, en Inglaterra, como árbol ornamental. En el año 1846, Fray Rosendo Salvado, envía a sus parientes de Tuy (Pontevedra), como obsequio, semillas de esta especie, considerada como el árbol mas majestuoso de toda Oceanía. iniciándose así su establecimiento en Galicia.

Para el desarrollo idóneo del eucalipto, en nuestras latitudes, se requiere que la altitud máxima no supere los 450 m. sobre el nivel del mar. No existen masas significativas de este árbol, por encima de los 451 de latitud norte. Su alta sensibilidad al frío, a las heladas y a las nieblas persistentes, marcan sus mayores limitaciones. Se trata de una especie muy forestal, esto es, capaz de formar masas densas, muy resistente al fuego, al viento y muy plástico en cuanto a suelos. En Galicia, en las zonas mas aptas, se obtienen crecimientos excepcionales, en torno a los 50 m³ ha/año, equiparables a las buenas zonas mundiales (Aracruz-Brasil). Alcanza muy buen precio de venta, ya a edades tempranas y tiene un brillante y creciente mercado actualmente, especialmente por sus buenos rendimientos en celulosa y por la pequeña longitud de su fibra, muy apto para papel de uso doméstico y material de escritorio.

Para su estudio, simplificamos las capacidades o rendimientos productivos en sólo tres grupos, tomando los datos principales de los estudios técnicos de los centros de investigación forestal. También hemos realizado varias entrevistas personales, a los mas importantes empresarios forestales de madera de eucalipto de Galicia, a fin de contrastar aquellos datos con los procedentes de los rendimientos reales en el momento de la corta.

Como resultado de este contraste, pude decirse que los rendimientos del eucalipto en las mejores comarcas del norte de las provincias de La Coruña y de Lugo se corresponden con los de la calidad I de producción. En ellas se obtiene de esta especie forestal los mayores crecimientos de toda Europa.

Se trata, por tanto, de una comarca extraordinariamente idónea. En el cuadro n.º 1 se recogen los datos principales de una tabla de producción de eucalipto para las tres calidades tomadas en consideración.

CUADRO N.º 1
Tabla de producción del *Eucalyptus globulus*

CALIDAD I								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)	0	7,6	10,3	22,8	25,0	25,8	26,2	26,3
V. total (m ³)	0	20	230	550	900	1.200	1.400	1.580
V. medio (dm ³)	0	18	207	495	810	1.080	1.260	1.422
Altura (m)	0	14	24	32	38	45	50	54
Precio (pts/m ³)	0	0	2.500	3.400	3.600	3.700	3.725	3.750
Valor x 1000 pt	0	0	575	1.870	3.240	4.440	5.215	5.925
CALIDAD III								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)		6,8	14,4	18,3	20,3	22,8	24,1	25,0
V. total (m ³)	0	10	90	225	375	600	750	850
V. medio (dm ³)	0	9	81	202	337	540	675	765
Altura (m)		6,5	13	19,5	26	32,5	36	38
Precio (pts/m ³)	0	0	1.500	2.500	2.900	3.400	3.550	3.600
Valor x 1000 pt	0	0	135	562	1.087	2.040	2.662	3.050
CALIDAD V								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)		6,6	14,1	16,7	17,9	18,5	18,7	18,9
V. total (m ³)	0	7	65	140	220	300	360	410
V. medio (dm ³)	0	6,3	58,5	126	198	270	324	269
Altura (m)	0	5	11	15	78	25	29	32
						22	25	28
Precio (pts/m ³)	0	0	1.200	1.900	2.400	2.600	2.650	2.700
Valor x 1000 pt			78	266	528	780	954	1.107

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

La expresión matemática del parámetro más indicativo, a nuestro entender, de la calidad productiva, es el volumen total de existencias en un momento dado, suponiendo que no se realicen cortas intermedias, se puede representar con una alta fiabilidad.

Mediante la correspondiente representación matemática de los datos citados, se obtiene para el EG-1:

$$\text{Volumen Total} = -12,13 T + 4,407 T^2 - 0,08 T^3$$

Representando T la edad de la masa forestal en años y el volumen total se expresa en dm^3 .

A efectos de obtener a que edad se logran los máximos rendimientos marginales y medios en especie, calculamos las correspondientes expresiones matemáticas a partir de la anterior fórmula.

Las expresiones obtenidas son:

$$\text{Volumen Total} = -12,13 T + 4,407 T^2 - 0,08 T^3$$

$$\text{Crecimiento marginal (CCEG-1)} = -12,13 + 8,814 T - 0,24 T^2$$

$$\text{CCEG-1 máximo para } T = 18,3 \text{ años}$$

$$\text{Crecimiento medio (CMEG-1)} = -12,13 + 4,407 T - 0,08 T^2$$

$$\text{CMEG-1 máximo para } T = 27,5 \text{ años}$$

La estimación de los valores de crecimiento medio y crecimiento marginal, se ofrecen en el cuadro n.º 2.

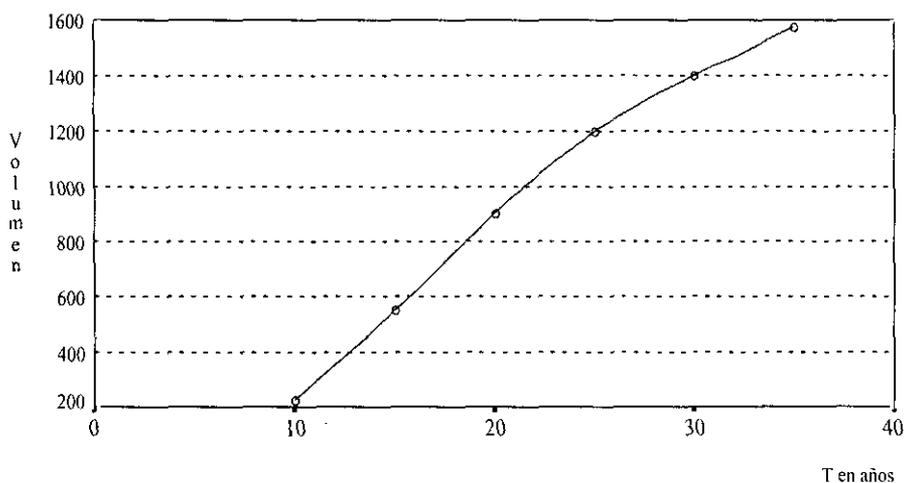
CUADRO N.º 2
Crecimiento medio y marginal del EG-1

T	C.ME.EG-1	C.M.EG-1
0		
5	25,92	4,00
10	51,97	23,00
15	66,0	36,67
20	68,07	45,00
25	58,12	48,00
30	36,17	46,67
35	2,22	44,29

Igualando a cero la primera derivada de la expresión matemática del crecimiento marginal y del crecimiento medio, (por tratarse de funciones cóncavas, esta es una condición necesaria y suficiente para la existencia de un máximo), se obtiene a que edad se producen los máximos. Los datos obtenidos han sido los siguientes: máximo del crecimiento corriente o crecimiento marginal del eucalipto globulus de primera clase, 18,3 años.

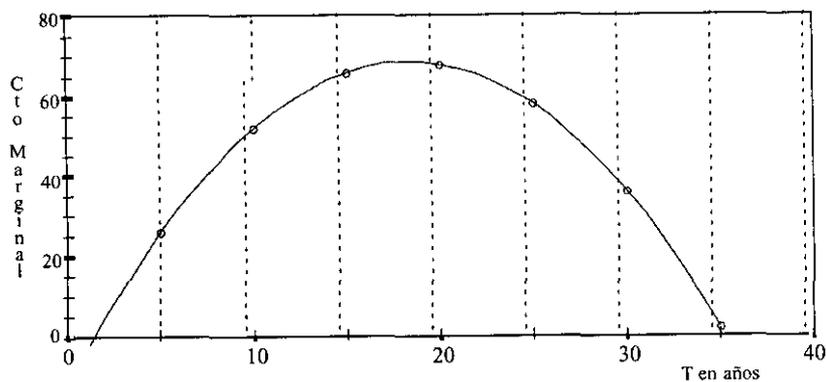
Sin embargo, el máximo del crecimiento medio por año de vida, se obtiene en torno a los 27,5 años. En las figuras números 1 y 2 se proporcionan las evoluciones de estas magnitudes mediante el ajuste de las correspondientes funciones a los datos consignados en el cuadro n.º 1. El siguiente paso consiste en aplicar el modelo de *M. Faustmann* para la determinación de los turnos óptimos de tala en función de los distintos tipos de interés a aplicar al capital que interviene en la explotación forestal incluido el valor forestal del suelo. Como puede apreciarse en cuadro n.º 1 el diámetro del eucalipto es una función de la edad de la masa y el precio del m³ de madera es una función de aquel.

