

LUIS DÍAZ BALTEIRO (*)

CARLOS ROMERO (*)

Rentabilidad financiera de especies forestales arbóreas de crecimiento medio y lento en el vigente marco de ayudas públicas

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 378/1993 aplica en España el Reglamento Comunitario 2080/92, que pretende fomentar tanto inversiones forestales en explotaciones agrarias como el aprovechamiento racional de los bosques en zonas rurales. La oportunidad del Decreto es clara. En efecto, la Política Agrícola Común (PAC) que se ha venido aplicando en Europa en las últimas décadas no sólo ha creado importantes excedentes agrícolas, difíciles de financiar, sino que su generosa política de precios ha conducido a prácticas agrícolas muy intensivas, degradantes del ambiente. La nueva PAC, con una clara orientación extensificadora, representa un nuevo marco productivo en el que la agricultura pretende integrarse de una manera equilibrada con el ambiente.

De acuerdo con estas ideas, el Decreto que estamos comentando cobra un especial interés. Así, parece conveniente estudiar la bondad económica de la sustitución de superficies abandonadas para el cultivo, por especies arbóreas de crecimiento rápido o turno corto. Este tema se ha abordado con cierto detalle en otros trabajos (e.g. Sumpsi 1991, Díaz Balteiro & Romero 1994). Segundo, analizar la bondad económica de dicha sustitución cuando la repoblación o reforestación se

(*) Departamento de Economía y Gestión. ETS de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

hace con especies arbóreas de crecimiento lento o turno largo. Este tema se estudiará con detalle en este artículo.

Parece poco discutible la separación temática entre los dos tipos de especies. En efecto, el uso de especies de crecimiento rápido debe de contemplarse como una sustitución de cultivos tradicionales por «otros cultivos» con un período biológico más largo. Sin embargo, el uso de especies de crecimiento lento puede implicar no sólo un cambio de actividades productivas, sino un plan de regeneración de la cubierta arbórea y de recuperación de ecosistemas. En este sentido, un análisis de la viabilidad del plan de ayudas y subvenciones contenidas en el Decreto 378/93 parece especialmente oportuno.

Después de estas ideas introductorias, el artículo se organiza de la siguiente manera: a) Se presenta la metodología que se va a utilizar, tanto para la determinación de turnos como de rentabilidades económicas; b) se describen las especies elegidas, justificando las razones de su elección. Asimismo, se comenta el marco de ayudas y subvenciones comunitarias; c) se determinan las funciones de ingreso temporal para las especies y calidades elegidas; d) se determinan los turnos óptimos, así como las correspondientes rentabilidades absolutas (medidas en términos de valor actual neto) y relativas (medidas en términos de tasa interna de rendimiento); y e) se comentan los resultados fundamentales obtenidos con esta investigación, derivando algunas reflexiones e implicaciones en el terreno de la política forestal.

2. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS TURNOS ÓPTIMOS

La vida óptima de una masa forestal, o turno óptimo, puede conceptualizarse de muchas maneras, según sea la naturaleza del criterio, o criterios, que define la optimalidad. Cuando se trata de un criterio de naturaleza económica o financiera, el turno óptimo suele definirse como la vida de la masa que maximiza el valor actual neto (VAN) de la inversión subyacente. Para evitar omisiones en el cálculo del VAN –como el coste de oportunidad de tener el suelo ocupado– Samuelson (1976) fue el primer economista que apuntó acertadamente después

de muchas controversias, que la formulación correcta del mismo es la que sugirió el forestal alemán Faustmann en el ya lejano 1849. Dicha formulación incluye la consideración de una cadena infinita de ciclos de corta, con lo que se considera implícita la existencia de un coste de oportunidad, o renta de la tierra. En su planteamiento más sencillo, el VAN según Faustmann viene dado por la siguiente expresión:

$$VAN = [I(t) e^{-it} - K] (1 + e^{-it} + e^{-2it} + \dots) \quad (1)$$

donde:

VAN = valor actual neto de la inversión (ptas./ha).

I(t) = ingreso obtenido por la corta y venta de la masa forestal a los t años.

i = tasa de descuento.

K = coste de la plantación.

Sumando los términos de la progresión geométrica encerrada en el segundo paréntesis de (1), tenemos:

$$VAN = [I(t) e^{-it} - K] (1 + e^{-it})^{-1} \quad (2)$$

La fórmula (2) –conocida en la literatura forestal por fórmula de Faustmann– puede generalizarse con facilidad a contextos más realistas que incluyan otras componentes, como gastos anuales, ayudas, subvenciones, ingresos en concepto de claras, etc. Así, para especies de crecimiento medio y lento en un escenario que no contemple ningún tipo de subvención, la ecuación (1) se convierte en:

$$VAN = \left[I(t)e^{-it} + \sum_{\forall I} C_I e^{-iI} - K - G \int_0^t e^{-it} \cdot dt - \sum_{\forall s} Y_s e^{-is} \right] \cdot (1 + e^{-it} + e^{-2it} + \dots) \quad (3)$$

I = I₁, I₂, ... s = s₁, s₂, ...

donde: G representa los pagos anuales de explotación, C_I los cobros derivados de las claras e Y_s los pagos derivados de los trabajos culturales (véase cuadro 1). Los subperíodos I₁, I₂, ..., representan los años en los que se prevé realizar las correspondientes claras. Por ejemplo, en el caso de *Fagus sylvatica* se prevé realizar una clara cada diez años a partir del año treinta,

por lo que para esa especie tendremos $I_1 = 30$, $I_2 = 40$, etc. Por otra parte, los subperíodos s_1, s_2, \dots , representan los años en los que se realizan los trabajos culturales (e.g. reposición de marras, limpieza, podas, etc.). Resolviendo la integral en (3), sumando la correspondiente progresión geométrica y haciendo operaciones, tenemos:

$$VAN = \left[I(t)e^{-it} + \sum_{\forall I} C_I e^{-iI} - K - Gi^{-1} (1 - e^{-it}) - \sum_{\forall s} Y_s e^{-is} \right] (4)$$

$$(1 - e^{-it})^{-1} \quad I = I_1, I_2, \dots \quad s = s_1, s_2, \dots$$

La fórmula de Fautmann generalizada puede adaptarse a un contexto de subvenciones. Así, considerando las subvenciones recogidas en el Real Decreto 378/93 para las especies de crecimiento medio y lento, la ecuación (3) se convierte en:

