

# APLICACIÓN DEL PROGRAMA CUBICA A DISTINTOS REGÍMENES DE GESTIÓN DEL PINO RADIATA EN EL PAÍS VASCO

F. Rodríguez Puerta <sup>1</sup>, M. Broto Cartagena <sup>2</sup> y A. Cantero Amiano <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure,179. 25198-LLEIDA (España). Correo electrónico: francisco.rodriguez@pvcf.udl.es

<sup>2</sup> CESEFOR - Área I+D+i - Pol. Ind. Las Casas. Calle C, Parcela 4. 42005-SORIA (España)

<sup>3</sup> IKT, S.A. Granja Modelo-Arkaute. 01192-VITORIA (España)

## Resumen

En este trabajo se simula la clasificación de productos de tres regímenes de gestión de pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) en el País Vasco, a través del modelo del perfil del árbol incluido en el programa informático Cubica. Los tres itinerarios selvícolas simulados corresponden a una misma calidad de estación (índice de sitio de 21 m a la edad de 20 años) y en todos ellos se realiza un clareo y tres claras. Dos de ellos corresponden a una selvicultura “clásica” con una densidad de plantación de 1.850 pies•ha<sup>-1</sup>, en el que en uno de ellos se concentra casi toda la producción en la corta final (el 80% del total y el 90% de las maderas gruesas), siendo sólo la última clara comercial. En el segundo itinerario, tanto el clareo como la primera clara son más tardíos, el resto de claras son comerciales y en la corta final se obtiene el 60% de la producción total y el 70% de las maderas gruesas. El tercer itinerario, más actual, parte de una densidad de plantación de 1.100 pies•ha<sup>-1</sup> y es una selvicultura más tecnológica, al minimizar la producción de madera de trituración (el 15% de la producción) y potenciar las maderas gruesas (el 85% de la producción), previéndose árboles de 1,63m<sup>3</sup>.

Palabras clave: *Pinus radiata*, Clasificación de productos, Existencias, Producción

## INTRODUCCIÓN

El carácter productivo de la vertiente cantábrica del País Vasco fundamenta la existencia de una importante industria forestal formada por 67 industrias de aserri, que suponen unos 1.000 empleos (MESA INTERSECTORIAL DE LA MADERA DE EUSKADI, 2003). El minifundismo forestal existente, la falta de cultura forestal y la creciente escasez de mano de obra son factores que dificultan la adopción por parte de los propietarios de una selvicultura intensiva y coordinada con las necesidades de la industria forestal. Las Asociaciones de Forestalistas y la Administración

Forestal están contribuyendo al aumento de la cultura forestal, pero sus resultados se podrán evaluar tras varios decenios. Es precisamente ese medio-largo plazo, inherente al tema forestal, el que dificulta la coordinación entre los tratamientos selvícolas y las solicitaciones de la industria, ya que los efectos de ciertas labores (podas, claras) necesitan muchos años para manifestarse en forma de productos maderables.

Múltiples ejemplos de descoordinación han podido verse a lo largo de la historia del pino radiata en el País Vasco desde que en 1897 se realizara la primera plantación importante en Galdakao y Bedia por parte de D. Mario Adán de

Yarza. Tras distintas plantaciones llevadas a cabo por parte de los recién creados Servicios Forestales de Gipuzkoa y Bizkaia en los años 20, no fue hasta los años 40-50 cuando se empezó a generalizar su empleo por parte de particulares. En la época industrial posterior a la Guerra Civil, el empuje de las papeleras condujo a un aprovechamiento principal de la madera de pino radiata dirigida al sector de pasta y papel (trituration), caracterizado por densos marcos de plantación y ausencia de claras planificadas, obteniendo al final del turno (20-25 años) árboles de bajos diámetros. En febrero de 1956 se produjeron unas fuertes heladas que arrasaron las plantaciones del oriente de Gipuzkoa, por lo que se produjeron dos hechos de gran importancia: la coetaneidad de grandes masas plantadas hacia 1958-65 en Gipuzkoa y la introducción de nuevas especies para sustituir al radiata en las zonas más altas y frías: alerce, pino laricio, abeto Douglas, etc. El primer inventario forestal del País Vasco data de 1972 y en él se puede comprobar la juventud de la mayor parte de las masas de radiata, mientras que en los inventarios forestales de 1986 y 1996 se presenta una situación muy distinta, ya que tanto la edad media de las masas como las existencias fueron en aumento, en parte por el alargamiento progresivo del turno de esta especie (30-35 años con destino preferente a aserrado) y en parte porque llegaban a su madurez grandes extensiones de Gipuzkoa. Esta amplia oferta de pinares con edades maduras, la realización de diversos estudios que demostraban la bondad de esta madera para otros usos y la innovación de la iniciativa particular propiciaron una diversificación en los usos de la madera y, en paralelo, una revalorización de su precio y un cambio en su gestión (alargamiento del turno de corta).