FIGURA N.º 1
Existencias por ha. EG-1



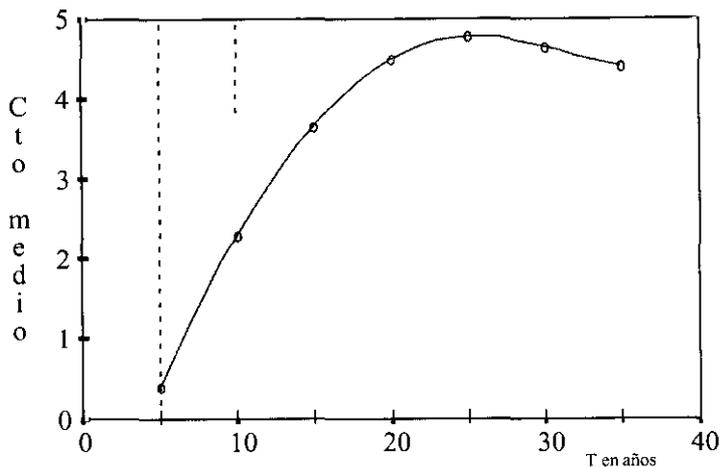
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

FIGURA N.º 2
Crecimiento marginal EG1



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

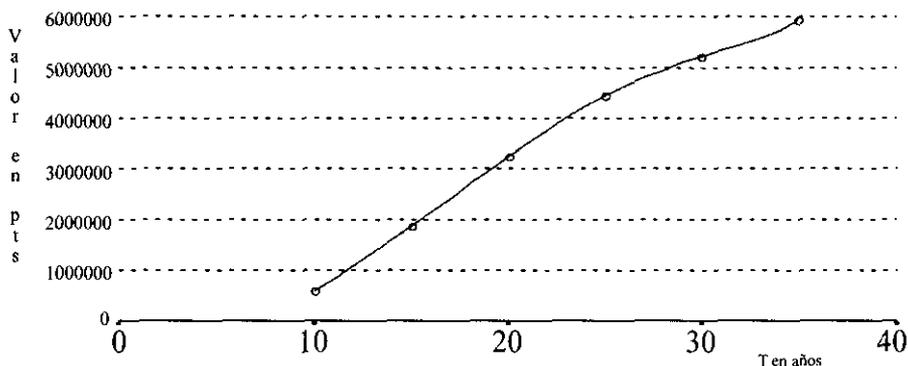
FIGURA N.º 3
Crecimiento medio



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

Es por ello que, con arreglo a los datos sobre los precios proporcionados por las fuentes citadas y contrastados con los aserraderos forestales se ha realizado la correspondiente estimación del valor, en miles de pesetas, de las existencias de madera por, ha., en función de la edad. Dato este que se consigna en la correspondiente fila del Cuadro n.º 1, para cada calidad.

FIGURA N.º 4
Valor Existencias/ha. EU 1



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

La correspondiente representación gráfica de la función de crecimiento del valor en Ptas./ha., se recoge en la figura 4. A partir de ella y presupuestando unos gastos de plantación de 200.000 Ptas./ha. a partir de las cuales, es posible obtener una estimación del crecimiento dinerario marginal relativo del E.G-1.^a CLASE

Estos valores se ofrecen en el cuadro n.º 3 y la correspondiente representación gráfica se recoge en la figura n.º 5.

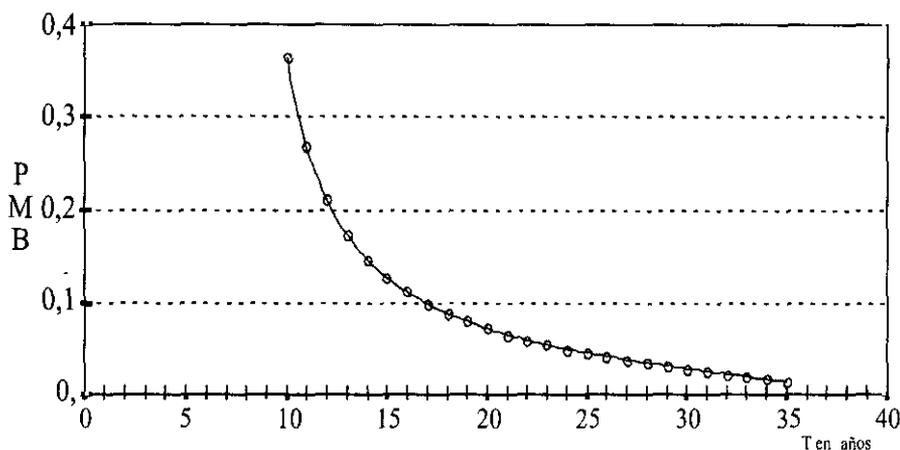
El turno óptimo, según el modelo de *M. Faustmann*, será aquel en el que el producto marginal del bosque, se iguala con el rendimiento financiero relativo del valor capital, (RFVC), que depende del interés anual del rédito (r).

Si denotamos por i la tasa de interés instantánea correspondiente:

CUADRO N.º 3
Producto marginal relativo de un eucaliptal E.G-1

Te	P.M.E.G-1
10,00	0,78
11,00	0,44
12,00	0,30
13,00	0,23
14,00	0,19
15,00	0,16
16,00	0,13
17,00	0,12
18,00	0,10
19,00	0,09
20,00	0,08
21,00	0,07
22,00	0,07
23,00	0,06
24,00	0,06
25,00	0,05
26,00	0,05
27,00	0,04
28,00	0,04
29,00	0,03
30,00	0,03
31,00	0,03
32,00	0,02
33,00	0,02
34,00	0,02
35,00	0,02

FIGURA N.º 5
Producto marginal relativo de una masa forestal EG-1



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

El turno óptimo de la explotación del eucalipto estudiado, en las condiciones descritas, se alcanzará en aquel año, para el cual se iguale al producto marginal del bosque con el rendimiento financiero del valor capital. En la figura n.º 6, se representan los valores del rendimiento financiero relativo del valor capital para los distintos tipos de interés, de la explotación forestal, que por vía de ejemplo, se han seleccionado las siguientes cantidades: 3%-5%-10%-15%-20%-25%.

Todos los valores del rendimiento financiero están calculados con arreglo a la expresión citada. La evolución del rendimiento financiero relativo del valor capital, en función del tiempo y para las distintas tasa de interés anual se muestra en la figura n.º 6, en ella se puede apreciar que la tasa de variación instantánea de esta variable, con respecto al tiempo, ajustada por la pendiente de las referidas curvas, disminuye con el tiempo y con el tipo de interés o rendimiento necesario para la explotación.