$$VAN = [I(t) e^{-it} + \sum_{\forall I} C_I e^{-iI} + P_m \int_1^{n_1} e^{-it} dt + P_c \int_1^{n_2} e^{-it} dt + K_1 - K - G \int_0^t e^{-it} dt - \sum_{\forall s} Y_s e^{-is}] (5)$$

$$(1 + e^{-it} + e^{-2it} + \dots) \quad I = I_1, I_2, \dots \quad s = s_1, s_2, \dots$$

donde: P_m representa la prima de mantenimiento que se percibe durante n_1 años (e.g. 30.000 ptas./ha durante los cinco primeros años para *Fagus sylvatica*), P_c la prima compensatoria que se percibe durante n_2 años por cambio de uso del suelo (e.g. 35.000 ptas./ha durante los veinte primeros años para *Fagus sylvatica*) y K_1 la subvención para gastos de forestación. Nuevamente, resolviendo las integrales en (5) y haciendo los cálculos habituales, tenemos:

$$VAN = [I(t) e^{-it} + \sum_{\forall I} C_I e^{-iI} + P_m i^{-1} (e^{-i} - e^{-in_1}) + P_c i^{-1} (e^{-i} - e^{-in_2}) - K_1 - K - Gi^{-1} (1 - e^{-it}) - \sum_{\forall s} Y_s e^{-is}] (1 - e^{-it})^{-1} \quad I = I_1, I_2, \dots \quad s = s_1, s_2, \dots (6)$$

En definitiva, la fórmula (4) se utilizará para determinar el turno y la rentabilidad de las especies de crecimiento medio y lento elegidas cuando no se contemplen subvenciones, mientras que se recurrirá a la fórmula (6) en un contexto de subvenciones. En ambos casos, por razones de operatividad no se recurrirá al cálculo diferencial para optimizar las correspondientes expresiones, sino a un sencillo cálculo numérico. Este procedimiento consiste en ir dando valores sucesivos al parámetro t hasta encontrar el valor del mismo para el que el VAN se hace máximo. A título de ejemplo, en el cuadro 1 aparecen los resultados correspondientes a *Pinus radiata* calidad 1. Así, cuando no se consideran ayudas ni subvenciones el máximo VAN (-142.201 ptas./ha; i.e. inversión no viable) se consigue para un turno de 25 años. Por el contrario, en el contexto de subvenciones previsto en el Real Decreto 378/93, el máximo VAN (316.088 ptas./ha) se consigue para un turno de 25 años.

La metodología presentada en este apartado se aplicará en lo que sigue a las especies arbóreas de crecimiento medio y lento investigadas en este trabajo. Los lectores interesados en detalles técnicos relativos a la determinación de turnos económicos pueden consultar, entre otros, los siguientes trabajos: Johansson & Löfgren (1985) y Romero (1994, capítulos 7 y 8).

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ELEGIDAS Y DEL MARCO DE AYUDAS COMUNITARIAS

Las especies elegidas en este trabajo son *Pinus radiata* como especie de crecimiento medio, y *Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica* como especies de crecimiento lento. En lo que sigue en este apartado, pasan a justificarse las razones de esta elección.

Pinus radiata es considerada por algunos autores como una especie de crecimiento rápido, o turno corto, englobándose conjuntamente con el chopo y el eucalipto. Sin embargo, esta especie presenta características selvícolas, económica y de longitud de turno que hacen que convenga considerarla como una especie de turno medio. Además, aunque al principio de su introducción los turnos eran más bien cortos (20-25 años), al irse conociendo nuevas alternativas del uso de la madera, éstas proporcionan unos tipos diferentes de selvicultura que provocan un alargamiento de los turnos hasta los 35 años (Pe-

Cuadro 1

PINUS RADIATA CALIDAD I

t	I(t)	I	K	G	Y	C1	C2	C3	C4	VAN	TIR	KI	Prima m	Prima c	VAN*	TIR*
15	566943	0,09	250000	1150	192897	33550	0	0	0	-400.522	0,0060	175000	57718	17267	152.944	0,1473
16	793383	0,09	250000	1150	192897	33550	0	0	0	-333.591	0,0280	175000	57718	17267	203.691	0,1563
17	1026424	0,09	250000	1150	192897	33550	0	0	0	-283.297	0,0433	175000	57718	17267	240.001	0,1608
18	1248067	0,09	250000	1150	192897	33550	0	0	0	-246.176	0,0530	175000	57718	17267	264.963	0,1638
19	1464312	0,09	250000	1150	192897	33550	0	0	0	-219.528	0,0594	175000	57718	17267	280.983	0,1621
20	1675159	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	0	0	-189.602	0,0655	175000	57718	17267	301.575	0,1624
21	1880607	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	0	0	-178.151	0,0681	175000	57718	17267	304.794	0,1606
22	2080657	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	0	0	-171.981	0,0697	175000	57718	17267	303.679	0,1584
23	2275300	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	0	0	-170.003	0,0706	175000	57718	17267	299.188	0,1559
24	2464562	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	0	0	-171.334	0,0710	175000	57718	17267	292.097	0,1534
25	2648417	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	0	-142.201	0,0753	175000	57718	17267	316.088	0,1540
26	2826874	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	0	-148.465	0,0749	175000	57718	17267	305.293	0,1514
27	2999933	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	0	-156.225	0,0743	175000	57718	17267	293.339	0,1489
28	3167393	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	0	-165.093	0,0736	175000	57718	17267	280.767	0,1465
29	3329855	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-174.752	0,0728	175000	57718	17267	267.775	0,1441
30	3486719	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-161.299	0,0749	175000	57718	17267	278.226	0,1439
31	3638184	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-171.939	0,0739	175000	57718	17267	264.856	0,1417
32	3784251	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-182.758	0,0729	175000	57718	17267	231.611	0,1397
33	3924920	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-193.557	0,0720	175000	57718	17267	238.600	0,1377
34	4060191	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-204.548	0,0710	175000	57718	17267	225.906	0,1358
35	4194063	0,09	250000	1150	192897	33550	58700	280590	328200	-214.745	0,0699	175000	57718	17267	213.595	0,1339

G	
ANUAL	IMPUESTOS
ANUAL	GESTION Y VIGILANCIA
	450
	700

Y	
Año	Labores culturales
1	REPOSICION DE MARRAS
1	TRATAMIENTO FITOSANITARIO
1	LIMPIEZA
2	LIMPIEZA
3	LIMPIEZA
9	DESBRUCE Y CLAREO
9	PODA BAJA
13	PODA ALTA
14	VIAS DE SACA
	Importe
	25.000
	15.000
	35.000
	40.000
	40.000
	50.000
	26.000
	40.000
	50.000

Fuente: Aunos, A. et al., 1992

ralta, J. J., 1992). En cuanto a su importancia económica, puede decirse que es la tercera especie productora de madera en España, siendo superada tan sólo por *Pinus pinaster* y por el *Eucaliptus* sp. En este sentido, es asimismo interesante indicar que en algunas Comunidades Autónomas, como el País Vasco más del 80 por ciento de la madera cortada procede de *Pinus radiata*.