Así, en un corto período de tiempo se fue pasando de un turno medio de 25-30 años con destino preferentemente a la industria de trituration (densidades de plantación elevadas) a otro de 35-40 años para obtener madera de sierra y, recientemente, de desarrollo. En la actualidad, debido a la citada escasez de mano de obra y los avances en suministro de planta y mejora genética en esta especie, se tiende a la adopción de menores densidades de plantación (marco de 3x3 m) y en ellas se prevé la realización temprana de intervenciones selvícolas (claras, podas),

con el fin de favorecer el crecimiento a unos pocos árboles de gran calidad.

El objetivo de este trabajo es simular tres regímenes selvícolas sobre pino radiata en el País Vasco y compararlos desde un punto de vista productivo a partir de los resultados de cubicación y clasificación de productos obtenidos con el programa informático Cubica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La cubicación y clasificación de productos de los distintos itinerarios selvícolas se llevó a cabo con el programa informático Cubica v1.2 (RODRÍGUEZ Y BROTO, 2003), el cual integra un modelo del perfil del árbol elaborado para pino radiata del País Vasco (RODRÍGUEZ et al., 2003). El programa es de libre distribución bajo petición por correo electrónico o se puede descargar en: <http://www.udl.es/usuarios/s4372483/Cubica.htm>.

Los datos pueden provenir de dos fuentes distintas: Importados desde Excel o Nuevos (creados *in situ* desde el programa); la estructura tiene que mantenerse: cuatro columnas con los datos de Frecuencia, Diámetro normal, Altura Total y Altura de Poda. En una primera parte, se posibilita el cálculo de algunos índices o variables de masa como son el área basimétrica, la altura dominante y media, el diámetro dominante y medio, el número de pies por hectárea, el índice Hart-Becking y el de Reineke. Una vez seleccionados los distintos productos que se desea obtener, en función de la longitud de las trozas y del diámetro en punta delgada, se puede seleccionar entre los distintos modelos disponibles para algunas de las especies presentes en nuestro territorio.

Los resultados (numéricos y gráficos) que muestra el programa y que se pueden exportar a Excel se dividen en 4 apartados: (i) Resumen, donde se presentan las variables de masa y un resumen de los volúmenes de los distintos productos, sin clasificar, clasificados y el número de trozas, (ii) Sin clasificar, donde se muestran los volúmenes potenciales de cada producto sin realizar el tronzo, puesto que al despiezar las distintas trozas según la longitud establecida en las opciones del programa parte de algún producto pasará a formar parte del siguiente, (iii) Clasifica-

do, o volúmenes tras realizar la clasificación tras el tronzado del árbol según la longitud de trozas seleccionada para cada producto y, finalmente, (iv) Despiece, donde se obtiene el análisis individual de cada una de las trozas para cada árbol, en la que se evalúa su volumen, conicidad, rendimiento y diámetros en la base y en la punta.

Sobre la base de dos selviculturas propuestas por ESPINEL *et al.* (1997) y otra más moderna propuesta por IKT (2003) se analizan los productos potencialmente obtenibles tanto en las cortas intermedias como en la corta final a través del programa Cubica. En la tabla 1 se muestran numéricamente las variables más relevantes que explican los tres itinerarios planteados. En todos ellos se parte de una misma calidad de estación (índice de sitio de 21 m a la edad de 20 años), y se realiza un claro y tres claras antes de la corta final, a los 35 años. La opción I está enfocada a la obtención de productos en la corta final con un mayor porcentaje de árboles gruesos, mientras que la opción II permite unos aprovechamientos intermedios. Finalmente la opción III representa una selvicultura más intensiva y tecnológica, disminuyendo los costes de plantación y de los primeros trabajos, para acabar potenciando un grupo reducido de árboles a los que se les realizan podas de limpieza de fuste, para obtener madera de calidad. En la figura 1 se presenta la evolución de las principales variables dasométricas de los itinerarios evaluados con el fin de evidenciar las diferencias de gestión.