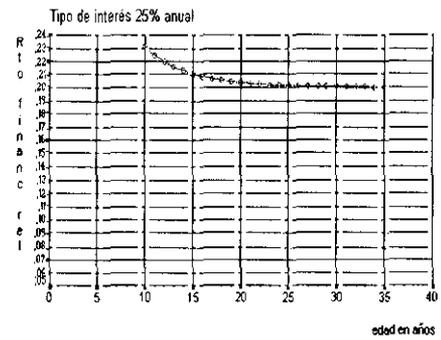
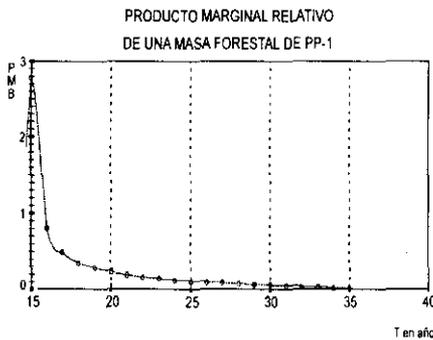
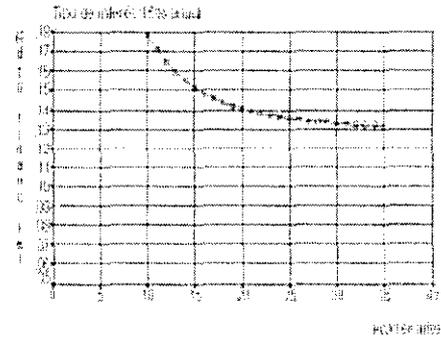
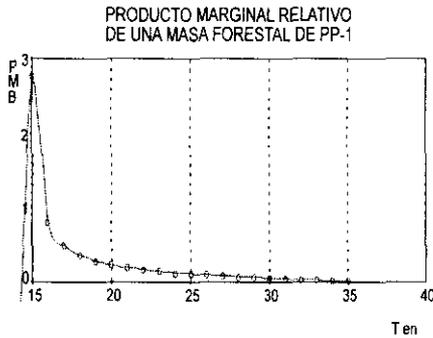
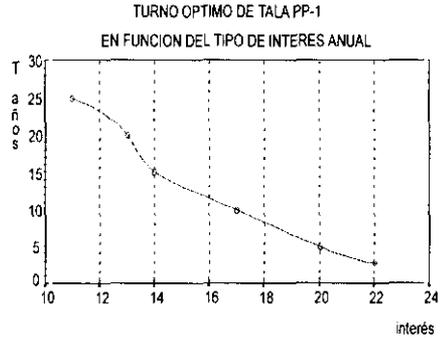
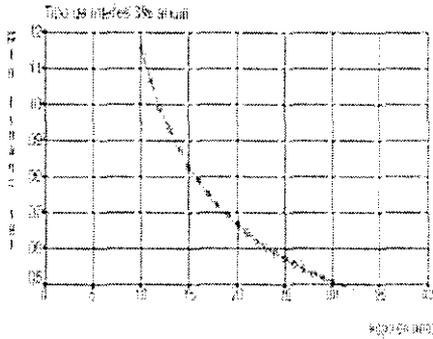
La justificación de estos altos tipos de interés o de rendimiento imputable a la explotación forestal, viene dada por un diferencial de rendimiento suficiente que cubra los posibles riesgos de la producción forestal.

Mediante el cálculo de la intersección entre el producto marginal del bosque y el rendimiento financiero relativo del valor capital se obtiene la siguiente aproximación a los turnos óptimos de tala del EG-1, en las condi-

CUADRO N.º 4
Rendimiento financiero relativo del valor capital

T (años)	r3	r5	r10	r15	r20	r25
10,00	0,12	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23
11,00	0,11	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
12,00	0,10	0,11	0,14	0,16	0,20	0,22
13,00	0,09	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22
14,00	0,09	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21
15,00	0,08	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
16,00	0,08	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
17,00	0,08	0,09	0,11	0,15	0,18	0,21
18,00	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21
19,00	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
20,00	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
21,00	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20
22,00	0,06	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
23,00	0,06	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
24,00	0,06	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
25,00	0,06	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
26,00	0,06	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
27,00	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
28,00	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
29,00	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
30,00	0,05	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
31,00	0,05	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
32,00	0,05	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
33,00	0,05	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
34,00	0,05	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
35,00	0,05	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20

FIGURA N.º 6
Rendimiento financiero relativo del valor capital
según el tipo de interés



ciones anteriormente descritas y que se ofrecen en el cuadro n.º 5 y cuya gráfica se representa en la figura n.º 7. Puede apreciarse, en el mismo, que el turno óptimo, tiene una sensibilidad muy apreciable al tipo de interés.

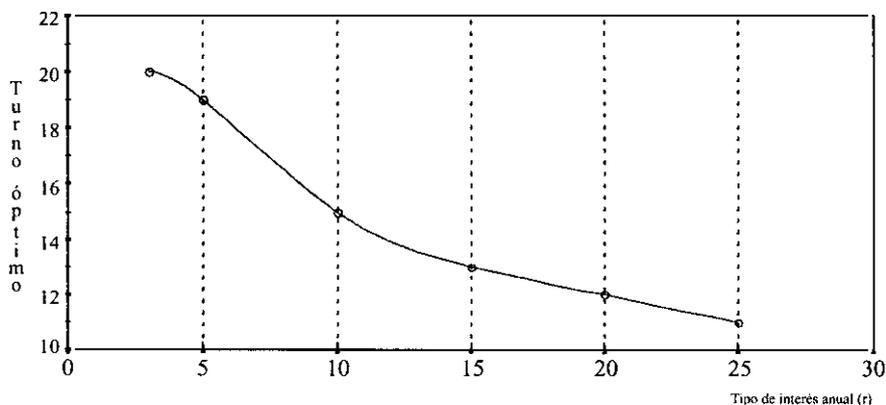
CUADRO N.º 5
Turno óptimo de corta EG-1

Tipo de interés	3	5	10	15	20	25
Turno óptimo	23	20	16	15	14	13

Estos resultados son ya una primera aproximación, ciertamente valiosa, para indicar entornos razonables de turnicidad óptima. Aproximadamente, el turno óptimo varía entre los 20-23 años, para tipos de interés del 4% y el turno se reduce a los 13 años para rentabilidades del 20%.

Como puede observarse, existe una clara relación decreciente entre la edad óptima de tala y el tipo de interés o rentabilidad mínima exigida por la explotación, existiendo una progresiva pérdida de sensibilidad de la edad óptima de tala al tipo de interés conforme se amplían los niveles de rentabilidad exigida por la explotación, especialmente en cuanto se supera la cifra del 15% de interés anual.

FIGURA N.º 7
Turno óptimo de corta EG-1



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: FERNÁNDEZ, A. (1982), MOLINA, F. (1989), RIGUEIRO, A. (1993), Comunicaciones personales de COCIÑA, C. (1998), VILLAPOL, D. (1999) y otros e interpolaciones.

A partir de estos datos, una vez conocido el turno óptimo, puede calcularse el valor capitalizado que corresponde al primer ciclo productivo de la explotación, VAN EG-1, que refleja el valor actual neto de la renta de la tierra, al que tenderían los precios en un mercado competitivo. Por su parte, el valor actual de la suma indefinida de los alquileres de tales rentas periódicas, será el valor actual de la parcela forestal.

Los valores obtenidos por los correspondientes cálculos, según los distintos tipos de interés se ofrecen en la cuadro n.º 6, en la que puede apreciarse que para rentabilidades de explotación superiores al 15% los diferenciales de las parcelas forestales son muy reducidos, menores de 84.000 Ptas./ha. y que para rendimientos superiores, es decir, en torno al 20%-25% resultan claramente negativos.

CUADRO N.º 6
Relación entre el rédito la renta y el valor de la tierra para E.G-1

r	T	VAN1	VANinf
3,00	23	1.802,71	3.691,89
5,00	20	976,93	1.550,23
10,00	17	329,59	420,69
15,00	15	72,61	84,65
20,00	14	negat.	negat.
25,00	13	negat.	negat.

Por el contrario, en el entorno de los rendimientos anuales de la explotación mas reducidos, 5%-10%, los precios o los valores de la propiedad forestal oscilan entre las 400.000-1.500.000 Ptas.

2. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PINO PINASTER

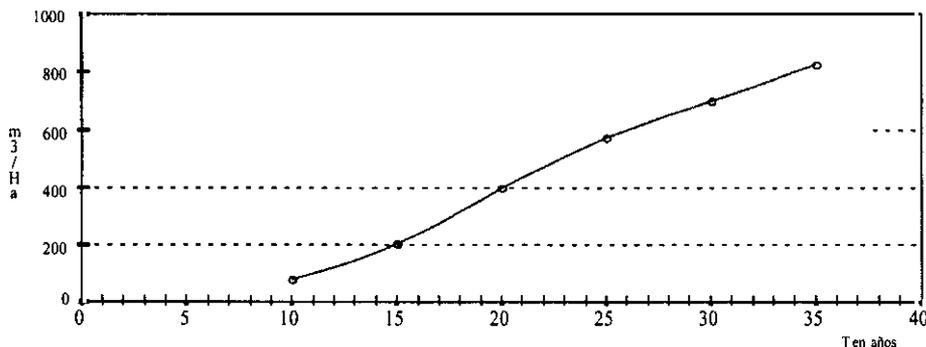
Para algunos autores fue probablemente introducido en Galicia, procedente de Portugal en 1650, aunque para otros se trata de una especie autóctona. En cualquier caso la adaptación a las condiciones estacionales es muy alta y de ahí que sea la especie forestal que ocupa la mayor superficie. El desarrollo óptimo de la subespecie atlántica se alcanza en cotas inferiores a las 300 m. sobre el nivel del mar, alcanzando una altura máxima, en torno a

los 30 m. y difícilmente supera los cien años de edad. no se reproduce bajo las frondosas, por ser una especie de luz, pero si se da la situación inversa. Se trata de una especie arbórea muy frugal, que se desarrolla, sin mayores problemas, en suelos ácidos, tan frecuentes en Galicia. Es un árbol muy sensible al viento y al fuego, su madera contiene una alta cantidad de resina y sus hojas permiten el paso de la luz solar. Se trata de una especie forestal muy sensible a las infecciones por hongos.