En lo referente a las especies de ciclo largo, *Pinus sylvestris* ocupa en España aproximadamente un millón de hectáreas (Anuario de Estadística Agraria, 1990), poblando gran parte de los principales sistemas montañosos de la mitad norte de España (i.e. Cordillera Pirenaica, Ibérica y Sistema Central). Además, puede indicarse que su madera es de las más apreciadas de entre todas las coníferas y que, dasométricamente ha sido muy estudiada, por lo que existen diversas tablas de producción (e.g. García Abejón & Gómez Loranca, 1984).

Fagus sylvatica, pese a ocupar una superficie mucho más reducida (algo menos de 300.000 hectáreas), constituye una de las especies forestales autóctonas por excelencia del norte de la Península Ibérica donde, a diferencia del resto de Europa, suele ocupar terrenos de montaña (Aunós *et al.*, 1992). A pesar de que sin considerar el chopo y el eucalipto es, junto al castaño, la frondosa de la cual se extrae más madera (aproximadamente 90.000 m³ con corteza, según datos de 1990) su interés como especie potencialmente repobladora es más reducido que las otras especies anteriormente descritas. También esta especie ha sido bien estudiada dasométricamente, existiendo tablas de producción como las referentes a Navarra, elaboradas por Madrigal *et al.*, (1992).

En este trabajo, se pretende estimar la rentabilidad económica de repoblaciones con las anteriores especies, considerando alternativamente un contexto de pura iniciativa privada, así como un contexto con subvenciones públicas. En este último caso, se han considerado las subvenciones publicadas en el Real Decreto 378/93. No se han considerado, con el fin de homogeneizar resultados, las diferentes modificaciones que cada Comunidad Autónoma haya podido realizar en el desarrollo de este decreto.

Al llegar a este punto de la exposición, conviene indicar que, cuando en los apartados siguientes se haga referencia al

concepto calidad, éste se refiere exclusivamente a las calidades en las que las diversas tablas de producción empleadas clasifican a las masas; es decir, exclusivamente se emplea el término calidad como sinónimo de calidad de estación, no de calidad tecnológica. Así, cuando se afirma que, dentro de una determinada especie, una calidad es mejor que otra, únicamente se quiere reflejar la mayor producción, y por ello un valor actual neto más elevado, que ofrece la que posee una calidad mejor.

En todos los casos, suponemos que se procede a realizar una repoblación a partir de una situación inicial de terrenos agrícolas. Por otra parte, en lo referente a las especies de crecimiento lento aquí utilizadas, no se pretende abordar ningún aspecto de la Ordenación de Montes, en el sentido de que en ningún momento se ha planteado la gestión a nivel monte, es decir, que los planteamientos aquí propuestos no se incluyen dentro de ningún Proyecto de Ordenación. Esto implica que no se habían hecho consideraciones sobre la regeneración natural, el método de ordenación empleado, etc. Esto no invalida de ninguna forma los resultados obtenidos, ya que el conocimiento de los turnos financieros de especies forestales relevantes, bajo las condiciones exógenas del momento, puede ser de gran interés en diversos campos de la Ciencia Forestal, así como un punto de partida necesario en cualquier Proyecto de Ordenación.

Pasamos seguidamente a comentar con gran brevedad las ayudas contempladas en el comentado Real Decreto 378/93. Estas ayudas se estructuran según tres tipos de primas (gastos de forestación, prima de mantenimiento y prima compensatoria) cuyo importe varía según la especie en cuestión. La primera de ellas incluye los gastos iniciales que hay que desembolsar para garantizar la implantación y el crecimiento de la masa arbolada. La prima de mantenimiento se concede durante los primeros cinco años desde el inicio de la plantación, y tiene el fin de cubrir los gastos de mantenimiento de la superficie forestada. Por último, la prima compensatoria intenta paliar la pérdida de ingresos derivada de la forestación de tierras que anteriormente tenían un aprovechamiento agrario. Se aplica durante los veinte años siguientes a la plantación (para más detalles, consúltese el BOE de 30 de marzo de 1993).

El importe de las ayudas especificado para las tres especies consideradas es el siguiente:

(En ptas./ha)	Gastos de forestación (K _i)	Prima de mantenimiento (P _m)	Prima compensatoria (P _c)
<i>P. radiata</i>	175.000	15.000	20.000
<i>P. sylvestris</i>	175.000	15.000	20.000
<i>F. sylvatica</i>	300.000	30.000	35.000

En el último caso, aunque el decreto permite una ayuda máxima de 300.000 ptas./ha, como los gastos de repoblación (K) considerados son de 270.000 ptas./ha., se ha considerado que la ayuda correspondiente a los gastos de forestación cubra el 90 por ciento de los mismos, es decir, alcance la cifra de 243.000 ptas./ha.

4. DETERMINACIÓN DE LAS FUNCIONES DE INGRESO TEMPORAL

En las especies de crecimiento rápido (e.g. chopos, eucaliptus, etc.), el precio de la madera varía muy poco en un entorno próximo al turno óptimo. Por tanto, es lícito trabajar con funciones de producción temporal exogeneizando el precio del producto; es decir, el valor actual de la corta se estima en $Pf(t)e^{-it}$, siendo P el precio del output y f(t) la función de producción temporal. Sin embargo, en especies de crecimiento medio o lento, como las que estamos analizando en este artículo, el precio de la madera varía considerablemente con el diámetro del árbol y, por tanto, con la edad. En tal contexto es más preciso trabajar con una función de ingreso temporal en vez de con una función de producción.

La forma de estimar dichas funciones es formalmente muy sencilla. Así, para cada especie y calidad se construye una tabla, utilizando las fuentes de datos oportunas, en las que se indica, para cada edad de la masa, el diámetro del árbol y, por tanto, el precio correspondiente. A continuación, se multiplica el precio por la cubicación de madera esperada, obteniendo el ingreso previsto para cada edad. Finalmente, se correla-

cionan dichos ingresos (última columna de los cuadros 2, 3 y 4) con las edades (primera columna de dichos cuadros) por medio de polinomios de diferente grado, obteniéndose de esta manera las correspondientes funciones de ingresos temporales $I(t)$. Todos los cálculos intermedios, así como las fuentes que se han utilizado en cada caso, figuran recogidos en los cuadros 2, 3 y 4. En todos los casos se obtuvieron unos ajustes excelentes (coeficientes de determinación superiores a 0,95) recurriendo a formas funcionales polinómicas de segundo o tercer grado. Las funciones de ingreso obtenidas, para las diferentes especies y calidades, que fueron posteriormente utilizadas para operativizar las fórmulas introducidas en el apartado anterior figuran recogidas al pie de los correspondientes cuadros.

Es interesante observar que los datos disponibles de precio y volumen para masas muy jóvenes son muy poco fiables, por lo que la capacidad explicativa de las funciones de ingreso anteriores para masas jóvenes es escasa. Este problema tiene poco interés práctico, pues la zona decisional en la que puede situarse el turno está siempre muy por encima de esas edades bajas y corresponde a zonas de la curva de ingresos cuya base empírica es de una gran solidez.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aplicando la metodología expuesta en el apartado 2 a las especies analizadas en este trabajo según los datos y curvas de ingreso anteriormente introducidas se obtuvieron los resultados que figuran recogidos en los cuadros 5, 6 y 7. En lo que queda de este apartado comentaremos los aspectos más relevantes de los resultados, efectuando algunas reflexiones sobre política forestal en general y, más en concreto, sobre el programa de ayudas y subvenciones comunitarias contempladas en el comentado Real Decreto 378/93.

Comenzaremos comentando los resultados obtenidos con *Pinus radiata*. Así, para tasas de descuento financieras (i.e. tasas comprendidas entre el 6 y el 9 por ciento) esta especie es viable en un contexto no subvencionado sólo para la mejor calidad y para tasas financieras de descuento relativamente bajas. En tal caso, tanto la rentabilidad absoluta (medida por

Cuadro 2

PRECIOS, VOLUMENES E INGRESOS PARA TRES CALIDADES DE PINUS RADIATA

CALIDAD I					CALIDAD II					CALIDAD III				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.	Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.	Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
15	25,0	2.500	197,5	493.750	15	20,7	1.000	123,6	123.000	15	16,6	300	65,0	19.500
20	31,8	6.000	307,6	1.845.600	20	27,3	4.000	199,1	796.400	20	23,0	1.000	120,7	120.700
25	37,2	6.800	378,9	2.576.520	25	33,1	6.000	204,0	1.584.000	25	28,4	4.500	170,9	769.050
30	40,2	7.000	487,5	3.412.500	30	37,8	6.800	355,7	2.418.760	30	33,0	6.000	241,3	1.447.800
35	45,0	8.000	529,9	4.239.200	35	40,2	7.000	388,6	2.720.200	35	35,2	6.500	268,3	1.743.950

$I(t) = 2699,1428^*t^2 + 316113,1428^*t - 3567447,1428$
 Coeficiente de Determinación = 0,99428

$I(t) = 28,3192^*t^3 + 191863,8286^*t - 2718854,644$
 Coeficiente de Determinación = 0,99141

$I(t) = 31,7832^*t^3 + 3162,2148^*t^2 - 698495,491$
 Coeficiente de Determinación = 0,96658

DIAMETRO: DIAMETRO MEDIO DESPUES DE LA CLARA
FUENTE DE PRECIOS: VIGNOTE, S.; PEREZ TURRADO,
M. COMUNICACION PERSONAL 1993
FUENTE TABLAS DE PRODUCCION:
MADRIGAL, A. & TOVAL, G.
MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1985

RECIBO
 NÚMERO
 10000
 2

Cuadro 3

PRECIOS, VOLÚMENES E INGRESOS PARA TRES CALIDADES DE PINUS SYLVESTRIS

CALIDAD I				CALIDAD II				CALIDAD III						
Año	Díametro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.	Año	Díametro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.	Año	Díametro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
30	16,6	1.000	156,5	156.500	30	13,5	500	107,5	53.750	30	10,0	500	64,3	32.150
40	22,4	4.000	255,1	1.020.400	40	18,6	1.000	179,1	179.100	40	14,7	500	115,4	57.700
50	27,5	6.000	351,8	2.110.800	50	23,2	4.000	252,6	1.010.400	50	18,8	1.000	169,2	169.200
60	31,9	8.000	434,9	3.472.000	60	27,3	6.000	318,7	1.912.200	60	22,6	4.000	220,9	883.600
70	35,8	8.000	506,4	4.051.200	70	31,1	8.000	382,8	3.062.400	70	26,1	6.000	272,6	1.635.360
80	39,4	8.000	570,1	4.560.800	80	34,4	8.000	435,9	3.487.200	80	29,2	6.000	314,6	1.887.600
90	42,7	10.000	629,9	6.299.000	90	37,4	8.000	482,8	3.862.400	90	32,1	8.000	354,8	2.838.400
100	45,5	10.000	676,3	6.763.000	100	40,1	10.000	524,1	5.241.000	100	34,8	8.000	394,2	3.153.600
110	48,1	12.000	712,6	8.551.200	110	42,6	10.000	557,8	5.578.000	110	37,3	8.000	427,0	3.416.000
120	49,3	12.000	780,0	9.360.000	120	43,7	10.000	613,0	6.130.000	120	38,4	8.000	476,4	3.811.200

$I(t) = 4,7662t^3 - 935,76t^2 + 154647t - 3823889$
Coeficiente de Determinación = 0,9962

$I(t) = -6,6058t^3 + 1442,49t^2 - 22552t - 547992$
Coeficiente de Determinación = 0,9962

$I(t) = -10,951t^3 + 2518,02t^2 - 129251t + 1893797$
Coeficiente de Determinación = 0,991