Para su estudio, se ha procedido de modo similar que en el caso del EG-1, recogiendo datos, en aquellos municipios gallegos ricos en esta resinosa. También enriquecimos nuestra base de datos, entrevistando a los madereros mas representativos de la comarca del Arenteiro (Orense), una de las mejores zonas gallegas para la producción de esta especie forestal. Con los datos obtenidos, mas la bibliografía disponible, hemos elaborado el cuadro n.º 7, en el que se recogen simplificados los datos principales una vez agrupados por tres calidades productivas. Siguiendo el mismo método de investigación que el utilizado en el estudio del E.G-1.^a, véase punto 4, por lo que consideramos innecesaria su repetición. Así, se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Volumen Total (VTPP-1)} &= -10,93 T + 2,23 T^2 - 0,035 T^3 \\ \text{Crecimiento medio (CMPP-1)} &= -10,93 + 2,23T - 0,035 T^2 \\ \text{CMPP-1 máximo para } T &= 31,8 \text{ años} \end{aligned}$$

FIGURA N.º 8
Existencias Totales PP-1



Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de ECHEVERRIA, I. (1948), TOVAL, G. (1975), Comunicaciones madereros zonaARENTEIRO (1997), y otros e interpolaciones.

CUADRO N.º 7
Tabla de producción del pino pinaster

<i>CALIDAD I</i>								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)	0	5	11,4	17,5	22,5	26,6	27,7	28,5
Precio (pts/m ³)	0	73	570	1.665	3.125	4.744	5.250	5.637
Existencias	0	0	80	205	400	575	700	830
Valor x 1.000 pt	0	0	45,5	341,3	1.250	2.728	3.675	4.678
Gastos period.	15.0000	75.000	5.0000	25.000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Altura 0	3	10,2	14,1	16,8	18,4	19,5	20,3	
<i>CALIDAD III</i>								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)	0	2,5	7,5	11,5	15,5	19,5	21,5	23
Precio (pts/m ³)	0	13	200	583	1.230	2.183	2.786	3298
Existencias	0	20	60	125	220	300	360	4.100
Valor x 1.000 pt	0	0	10	73	271	655	1.003	1.352
Gastos period.	15.0000	75.000	5.0000	3.0000	15.000	1.0000	1.0000	1.0000
Altura 0	2	5,9	11,9	12,2	13,8	14,8	15,6	
<i>CALIDAD V</i>								
Año y turno	0	5	10	15	20	25	30	35
Diámetro (cm)		1	3	6,5	10	12,7	14,5	16,0
Precio (pts/m ³)			20	140	411	747	1.041	1.331
Existencias			20	50	90	145	180	225
Valor x 1.000pt		37	108	187	299			
Gastos period.	15.0000	75.000	6.0000	3.0000	15.000	1.0000	1.0000	1.0000
Altura 0	1,5	3,3	5,5	8,0	9,9	11,6	13,1	

Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de ECHEVERRIA, I. (1948), TOVAL, G. (1975), Comunicaciones madereros zona ARENTEIRO (1997), y otros e interpolaciones.

En la figura n.º 8, se aporta la representación gráfica de la curva que describe las existencias del pino. Por tratarse de funciones cóncavas, igualando a cero sus derivadas correspondientes, para la maximización, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Volumen Marginal (VMPP-1)} = -10,93 + 4,46 T - 0,105 T^2$$

$$\text{Máximo Crecimiento Marginal (CCPP-1)} = 4,46 - 0,210 T$$

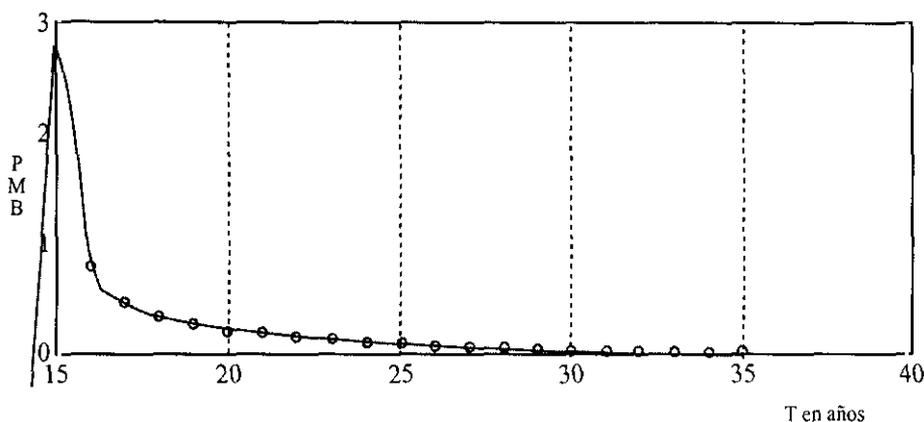
$$\text{CCPP-1 máximo para } T = 21,3 \text{ años}$$

CUADRO N.º 8
Rendimiento financiero relativo al producto marginal del bosque

T(años)	p.m.b-PP1	r3	r5	r10	r15	r20	r25
10	0,10	0,13	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23
11	-0,05	0,12	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
12	-0,20	0,11	0,11	0,14	0,16	0,20	0,22
13	-0,47	0,10	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22
14	-1,48	0,10	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21
15	2,79	0,09	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
16	0,81	0,09	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
17	0,49	0,09	0,09	0,11	0,15	0,18	0,21
18	0,36	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21
19	0,28	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
20	0,23	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
21	0,19	0,08	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20
22	0,17	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
23	0,15	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
24	0,13	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
25	0,11	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
26	0,10	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
27	0,09	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
28	0,08	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
29	0,07	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
30	0,06	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
31	0,05	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
32	0,04	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
33	0,03	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
34	0,03	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
35	0,02	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20

Estudiamos a continuación, con el fin de obtener conclusiones, la relación entre el producto marginal del bosque y el posible tipo de interés del mercado. Los valores que hemos tomado, son los mismos que vamos a mantener para todas las especies forestales analizadas, es decir: 3, 5, 10, 15, 20, 25%, (véase cuadro n.º 8). Los resultados que aporta la tabla de valores anterior nos permiten dibujar una gráfica en la que se relaciona el producto marginal del bosque y el tiempo expresado en años, tal como se aporta en la figura n.º 9.

FIGURA N.º 9
Producto marginal relativo de una masa forestal de PP-1



Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de ECHEVERRÍA, I. (1948), TOVAL, G. (1975), Comunicaciones madereros zona ARENTEIRO (1997), y otros e interpolaciones.

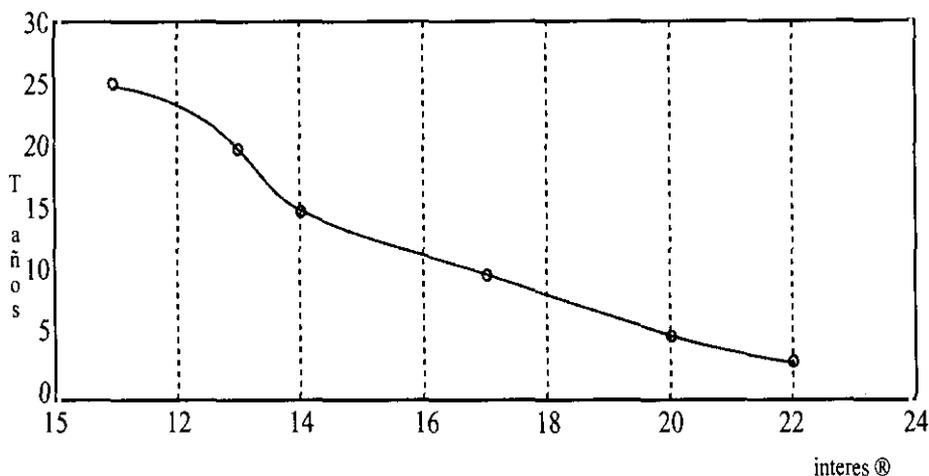
Como complemento de los datos obtenidos, elaboramos la tabla en la que se correlacionan las siguientes variables: tipo de interés, turno óptimo, VAN para un único ciclo productivo y VAN para infinitos ciclos productivos (véase cuadro n.º 9).