DIAMETRO: DIAMETRO MEDIO DESPUES DE LA CLARA

FUENTE PRECIOS: VARIAS COMUNICACIONES
PERSONALES. 1993/1994

FUENTE TABLAS DE PRODUCCION:
GARCIA ABEJON, J. L. & GOMEZ LORANCA, J. A.
INIA 1984

Cuadro 4

PRECIOS, VOLÚMENES E INGRESOS PARA TRES CALIDADES DE FAGUS SYLVATICA

CALIDAD I				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
20	6,6	-	32,5	-
30	11,5	2.500	86,4	216.000
40	15,8	2.500	142,1	355.250
50	19,1	2.500	194,1	485.250
60	22,9	6.000	241,5	1.449.000
70	25,9	6.000	284,3	1.705.800
80	28,8	6.000	323,0	1.938.000
90	31,4	7.000	358,2	2.507.400
100	33,9	7.000	390,4	2.732.800
110	36,2	7.000	419,9	2.939.300
120	38,4	7.000	447,1	3.129.700
130	40,4	8.000	472,4	3.779.200
140	42,3	8.000	495,8	3.966.400
150	44,2	9.000	517,8	4.660.200
160	45,9	10.000	538,4	5.384.000
170	47,6	11.000	557,7	6.134.700
180	49,1	12.000	594,1	7.129.200

$R^2 = 0,718157^2 = 0,51582091^2 = 0,335744993291 = 0,283626130187$
 Coeficiente de Determinación = 0,99289

CALIDAD II				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
20	4,5	-	11,5	-
30	8,7	500	57,7	28.850
40	12,5	2.500	104,6	261.500
50	15,9	2.500	150,6	376.500
60	18,9	2.500	193,7	484.250
70	21,8	6.000	233,3	1.399.800
80	24,3	6.000	269,7	1.618.200
90	26,8	6.000	303,1	1.818.600
100	29,0	6.000	333,9	2.003.400
110	31,2	6.000	362,3	2.173.800
120	33,2	7.000	388,7	2.720.900
130	35,1	7.000	413,2	2.892.400
140	36,9	7.000	436,1	3.052.700
150	38,6	7.000	457,6	3.203.200
160	40,3	7.000	477,8	3.344.600
170	41,9	7.000	496,8	3.477.600
180	43,2	8.000	530,9	4.247.200

$R^2 = 0,179221^2 = 0,03211942^2 = 0,0010329611^2 = 1,9625493411521$
 Coeficiente de Determinación = 0,94739

CALIDAD III				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
20	3,8	-	0,0	-
30	7,4	-	31,5	-
40	10,6	500	69,7	34.850
50	13,5	2.500	108,5	271.250
60	16,1	2.500	146,3	365.750
70	18,6	2.500	182,0	455.000
80	20,9	2.500	215,4	538.500
90	23,0	6.000	246,5	1.479.000
100	25,0	6.000	275,4	1.652.400
110	26,9	6.000	302,4	1.814.400
120	28,7	6.000	327,5	1.965.000
130	30,4	6.000	351,1	2.106.600
140	32,0	6.000	373,2	2.239.200
150	33,6	7.000	394,0	2.758.000
160	35,1	7.000	413,7	2.895.900
170	36,5	7.000	432,3	3.026.100
180	49,1	7.000	463,4	3.243.800

$R^2 = 0,780021^2 = 0,30643662^2 = 0,0938923723^2 = 0,00053966677$
 Coeficiente de Determinación = 0,97531

CALIDAD IV				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
20	0,5	-	0,0	-
30	3,7	-	5,8	-
40	6,5	500	37,1	18.550
50	9,1	500	69,3	34.650
60	11,5	2.500	100,5	251.200
70	13,7	2.500	131,3	328.250
80	15,7	2.500	160,8	402.000
90	17,7	2.500	188,8	472.000
100	19,5	2.500	215,3	538.250
110	21,3	2.500	240,2	600.500
120	23,0	6.000	263,7	1.582.200
130	24,6	6.000	286,0	1.716.000
140	26,1	6.000	306,9	1.841.400
150	27,5	6.000	326,8	1.960.800
160	28,9	6.000	345,6	2.073.600
170	30,3	6.000	363,5	2.181.000
180	31,5	7.000	391,1	2.737.700

$R^2 = 0,12584^2 = 0,01583572^2 = 0,0002511919^2 = 0,000063492292$
 Coeficiente de Determinación = 0,95393

CALIDAD V				
Año	Diámetro cm	Precio ptas.	Volumen m ³	Ingreso ptas.
20	0,0	-	0,0	-
30	1,4	-	0,0	-
40	3,7	-	7,1	-
50	5,9	500	30,7	15.350
60	7,9	500	57,1	28.550
70	9,8	2.500	82,8	207.000
80	11,6	2.500	107,1	267.750
90	13,3	2.500	131,0	327.500
100	14,9	2.500	154,1	385.250
110	16,4	2.500	176,3	440.750
120	17,9	2.500	197,5	493.750
130	19,3	2.500	217,8	544.500
140	20,7	6.000	237,1	1.422.600
150	22,0	6.000	255,6	1.533.600
160	23,2	6.000	273,2	1.639.200
170	24,4	6.000	290,1	1.740.600
180	26,2	6.000	313,1	1.878.600

$R^2 = 0,844627^2 = 0,00016114^2 = 0,0177596664^2 = 0,0003132023689067$
 Coeficiente de Determinación = 0,98897

**DIAMETRO: DIAMETRO MEDIO
 DESPUES DE LA CLARA**

**FUENTE PRECIOS: J. M. ERASO,
 SERVICIO DE MONTES, GOBIERNO
 DE NAVARRA; COMUNICACION
 PERSONAL 1993**

**FUENTE TABLAS DE PRODUCCION:
 MADRIGAL, A.; PUERTAS, F. &
 MARTINEZ MILLAN, J. «TABLAS
 DE PRODUCCION PARA FAGUS
 SYLVATICA L. EN NAVARRA» GO-
 BIERNO DE NAVARRA 1992**

Cuadro 5

TURNOS Y RENTABILIDADES PARA PINUS RADIATA SEGÚN TASAS DE DESCUENTO

CALIDAD I

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	25	-142.201	7,53	25	316.088	15,40
8	25	-53.553	7,53	25	439.155	15,40
7	25	74.354	7,53	25	608.865	15,40
6	30	281.300	7,49	25	849.751	15,40
5	30	598.625	7,49	30	1.224.591	14,39
4	30	1.112.079	7,49	30	1.844.029	14,39
3	30	2.021.245	7,49	30	2.931.056	14,39
2	31	3.924.533	7,49	30	5.191.718	14,39

CALIDAD II

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	30	-299.938	5,46	25	156.444	13,38
8	30	-253.419	5,46	25	228.292	13,38
7	30	-184.089	5,46	25	327.025	13,38
6	30	-79.227	5,46	30	476.526	12,64
5	30	84.027	5,46	30	709.993	12,64
4	31	353.113	5,44	30	1.083.216	12,64
3	32	844.812	5,40	30	1.738.394	12,64
2	34	1.907.583	5,31	31	3.105.084	12,46

CALIDAD III

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	32	-384.993	3,45	30	52.851	10,89
8	34	-367.660	3,63	30	96.129	10,89
7	35	-337.550	3,70	30	156.753	10,89
6	35	-287.259	3,70	32	246.021	10,73
5	35	-204.020	3,70	34	385.352	10,55
4	35	-61.329	3,70	35	617.578	10,45
3	35	202.414	3,70	35	1.032.965	10,45
2	35	771.409	3,70	35	1.907.758	10,45

Cuadro 6

TURNOS Y RENTABILIDADES PARA PINUS SYLVESTRIS SEGÚN TASAS DE DESCUENTO

CALIDAD I

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	45	-561.280	2,00	40	-142.512	5,21
8	45	-561.153	2,00	40	-122.700	5,21
7	50	-553.666	2,37	45	-91.663	5,40
6	50	-533.230	2,37	45	-42.691	5,40
5	60	-487.923	2,68	50	39.990	5,41
4	60	-376.501	2,68	50	189.509	5,41
3	70	-123.379	2,90	60	514.481	5,22
2	80	612.951	2,70	80	1.329.719	4,71

CALIDAD II

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	55	-574.533	1,37	50	-160.396	4,18
8	55	-580.926	1,37	50	-148.293	4,18
7	60	-584.256	1,69	50	-130.146	4,18
6	60	-581.075	1,69	55	-102.355	4,30
5	65	-563.981	1,86	60	-53.281	4,35
4	70	-511.384	1,98	60	40.094	4,35
3	80	-362.543	2,11	70	240.337	4,27
2	90	95.153	2,13	80	790.808	4,12

CALIDAD III

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	65	-579.840	0,68	60	-168.377	3,11
8	70	-589.519	0,99	60	-161.001	3,11
7	70	-598.731	0,99	60	-150.659	3,11
6	75	-605.853	1,20	65	-134.579	3,29
5	80	-606.585	1,35	70	-107.196	3,39
4	80	-589.646	1,35	70	-55.007	3,39
3	90	-517.314	1,53	80	65.137	3,43
2	100	-266.918	1,58	90	407.653	3,38

Cuadro 7

TURNOS Y RENTABILIDADES PARA FAGUS SYLVATICA SEGÚN TASAS
DE DESCUENTO

CALIDAD I

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	60	-464.745	1,62	30	226.346	-
8	60	-468.138	1,62	30	259.998	-
7	60	-468.837	1,62	30	302.922	-
6	70	-463.476	2,02	30	359.715	-
5	70	-444.044	2,02	30	438.646	-
4	70	-395.975	2,02	30	556.223	-
3	80	-271.989	2,12	30	750.295	-
2	90	70.248	2,13	70	1.276.991	-

CALIDAD II

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	70	-470.492	1,21	30	210.296	-
8	70	-477.612	1,21	30	238.646	-
7	70	-483.392	1,21	30	273.056	-
6	70	-486.818	1,21	35	317.332	-
5	80	-483.004	1,49	30	377.176	-
4	80	-462.285	1,49	30	463.979	-
3	100	-394.508	1,67	30	604.297	-
2	100	-164.278	1,67	80	978.304	-

CALIDAD III

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	90	-473.663	0,99	45	202.038	-
8	90	-482.077	0,99	45	226.456	-
7	90	-490.847	0,99	45	256.418	-
6	90	-499.281	0,99	45	294.719	-
5	100	-505.299	1,22	45	346.530	-
4	100	-501.645	1,22	45	422.395	-
3	100	-469.091	1,22	45	547.227	-
2	100	-339.456	1,26	45	796.200	-

Cuadro 7 (Continuación)

CALIDAD IV

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	110	-474.445	0,37	40	200.383	-
8	120	-483.563	0,72	40	223.683	-
7	120	-493.737	0,72	40	251.730	-
6	120	-505.020	0,72	40	286.701	-
5	120	-516.991	0,72	40	332.752	-
4	130	-527.030	0,90	40	397.399	-
3	130	-524.265	0,90	40	500.166	-
2	140	-463.610	0,94	40	698.126	-

CALIDAD V

Tasa descuento %	Sin subvenciones			Con subvenciones		
	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %	Turno años	VAN ptas./ha	TIR %
9	140	-474.610	0,42	50	196.467	-
8	140	-483.900	0,42	50	217.631	-
7	140	-494.457	0,42	50	242.386	-
6	140	-506.628	0,42	50	272.253	-
5	140	-520.762	0,42	50	310.091	-
4	150	-536.499	0,59	50	361.858	-
3	150	-549.822	0,59	50	441.873	-
2	150	-538.001	0,59	50	593.826	-

el VAN) como la relativa (medida por el TIR) es muy escasa. En efecto, la máxima tasa interna de rendimiento es del 7,53 por ciento, cifra indudablemente pequeña. El turno para dichas tasas de descuento financieras e inversiones viables se encuentra en los 25 años.

Para tasas de descuento sociales (comprendidas entre el 2 y el 5 por ciento) y nuevamente en un contexto no subvencionado, esta especie es viable para todas las calidades. Los turnos obtenidos, como predice el análisis teórico (véase, por ejemplo, Romero 1994, cap. 8), van alargándose conforme descende la tasa de descuento y/o la calidad (precio) de la

madera. Dichos turnos oscilan entre los 30 y los 35 años. Para tasas de descuento bajas y calidades buenas, la rentabilidad absoluta es relativamente alta.

En un contexto subvencionado, las rentabilidades tanto absolutas como relativas suben considerablemente, siendo la inversión viable (i.e. VAN positivo y TIR superior a la tasa de descuento) para cualquier tasa de descuento por elevada que sea. Nuevamente los turnos se alargan conforme desciende la tasa de descuento y/o la calidad. Dichos turnos oscilan entre los 25 años (máxima tasa de descuento y mejor calidad) y los 35 años que corresponden a la tasa de descuento más baja y peor calidad. Es de destacar que, para la mejor calidad y/o tasas de descuento no superiores al 7 por ciento, las subvenciones convierten al *Pinus radiata* en un aprovechamiento productivo competitivo con respecto a productos agrarios tradicionales. No obstante, su atractivo económico es inferior al de las especies de crecimiento rápido, como sucede con el chopo (véase Padró 1982, Sumpsi 1991, Sáez 1992, Díaz Balteiro & Romero, 1994).