CUADRO N.º 9
Relacion entre el redito, renta y valor de la tierra para PP-1

r	3	5	10	15	20	25
T	31,00	29,00	26,00	23,00	22,00	20,00
VANI	1271,79	584,55	57,07	Negat	negat.	negat.
VANinf	2100,58	763,69	63,15	Negat.	negat.	negat.

Para finalizar el estudio económico del pino, hemos elaborado una última gráfica en la que se determina el turno óptimo de tala de esta especie forestal dependiendo del tipo de interés del mercado (véase figura n.º 10), que nos permitirá tomar decisiones basadas en la eficiencia y que este tipo de comportamiento ha sido una de las premisas irrenunciables de este trabajo de investigación.

FIGURA N.º 10
Turno óptimo de tala PP-1 en función del tipo de interés anual



Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de ECHEVERRÍA, I. (1948), TOVAL, G. (1975), Comunicaciones madereros zona ARENTEIRO (1997), y otros e interpolaciones.

3. ESTUDIO ECONÓMICO DEL *QUERCUS ROBUR*

Su nombre científico es *Quercus robur*. Los romanos le llamaban «*robur*», de ahí el origen de una variada gama de topónimos de Galicia: «Rebordechao», «Reboredo», etc. Se trata de una especie forestal que debió de ser muy abundante en épocas remotas. En décadas recientes, la facilidad de la mecanización incrementó su desforestación y así en el intervalo 1972-1986 desaparecieron, en torno, a las 31.000 has. En la comarca de A Límia (Orense) los nefastos servicios de concentración parcelaria, han talado miles de robles, prácticamente la totalidad de los existentes, que daban identidad a un paisaje muy simplificado, ahora convertido en un páramo.

Hemos realizado este estudio económico del roble, como una primera aproximación, sobre este árbol tan vinculado a Galicia. Creemos que se trata, por tanto, del primer estudio que se realiza sobre esta especie forestal, en Galicia. no existen plantaciones de roble con objetivos de lucro. Se carece totalmente de datos fiables y contrastados, todos son de muy dudosa exactitud, muy interpretativos, muy subjetivos... Los datos obtenidos fueron aportados, en entrevistas personales con lugareños o propietarios de robledales. También hemos tenido presente, los valores que aportan sobre este árbol, las tablas francesas realizadas en el año 1962. Nuestro interés por él, representa un pequeño homenaje a este árbol autóctono, tan característico de la mayor parte de los montes gallegos.

Se trata de una especie muy longeva. Puede vivir, en perfecto estado, cientos de años. Alcanza una altura de cuarenta metros y diámetros superiores a los dos metros. Produce buena madera a partir de los 150 años.

Representa la genuina especie de crecimiento lento: $4\text{m}^3/\text{ha.}/\text{año}$, a turnos de 200 años. Su turnicidad es muy larga; en Alemania, se corta, a partir de los 250 años. Para mejorar su madera, en Galicia se planta el roble de mejor calidad en terrenos de condiciones intermedias. Con ello, se consigue que su crecimiento sea mas lento, pero se evita la aparición de nudos y se desarrolla verticalmente. Genera una madera de alta densidad, por lo que se destina a usos que exigen de una gran dureza y resistencia. Los mayores robledales se encuentran, en aquellas zonas de difícil acceso, en tierras abandonadas, en lugares de una gran altitud no aprovechables para la agricultura. En el entorno de Santiago aun se conservan, algunos conjuntos de robles centenarios. Pero, sin duda, los mas bellos robledales de Galicia, sobreviven en el límite entre las provincias de La Coruña y Lugo. De la tabla de producción elaborada (véase cuadro 10) obtenemos:

$$\text{Volumen Total} = 4,34 T + 0,0065 T^2 - 0,29 T^3 \times 10^{-4}$$

$$\text{Crecimiento medio (CMDQR)} = 4,34 + 0,0065 T - 0,29 T^2 \times 10^{-4}$$

$$\text{CMDQR máx. para } T = 112,07 \text{ años}$$

La representación gráfica de esta variable se expone en la figura n.º 11 de los datos obtenidos anteriormente podemos obtener el crecimiento medio anual, cuya representación gráfica se aporta en el figura n.º 12, es coincidente, lógicamente con los cálculos analíticos previos.

$$\text{ETPQR} = -75,142T + 0,9099T^2 - 0,000917T^3$$

$$\text{EMQR} = -75,142 + 0,9099T - 0,000917T^2$$

$$\text{ECQR} = -75,142 + 1,8198T - 0,002751T^2$$

$$-75,142 + 1,8198T - 0,002751T^2 = 0$$

$$\text{Máx EVMQR: } T = 1,8198 / 0,005502 = 320 \text{ años}$$

CUADRO N.º 10
Tabla de producción del quercus robur

<i>CALIDAD I</i>										
Año y turno	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360
Diámetro (cm)	0	10	14,5	21,6	29	38	45,7	50,7	55,2	58,4
Volumen total	0	131	333	575	780	940	1.015	1.040	1.065	1085
Cortas intermedias		33	300	470	567	607	571	515	489	479
			72	108	120	111	81	51	30	
Vol. restante		98	228	362	447	496	490	464	459	
N.º de pies	4.500	2.300	1.200	650	375	238	170	136	119	119
N.º pies claros		2.200	1.100	550	275	137	68	34	17	
Vm. masa prin.	0	29	130	392	872	1.619	2.400	3.029	3.586	4.025
Vm. m. claros	0	15	65	196	436	809	1.200	1.530	1.798	
Alt. masa princ.	0	8	20	28	35	38	39	40	40	40
Precio claras		250	765	2.530	6.122	13.775	23.959	32.715	42.222	50.000
Precio final		502	1.530	5.060	12.245	27.550	47.919	65.431	84.445	10.000 0
Importe claras		49	55	273	735	1.529	1.940	1.668	1.266	
Imp. masa prin.		57	349	1.831	5.473	13.665	23.480	30.360	38.760	47.900

Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas de producción de la Station de Recherches-Francia 1962. Comunicaciones personales con madereros de Muras, Orol, Mondoñedo (Lugo-1997) e interpolaciones.

FIGURA N.º 11
Existencias del QR por Ha

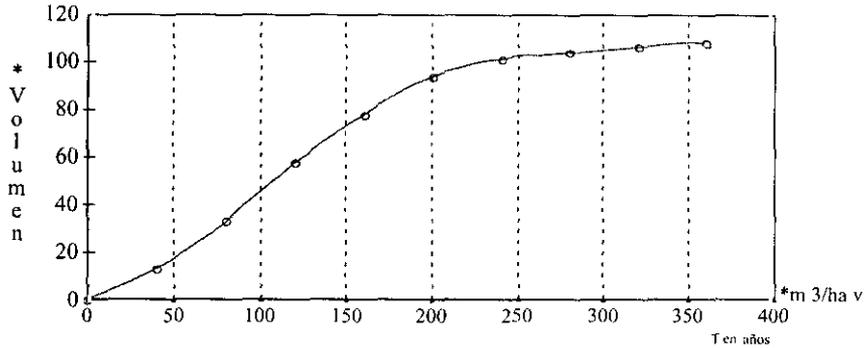
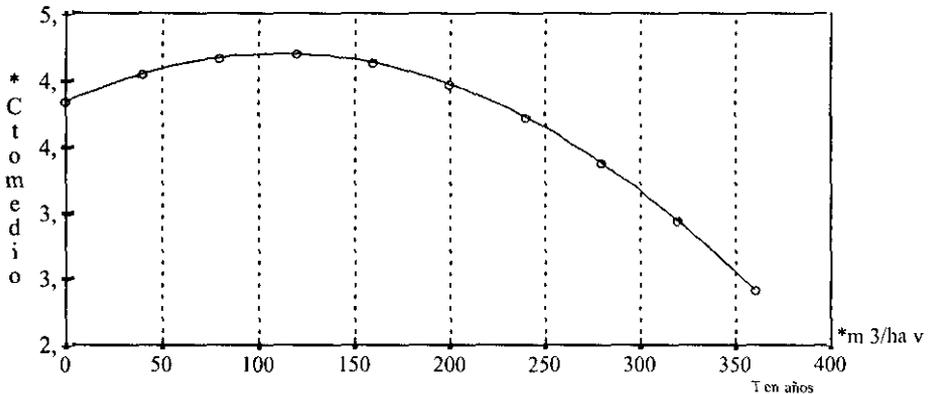


FIGURA N.º 12
Crecimiento medio anual del QR



Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas de producción de la Station de Recherches-Francia 1962. Comunicaciones personales con madereros de Muras, Orol, Mondoñedo (Lugo-1997) e interpolaciones.