Pasamos seguidamente a comentar los resultados obtenidos con *Pinus sylvestris*. Para esta especie, en un contexto sin subvenciones, la correspondiente inversión no es viable por baja que sea la tasa de descuento y por buena que sea la calidad. Únicamente para una tasa de descuento del 2 por ciento (difícil de justificar incluso como una tasa social de descuento) y buenas calidades, la inversión se mueve en los límites de la viabilidad. Los turnos obtenidos, al corresponder a cifras de VAN negativas, carecen de sentido económico.

La consideración de las subvenciones hace mejorar muy poco la viabilidad financiera de esta especie. En efecto, la inversión es viable sólo para tasas de descuento inferiores al 5 por ciento para la mejor calidad, o para tasas inferiores al 3-4 por ciento para calidades peores. Además, aún en estos casos de inversión viable, la rentabilidad obtenida es muy escasa, no pudiendo competir en *términos estrictamente financieros* ni con usos agrícolas alternativos, ni con otras especies de crecimiento rápido o medio.

Finalmente, pasamos a comentar los resultados obtenidos con *Fagus sylvatica*. Cuando no se contemplan subvenciones, sea cual sea la tasa de descuento o la calidad considerada, la inversión resulta claramente inviable. Esta falta de viabilidad se hace más acusada conforme la calidad de la madera empeora.

La consideración de las subvenciones tiene una influencia importante en la rentabilidad de esta especie. Así, las subvenciones hacen que la inversión subyacente resulte viable por elevada que sea la tasa de descuento y por baja que sea la calidad de la madera. Para tasas de descuento altas y/o bajas calidades, la rentabilidad es muy pequeña. En el caso opuesto –esto es, tasas sociales de descuento bajas y/o buenas calidades– la rentabilidad es algo más atractiva. Debe de apuntarse que las cifras de TIR carecen de significado, por lo que no aparecen recogidas en el correspondiente cuadro. En efecto, como la mayor parte del pago de inversión está cubierto por la subvención (i.e. $K - K_1$ es muy pequeño), el TIR tiene escaso significado. Así, en un caso límite en el que todo el gasto de forestación estuviera cubierto con la subvención (i.e. $K - K_1 = 0$) el correspondiente TIR tendería a infinito.

Es importante apuntar que los turnos que permiten inversiones viables son muy cortos, careciendo de sentido forestal. De este modo, cortar masas de *Fagus sylvatica* con 30 ó 40 años es selvícilmente inviable, pues dichas edades de corta no permiten ni tan siquiera la regeneración natural de las masas. Por tanto, llegamos a un resultado bastante contundente: sin subvenciones las inversiones en esta especie no son económicamente viables, mientras que en un contexto subvencionado son de una moderada rentabilidad financiera e inviables desde un punto de vista selvícola. Esta importante cuestión se tratará con más detalle en el apartado siguiente de conclusiones.

6. CONCLUSIONES

Los resultados fundamentales que se derivan de nuestra investigación son los siguientes:

- a) Desde un punto de vista estrictamente financiero, *Pinus radiata* no es, en general, una inversión atractiva. En efecto, sólo para buenas calidades y tasas de descuento bajas el VAN es positivo. La consideración de las subvenciones comunitarias mejora considerablemente la rentabilidad, acortando ligeramente los turnos. En todo caso, su atractivo económico es inferior al de las especies de crecimiento rápido.

- b) *Pinus sylvestris* no es rentable, ni aún considerando el plan de subvenciones comunitarias. Para las mejores calidades y en un contexto subvencionado el TIR máximo que se consigue no alcanza el 6 por ciento. En estas circunstancias, resulta difícil pensar que la iniciativa privada en conjunción con las subvenciones previstas conduzcan a forestar importantes superficies con *Pinus sylvestris*.
- c) *Fagus sylvatica* no resulta rentable en un contexto de estricta iniciativa privada. Sin embargo, la consideración de las subvenciones hace que las inversiones en esta especie pasen a ser viables, aunque con una rentabilidad muy escasa y claramente inferior a la que presenta *Pinus radiata* o las especies de crecimiento rápido. Un problema importante con esta especie consiste en que los turnos correspondientes a casos viables son selvícicamente inviables por resultar demasiado cortos, no garantizando la regeneración natural de la masa.
- d) La conclusión anterior puede reforzarse en el siguiente sentido. Las subvenciones comunitarias hacen que las inversiones en plantaciones de *Fagus sylvatica* sean viables, aunque presentando una escasa rentabilidad. Sin embargo, la lógica financiera lleva a que el propietario, a poco de superar el período en el que percibe las primas compensatorias, tenga un coste marginal de no cortar superior al valor marginal de esperar. Dicho con otras palabras, al llegar a ese momento, el crecimiento relativo de la masa no supera al tipo de interés, por lo que al propietario le interesa cortar.
- e) Las subvenciones comunitarias previstas en el Real Decreto 378/93 no estimulan a los propietarios a repoblar la cubierta arbórea con especies de crecimiento lento, pues las correspondientes inversiones, o no son viables, o presentan una escasa rentabilidad, incluso considerando dichas subvenciones. Es decir, el diseño organizativo basado en la iniciativa privada, más la concesión de ayudas comunitarias no permite alcanzar –en el caso de las especies de crecimiento lento– los objetivos previstos por el plan de ayudas.
- f) Por las razones apuntadas, hace falta un diseño organizativo en el sector forestal para las especies de creci-
-

miento lento distinto del actual. Aunque el estudio de tal tipo de diseño excede los propósitos de este artículo, a título orientativo se apuntan algunas ideas. Así, podría considerarse la posibilidad de diseñar un plan de subvenciones que hiciera atractiva económicamente la correspondiente inversión a la iniciativa privada, estableciéndose asimismo por ley un turno mínimo en base a características técnicas o selvícolas, que evite que en los casos donde se utilizan fondos públicos destinados a la implantación de masas forestales duradera, éstas se corten muy prematuramente. Un indicador de este posible turno mínimo pudiera ser el que corresponde a la máxima productividad media (máximo rendimiento en especie en lenguaje forestal). Según un estudio de Madrigal *et al.*, (1992), dichos turnos de máximo rendimiento en especies para *Fagus sylvatica* oscilan entre los 95-110 años para las mejores calidades, y superan los 170 años para las peores calidades.