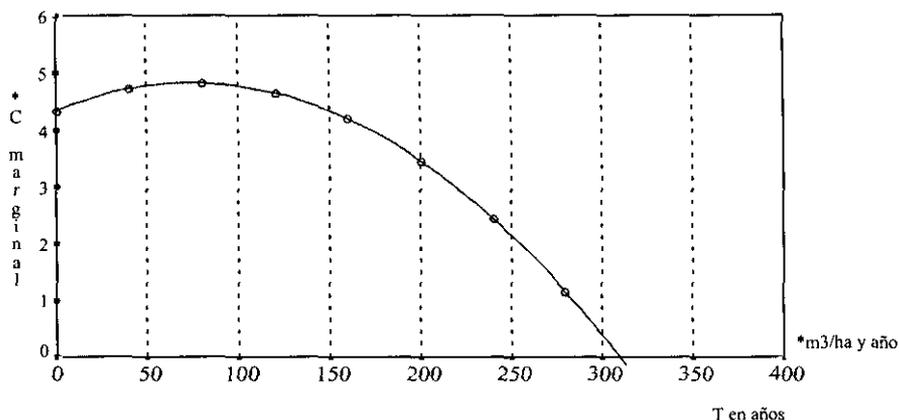
También hemos obtenido su crecimiento marginal o crecimiento corriente:

$$VMQR = -4,34 + 1,30 T - 0,87 T^2 \times 10^{-4}$$

VMQR máx. para T = 74,71 años

Datos estos que se representan en la figura n.º 13.

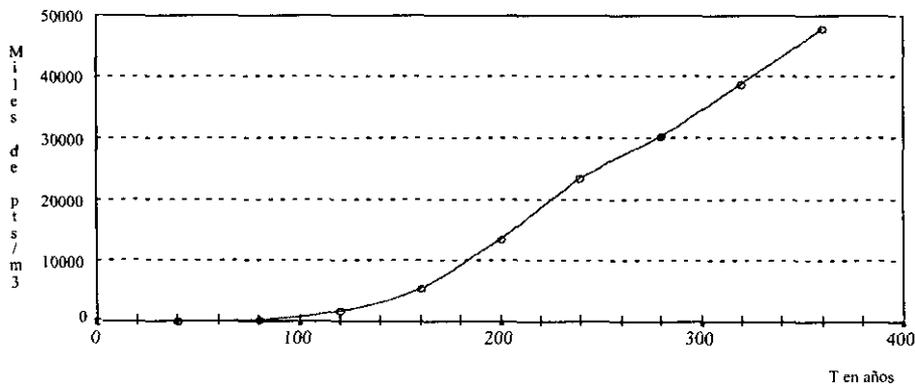
FIGURA N.º 13
Crecimiento marginal del roble



Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas de producción de la Station de Recherches-Francia 1962. Comunicaciones personales con madereros de Muras, Orol, Mondoñedo (Lugo-1997) e interpolaciones.

También hemos creído conveniente realizar la representación de la evolución del valor de las existencias por ha. de esta especie forestal (véase figura n.º 14).

FIGURA N.º 14
Existencias totales



Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas de producción de la Station de Recherches-Francia 1962. Comunicaciones personales con madereros de Muras, Orol, Mondoñedo (Lugo-1997) e interpolaciones.

Finalmente, como hemos hecho con las otras especies arbóreas estudiadas, presentamos también el cuadro que aporta los resultados del rendimiento financiero relativo del valor capital para los distintos tipos de interés que pudieran regir en el mercado. Como es norma en este trabajo, hemos tomado los mismos valores que en el análisis de los casos anteriores, es decir, un tipo de interés anual del 3, 5, 10, 15, 20, 25%. (véase cuadro n.º 11).

CUADRO N.º 11
Rendimiento financiero relativo al producto marginal del bosque

T	pmb	r3	r5	r10	r15	r20	r25
100,00	0,19	0,13	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23
110,00	0,07	0,12	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
120,00	0,05	0,11	0,11	0,14	0,16	0,20	0,22
130,00	0,03	0,10	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22
140,00	0,03	0,10	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21
150,00	0,02	0,09	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
160,00	0,02	0,09	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
170,00	0,02	0,09	0,09	0,11	0,15	0,18	0,21
180,00	0,02	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21
190,00	0,01	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
200,00	0,01	0,08	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
210,00	0,01	0,08	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20
220,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
230,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
240,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
250,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
260,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
270,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
280,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
290,00	0,01	0,07	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20
300,00	0,01	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
310,00	0,01	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
320,00	0,01	0,06	0,06	0,10	0,13	0,17	0,20
330,00	0,01	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
340,00	0,01	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20
350,00	0,00	0,06	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20

Hemos dejado para concluir este apartado, el cuadro que representa tres conceptos fundamentales en este estudio: rédito, el turno óptimo de la tala para un único ciclo productivo y el turno óptimo de la tala para una sucesión indefinida de ciclos productivos (véase cuadro n.º 12). Dadas las características de crecimiento de esta especie se observa que entre ambas hipótesis de trabajo no existe diferencia, como intuitivamente era de lógica previsión.

CUADRO N.º 12
Turno óptimo de corta del roble

T	3	5	10	15	20
VANinf	140	115	105	negat.	negat.
VANI	140	115	105	negat.	negat.

BIBLIOGRAFÍA

- ABREU, J.M. (1984): *Uso social del monte*. INIA, Madrid.
- ADAMS, D.M. (1976): *Note on the Interdependence of Stand an Best P Stocking in a Selection Forest*, Forest.
- AFRIFOGA (1991 y 1992): *Boletín informativo*, n.º 1 y n.º 3, Santiago de Compostela.
- ALCHIAN, A.A. (1970): *Uncertainty and the evaluation of public investments*. American Economic Review. 60, 354-378.
- (1952): *Economic Replacement Policy*. The Rand Corporation. Santa Monica California. Arrow. K.J.
- ALSTON, R.M. (1972): *Forest, Goals and Decisionmaking in the forest service*. Research Paper INT, 128 (USDA Forest Service, Inter Mountain Forest and Range Experiment Station, Ogden).
- ALLARD, J. ERRICO, D. y REED, W.J. (1986): *Irreversible investment and Optimal Forest Exploitations*. Natural Resource Modeling 4, 581-597.
- AMIDON, E.L. y ANDAKIN, G.S. (1968): *Dynamic Programming to Determine Optimum Levels of Growing Stock*. Forest Sci 14, 287-291.
- ANDERSON, F.J. (1976): *Control Theory and the Optimal Timber Rotation*. Forest Sci 22, 242-246.
- AROSA GÓMEZ, C.A. (1994): *Aproximaciones a las condiciones económicas para la producción sostenida de madera en Galicia*. Seminario de Estudios Gallegos.
- ARROW, K.L. y FISHER, A.C. (1974): *Enviromental preservation, uncertainty and irreversibility*. Quart J. Econ. 88, 312-319.
- BARA, S. y TOVAL, G. (1993): *Calidad de estación p. pinaster Ait. en Galicia*. Comunicación INIA Recursos naturales n.º 24, Madrid.
- BARA, S. (1989): *¿Es el eucalipto un árbol desertizante?* Centro de Investigaciones Forestales. Lourizán, Pontevedra.

- (1985): *Aspectos silvoecológicos de las plantaciones de Eucaliptos*. Centro de Investigaciones Forestales. Lourizán, Pontevedra.
- BARE, B.B. y WAGGNER, T.R. (1980): *Forest Land Values and Return of Investment*. Forest Sci. 26, 91-96.
- BARROS, O. y WEINTRAUB, A. (1982): *Planning for a Vertically Integrated Forest Industry*. Oper. Res 30, 1168-1182.
- BASO, C. (1987): *Actual aprovechamiento del roble de calidad en la República Federal de Alemania*, I.N.I.A.
- BERCK, P. (1979): *The Economics of Timber: A Renewable Resource in the Long Run*, The Bell Journal of Economics, 10, 447-462.
- (1981): *Optimal Management of Renewable Resource with Growing Demand and Stock Externalities*, Journal of Environmental Economics and Management. 8, 105-117.
- BOULDING, K.E. (1955): *Economic Analysis*. Harper and Bros., New York.
- (1935): *The theory of a single investment*. Quarterly Journal of Economics. 49, 475-494.
- BROCK, W.A.; ROTHSCHILD, M. (1983): *Comparative Statics for Multidimensional Optimal Stopping Problems*. Discussion paner 84-10 Dept. of Economic Univ of California.
- BROCK, W.A.; ROTHSCHILD, M. y STIGLITZ, J.E. (1983): *Stochastic Capital Theory* SRI Paper. Univ. of Winsconsin Madison.
- BURT, O.R. (1965): *Optimal Replacement Under Risk*. J. Farm Econ. 47, 324-346.
- CAISN, B. FIGHT, R.D. y TEEGUARDEN, D.E. (1978): *How Do non Timber Values Affect Douglas Fir Rotation*, J. Forestry 76, 217-221.
- CARBALLEIRA, A. (1983): *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Pedro Barrie de la Maza, La Coruña.
- CARLTON, D.W. (1979): *Valuing Market Benefits and Costs in Related Output and Input Markets*. American Economic Review. 69, 688-696.
- CAWRSE, D.C.; BETTERS, D.R. y KENT, B.M. (1984). *A Variational Solution Tchenique For Determining Optimal Thinning and Rotational Schedules*. Forest Sci. 30, 793-302.
- CLARCK, C.W. (1990): *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Control of Renewable Resources*. 2nd edition. new York Wiley Interscience.
- (1976): *Mathematical Bioeconomics*. J. Wiley and Sons New York.
- (1976): *Mathematical Bioeconomics*. Wiley, New York.
- CLARQUE, H.R. (1990). «**Land developmen and wilderness conservation: a synthesis**». nat. Res. Model 4:11.37.
- CLAWSON, M. y KNETSH, J.L. (1996): *Economics of outdoor recreation*. The Johns Hopkins University Press.
- CLUTTER, J. et al. (1983): *Timber management a cuantitative approach*. John Wiley and Sons.
- CONSELLERIA DE AGRICULTURA. (1992): *Plan Forestal de Galicia*. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.

- CHANG, S.J. (1981): *Determination of The Optimal Growing Stock and Cutting Cycle for and Uneven-Aged Stand*. Forest Sci. 4, 739-744.
- (1982): *An Economic Analysis of a Forest Taxation's Impact on Optimal Rotation Age*. Land. Econ. 58, 310-323.
- CHEN, C.M.; ROSE, D.W. y LEARY, R.A. (1980): *Derivation of Optimal Stand Density Over Time-a Discrete Stage, Continuous State Dynamic Programming Solution*. For Sci. 26, 217-227.
- DECOURT, N. y LEMOINE, B. (1969): *La pin maritime dans le S.O. de la france. Table de producción provisoire*. Annales de Sciences Forestiers. 26 (1) 3-44.
- DÍAZ FIERROS, F. y GIL SOTRES, F. (1984): *Capacidad productiva de los suelos gallegos*. Universidad de Santiago, Santiago de Compostela.
- DÍAZ FIERROS, F. (1971): *Contribución a la climatología agrícola de Galicia*. Universidad de Santiago, Santiago de Compostela.
- DUERR, W.A. (1960): *Fundamentals of forestry economics*. Oregon, State. University Book Stores.
- DUERR, W.A.; FEDKIW, J. y GUTTEMBERG, S. (1956): *Financial maturity US Department of Agriculture*. Thechnical Bulletin no 1146.
- EHEVARRÍA, I. y DE PEDRO, S. (1984): *El pino pinaster en Galicia*. IFIE Madrid.
- ERGA, I.H. (1966): *Some considerations relating to investments in forestry*. Sexto Congreso Forestal Mundial.
- FAUSTMANN, M. (1849): *On the Determination of the Value which Forest Land and Immature Stands Possess for Forestry*. English edition edited by M. Gane. Oxford Institute Paper 42, 1968. entitled *Martin Faustmann and the Evolution of Discounted Cash Flow*. which also contains the prior, paper by E.F. von Ghren.
- FERNÁNDEZ, G. (1991): *La economía agraria gallega en 1991*. COREN, Orense.
- (1993): *Economía Agraria Gallega. Modernización y convergencia con la C.E.* COREN, Orense
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, A. (1982): *Evolución de la producción y la productividad de monte bajo de Eucaliptus Globulus*. Centro de Investigaciones Forestales, Luorizán, Pontevedra.
- FERNOW, B.E. (1902): *Economies of Forestry*. Thomas y Crowell. New York.
- FISHER, I. (1906): *The nature of Capital and Income*. Macmillan. New York.
- (1907): *The Rate of Interest*. Macmillan. New York.
- (1930): *The Teory of Interest*. Macmillan. New York. Particularly, pp. 161-165.
- GAFFNEY, M.M. (1960): *Concepts of financial maturity of timber and other assets Agricultural*. Economics Information Series no 62 Raleigh north Carolina State College.
- GANDULLO, R. (1987): *Mapa de la productividad potencial forestal en la España peninsular*. E.S.I.M., Madrid.
- GREGERSEN, H. y CONTRERAS, A. (1980): *Análisis económico de proyectos forestales*. FAO.
- GREGORY, G.R. (1972): *Forest Resource Economics*. new York Ronald Press.
- HALKIN, E.J. (1922): *Determination of the annual cut and sustained basis for virgin*. American forests. Journal of forestry 20, 611-25.

- HALL, D.O. (1983): *Financial Maturity for Even-Aged and All-Aged Stans*. Forest Sci 29, 833-836.
- HAMILTON, S.J. y CHRISTIE, J.M. (1971): *Forest Management Tables (metrics)*. Forestry comission Bouklet 34, London.
- HARDY, L.W.; DEBERKOW, J.N. y MCCONNELL, K.E. (1984): *A Timber Harvesting Model with Variable Rotation Lengths*. Forest Sci 30, 511-523.
- HARTMAN, R. (1976): *The harvesting decision when standing forest has value*. Econ Inquiry 16:52.58.
- HEAPS, T. and NEHER, P.A. (1979): *The economics of forestry when the rate of hervest is constrained*. Journal of Enviromental Economics and Management 6, 279-319.
- (1981): *The Qualitative Theory of Optimal Rotations*. Can. J. Econ. 14.686.699.
- HEINRICH, A.C. (1984): *La explotación maderera de bosques de montaña*. FAO.
- HENNES, L.C.; IRVING, M.J. y NAVON, D.J. (1971): *Forest control and regulation*. USDA Forest Service Research note PSW-231. Berkeley.
- HOTELLING, H. (1925): *A general mathematical theory of depreciación*. Journal of the American Stistical Associattión. 20, 340-353.
- DEPREE, J.D. (1979): *A Simple Linear Model for the Optimal Explotation of Renewable Resources*. Appl. Math and Opt. 5, 181-196.
- JOHNSON, K.N.; JONES, D.B. y KENT, B. (1980): *A user's guide to the forest planning model (FORPLAN)* Land Managementn planning USDA forest service Ft. Collins Colorado.
- JOHNSON, K.N. y SCHEURMAN, H.L. (1977): *Techeniques for prescribing optimal timber harvest and investment under diferrent objectives*. Forest Science Monographs. 18.
- JOHNSTON, D.R. (1967): *Forest planning*. Western Printing S.L. Bristol.
- KAO, C. (1982): *Optimal Stocking Levels and Rotation Under Risk*. Forest. Sci 28.711.719. (1984): *Optimal Stocking Levels and Rotation Under Uncertainty*, Forest Sci 30, 921-927.
- KENNETH, P.D. (1954): *American forest management*. McGraw-Hill, N.Y.
- KILKKI, P. y VAISANEN, U. (1969): *Determination of The Optimal Policy for Forest Stands by Means of Dynamic Programming*. Acta Forestalia Fennica 102, 100-112
- LAMBERSON, R.H. y BARBER, R.L. (1985): *A Timber Harvesting Model wiht Variable Rotation Lengths*. Forest Sci.
- LEDYARD, J. y MOSES, L.N. (1976): *Dynamics and land use the case of forestry. In Public and Urban Economics*. Ed R.E. Frieson Lexington Mass D.C. Heath.
- LEMBERSKY, M.R. y JONIISON, K.N. (1975): *Optimal Policies for Managed Stands-an Infinite Horizon Markov Decision Process Approach*. Sci 21, 109-122.
- LÓPEZ FACAL, X. (1982): *Revista gallega de estudios agrarios*. Santiago de Compostela.
- MADRIGAL, A. y TOVAL, G. (1975): *Tablas de producción, cubicación y tarifas de p. radiata en las provincias vascas*. Ministerio de Agricultura D.G. de la P.A.
- MARTEL, D. (1980): *The Optimal Rotation of a Flammable Forest Stand* Can. J. For Res. 10, 30-34.