- g) Asimismo, es interesante apuntar que un plan importante de ayudas y subvenciones a las especies arbóreas de crecimiento lento puede quedar justificado por el valor que tiene para la sociedad las externalidades positivas que estas masas producen. Así, los servicios recreativos, de defensa contra la erosión, de regulación climática, etc., generados por estas masas, son aprovechados por la sociedad en su conjunto. La inclusión de estos flujos de servicios en nuestro análisis, como es bien sabido produce alargamientos en los turnos (Hartman, 1976). Además, como el propietario no puede poner en el «mercado» estos productos ambientales-recreativos, parece razonable que la sociedad en su conjunto le compense financieramente a través de un mecanismo de ayudas y subvenciones, más amplio que el contemplado en el comentado Real Decreto.
- h) Finalmente, cabe destacar la diferencia obtenida, tanto en rentabilidades absolutas como relativas, entre *Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica*, al considerar un contexto de tasas de descuento financieras. Teniendo en cuenta que ambas especies presentan unos turnos de explotación largos, no parece muy justificada la diferencia existente entre las ayudas para una especie y para la otra (prácti-
-

camente el doble a favor de *Fagus sylvatica*). Aunque *Pinus sylvestris* a lo largo de su ciclo productivo ofrece una mayor producción de madera que *Fagus sylvatica*, no parece oportuno englobarle en la misma categoría que, por ejemplo, *Pinus radiata*, ya que, debido a sus características propias (poder de colonizar suelos pobres, facilidad de instalación, temperamento, calidad de la madera, externalidades, etc.) merece una consideración distinta a la que se le da en el Anexo 2 del Real Decreto 378/93: «Especies cuya plantación tenga como fin principal la producción de madera a un plazo mayor de 18 años».

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro de un Proyecto de Investigación financiero por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT). Agradecemos a las siguientes personas, tanto los comentarios como la aportación de datos: J. M. Eraso, A. Madrigal, M. Pérez Turrado, A. Prieto y S. Vignote. Asimismo, se agradecen los comentarios efectuados por los revisores anónimos. Pese a estas valiosas ayudas, todos los errores que puedan quedar en el artículo son de nuestra exclusiva responsabilidad. □

BIBLIOGRAFÍA

- ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA (1990): Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- AUNÓS, A., MADRIGAL, A., *et al.*, (1992): *Análisis y Diagnóstico de los Sistemas Forestales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Colección Lur, 4. Gobierno Vasco.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 30 marzo 1993.
- DÍAZ BALTEIRO, L. y ROMERO, C. (1994): «Rentabilidad económica y turnos óptimos de choperas en España», *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, vol. 3, pp. 43-56.
- ERASO, J. M. (1993): Comunicación personal.
- GARCÍA ABEJÓN, J. L. y GÓMEZ LORANCA, J. A. (1984): «Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris*

- L. en el Sistema Central», Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- HARTMAN, R. (1976): «The harvesting decision when a standing forest has value», *Economic Inquiry*, vol. 14, pp. 52-58.
 - JOHANSSON, P. O. y LÖFGREN, K. G. (1985): *The economics of forestry and natural resources*. Oxford, Basil Blackwell.
 - MADRIGAL, A. y TOVAL, G. (1975): «Tablas de producción de *Pinus radiata* en el País Vasco», Ministerio de Agricultura.
 - MADRIGAL, A.; PUERTAS, F. y MARTÍNEZ MILLÁN, J. (1992): *Tablas de producción de selvicultura variable de Fagus sylvatica L. en Navarra*. Gobierno de Navarra; Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.
 - PADRO, A. (1982): «El turno financiero, aplicación a choperas», *ITEA*, 46, pp. 3-10.
 - PERALTA, J. J. (1992): «Repoblación, Selvicultura e Impactos de las masas de *Pinus radiata*», en *Ciclo de Conferencias sobre Selvicultura Intensiva*. Departamento de Silvopascicultura. ETSI. Montes, Madrid, 1992.
 - PÉREZ TURRADO, M. (1993): Comunicación personal.
 - ROMERO, C. (1994): *Economía de los recursos ambientales y naturales*. Madrid, Alianza.
 - SÁEZ BAZ, A. (1992): «Rentabilidad actual y potencial de las choperas del Duero», en *Los chopos: nociones de populicultura*. Colegio de Ingenieros de Montes, pp. 131-150.
 - SAMUELSON, P. (1976): «Economics of forestry in a evolving society», *Economic Inquiry*, vol. 14, pp. 466-492.
 - SUMPSI, J. (1991): «Crisis agraria y política forestal», *Revista de Estudios Agrosociales*, 158, pp. 57-81.
 - VIGNOTE, S. (1993): Comunicación personal.

RESUMEN

En este artículo se determinan los turnos financieros óptimos y las rentabilidades absolutas y relativas de una especie de crecimiento medio (*Pinus radiata*) y dos especies de crecimiento lento (*Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica*) de amplia implantación en España. Asimismo, se estudian los efectos que sobre los resultados anteriores tiene el plan de ayudas y subvenciones recogidas en el Real Decreto 378/93, que pretende fomentar tanto las inversiones forestales como el aprove-

chamamiento racional de los bosques en zonas rurales. El artículo termina con alguna reflexiones sobre los efectos del comentado Decreto en la política forestal.

RÉSUMÉ

Dans ce travail on étudie les tours financiers optima ainsi que les rentabilités absolues et relatives d'une espèce de croissance moyenne (*Pinus radiata*) et de deux espèces de rotation plus longue (*Pinus sylvestris* et *Fagus sylvatica*) qui sont largement cultivées en Espagne. On étudie de même les effets que le Plan d'Aides et Subventions du Real Decreto 378/93 a sur les résultats antérieurs. Ce Plan prétend de stimuler les investissements forestiers ainsi que l'utilisation rationnelle des forêts dans les zones rurales. Cet article finit avec quelques réflexions sur les effets du Décret sur la politique forestière.

SUMMARY

The optimum financial rotations as well as absolute and relative profitabilities of one species of medium crop rotation (*Pinus radiata*) and two species of long crop rotation (*Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica*) largely cultivated in Spain are determined in this paper. The effects on the above results of the economic subsidies and aids contemplated by the Royal Decree 378/93 which attempts to stimulate forest investments as well as the rational use of forests in rural areas are also studied. The paper ends with some reflections and forestry policy implications.