- MERTON, B.C. (1975): *An asymptotic theory of growth under uncertainty*. Review of Economic Studies. 42, 375-394.
- MILLER, R.A. y VOLTAIRE, K. (1983): *A Stochastic Analysis of The Tree-Paradigm*. J. Econ Dyn. And Control 6, 317-386.
- MIRALBES BEDERA, R. (1984): *Galicia en su realidad geográfica*. Fundación Pedro Barrié de la Maza, La Coruña.
- MOLINA RODRÍGUEZ, F. (1965): *Comportamiento de las razas del P. pinaster en el norte de España*. IFIE. Anales 10, 221-238, Madrid. (1989): *Nacimiento de la unión de selvicultores del sur de Europa*. Actualidad Forestal de Galicia, n.º 113-114, BBV, Bilbao.
- (1982): *Aspectos silvoecológicos de las plantaciones de eucalipto*. Departamento Forestal de Zonas Húmedas, Lourizan, Pontevedra.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. (1974): *Diagramas bioclimáticos*. Ed. Everest, Madrid.
- MURPHY, A. FORSTON, J.C. y BETHUNE, J.E. (1977): *Timber Management Decision Making Under Imperfect Capital Markets* Amer. J. Agric Econ 59, 302-310.
- NASLUND, B. (1969): *Optimal Rotation and Tinning Forest*. Sci 15, 446-451.
- NAUTIYAL, J.C. y FOWLER, K.S. (1980). *Optimum Rotation in a Imperfect Stumpage Land*. Econ. 56, 213-226.
- NELSON, T.C. (1964): *Estimation of Optimum Stocking Levels and Rotation Ages of Loblolly Pine Forest* Sci. 10, 417-502.
- NGUYEN, D. (1979): *Environmental Services and the Optimum Rotation, Problem in Forest Management*. J. Environm Econ Manag 8, 127-236.
- O MONTE (1991): *Boletín informativo*. n.º 15 de la Asociación Forestal de Galicia, Santiago de Compostela.
- OLOV, P. (1985): *Economy of forestry an natural resources*. Ed. Basel Blackwell.
- OSMASTON, F.C. (1968): *The management of forestry*. London: Allen Unwn.
- PALGRAVE, R.H.I. (1968): *Dicionary of political economy*. Vol. II 2nd ed London.
- PEARSE, P. H. (1991): *Assessing the returns to the economy and to Society from investmens in Forestry*. Paper 14, Forestry Expansion Study London. Centre for Social an Economic Research on the Global Enviroment.
- (1967): *The Optimum Forest Rotation*. For Chron. 43, 178-195.
- (1967): *Optimizing the Conversion to a Sustained Yield-a Programming Solution*. Forest. Sci. 13, 131-139.
- PEDELABORDE, P. (1957): *Le climant du Bassain Parisienci*. These, Paris.
- PÉREZ ALBERTI, A. (1982): *Xeografía de Galicia*. Salvora, Sada-La Coruña.
- PETERS, R.; JOBET, M. y AGUIRRE, S. (1985): *Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de pino ningue*. Instituto Forestal Santiago de Chile (Chile).
- PRADA BLANCA, A. (1991): *Montes e industria. O circuito da madeira en Galicia*. Caixa Galicia, La Coruña.
- PRIT CHETT, W.L. (1986): *Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento*. Ed. Limusa.
- PUIG SALAS, R. (1990): *El bosque como alternativa de suelo rural*. Seminario organizado por la Universidad Internacional Menendez y Pelayo, La Coruña.

- REED y CLARKE, H.R. (1990): *Harvest decisions and asset valuation for biological resources exhibiting size-dependent stochastic growth*. Int. Econ. Rev. 31:147-169.
- REED, W.J. y ERRICO, D. (1985): *Optimal harvest scheduling at the forest level in the presence of the risk of fire Canadian*. Journal of Forest Research 15, 680-87.
- REED W.J. (1984): *The effects of the risk of fire the optimal rotation of a forest*. J. Environ. Econ Manag 11:180.190.
- REED y ECHEVARRÍA, H. (1990). *Modelos para el manejo racional de recursos forestales*. Rev. sem. ens y tit. 40:17.35.
- RIGUIERO, A. (1993): *El Eucalipto: Un árbol controvertido*. E.S.T.I., Lugo.
- RIITERS, K.L.; BRODIE, J.D. y KAO, C. (1982): *Volume Versus Value Maximization Illustrated for Douglas Fir with Thinning*. J. Forestry. 80, 86-89.
- ROBINSON GREGORY, G. (1972): *Forest resource economics*. Ronald Press Company, N.Y.
- RORRES, C. (1978): *A Linear Programming Approach to the Optimal Sustainable Harvesting of a Forest*. J. Environ Manag 6, 245-254.
- ROUTLEDGE, R.D. (1980): *The Effects of Potential Catastrophic Mortality and Other Unpredictable Events Optimal Forest Rotation Policy*. Forest. Sci 26, 389-399.
- SAMUELSON, P.A. (1937): *Some aspects of the pure theory of capital*. Quarterly Journal of Economics. 51, 469-496. Also reproduced in Stiglitz J.E. ed. *Collected Scientific Papers of Paul A. Samuelson*. I. pp. 161-188. M.I.T. Press. Cambridge. Mass. 1968.
- (1973): *Reply on Marxian matters*. Journal of Economic Theory 11, 64-67.
- (1973): *Optimality of Profit-Including Prices Under Ideal Planning*. Proc. Nat. Acad. Sci USA. 70, 2109-2111.
- (1976). *Economics of Forestry in an Evolving Society*. Economic Inquiry 14, 466-492.
- SCHREUDER, G.F. (1971): *The Simultaneous Determination of Optimal Thinning Schedule and Rotation for an Even-Aged*. Forest. Sci 17, 333-339.
- SEQUEIROS TIZON, J. (1986): *El desarrollo económico en Galicia*. Universidad de Santiago.
- SMITH, V.L. (1968): *Economics of production from natural resources*. American Economic Review. 58, 409-431.
- STIGLITZ, J.E. (1988): *La economía del sector público*. Ed. Bosch.
- STUARD, T.W. y JOHNSON, K.N. (1985): *FORPLAN Version II: a Tool for Forest Management Planning*. Paper presented at the TIMS/ORSA Conference, Boston. April 1985.
- THÜNEN J.H. VON. (1826): *The Insolated State Trans and ed Peter Hall*. London Pergamon Press.
- TOVA, L. (1988): *Caracterización agrícola de Galicia*. Centro de Investigaciones Forestales. Lourizan, Pontevedra.
- USHER, M.B. (1969a): *A Matrix Model for Forest Management* Biometrics 25, 309-315.
- (1969b): *A Matrix Approach to the Management of Renewable Resources, with Special Reference to Selection Forest*. Two Extensions. J. Appl Ecol. 6, 347-348.

- WALTER, G.R. (1980): *Financial Maturity and the Sustainable Yield Concept*. Econ Inquiry 18, 327-33.
- WAN, F.Y.M. y ANDERSON, K. (1983): *Optimal Forest Harvesting with Ordered Site Access Stud. App. Math* 68, 189-226.
- (1985): *Ordered, Site Access and Optimal Forest Rotation Stud. App Math* 73, 155-175.
- ZIVNUSKA, J.A. (1961): *The Multiple Problems of Multiple Use*. Journal of Forestry. 59, 555-560.