La clasificación de productos se realizó en base a clasificar como madera muy gruesa ( $V_{30}$ ) aquella con diámetro en punta delgada (d.p.d) mayor de 30 cm, madera gruesa ( $V_{20}$ ) aquella con d.p.d. superior a 20 e inferior a 30 cm, y madera de trituración ( $V_7$ ) aquella con un d.p.d. superior a 7 cm e inferior a 20 cm. El volumen del fuste, se consideró la suma de los tres productos ( $V_F$ ), o la madera con diámetro en punta delgada superior a 7 cm, y la madera de sierra ( $V_{20-30}$ ) la que poseía un diámetro superior a 20 cm en punta delgada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados de la cubicación y clasificación de productos, antes de la clara (ac) y extraídos (ex) según itinerarios. La tabla 3 presenta el volumen acumulado de los distintos productos para cada régimen, así como su crecimiento medio y corriente en cada producto. Sobre la figura 2 se observa la evolución en el tiempo del volumen acumulado y del crecimiento medio de cada uno de los productos.

El itinerario I se caracteriza por practicar un claro y dos claras fuertes y muy precoces (6, 9 y 12 años respectivamente). En estas tres intervenciones se extraen unos  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en total, de los cuales el 85% son maderas finas (d.p.d menor de 20 cm). La siguiente intervención es 12 años más tarde (clara por lo bajo) y se vuelven a extraer otros  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  de los cuales la mitad son maderas

	Edad	H <sub>o</sub> (m)	ANTES DE LA CLARA			EXTRAIDO		
			N	G (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	D <sub>G</sub> (cm)	N	G (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	D <sub>G</sub> (cm)
I	6	5.3	1591	12.3	9.9	491	4.3	9.6
	9	9.3	1075	18.5	14.8	355	6.5	14.6
	12	12.9	705	19.4	18.7	255	6.7	18.9
	24	24	398	32.6	32.3	113	6.6	34.1
	35	30.4	265	37.1	42.2	265	37.1	42.2
II	10	11.2	1406	18.3	12.9	366	3.1	13.7
	16	17.6	1012	30.6	19.6	312	8.8	19.9
	23	23.3	681	34.7	25.5	241	11.4	26
	27	25.9	434	30.1	29.7	150	8	31.4
	35	30.4	273	32.1	38.6	273	32.1	38.6
III	7	6.1	1073	5.7	8.2	262	0.8	6.2
	13	13.5	811	21.6	18.4	200	4.5	16.9
	18	18.9	611	30.7	25.3	200	8.5	23.3
	23	23.4	411	32.6	31.8	171	12.2	30.1
	35	30.5	240	34.9	43.0	240	34.9	43.0

Tabla 1. Principales variables dasométricas que caracterizan los tres itinerarios selvícolas

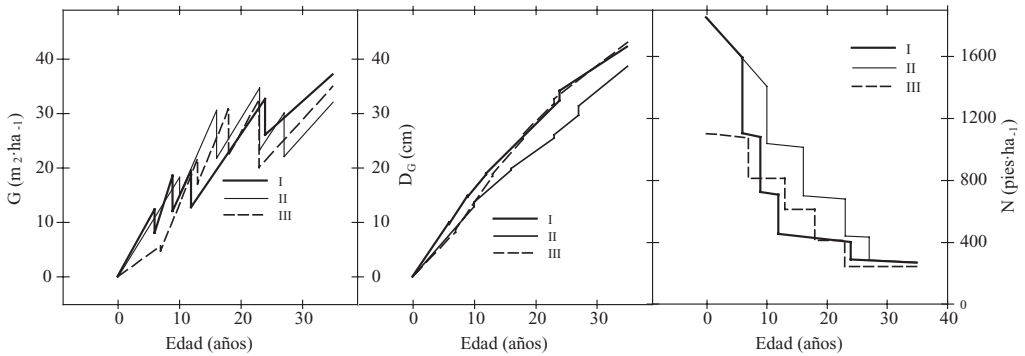


Figura 1. Evolución de las principales variables dasométricas en función del itinerario

gruesas (d.p.d superior a 20) ya que se interviene sobre árboles con un volumen medio de 0,5 m³. La corta final es de 410 m³·ha⁻¹, el 80 % del total.

La gestión en el itinerario II se basa, como la del itinerario I, en una plantación muy densa (1.850 pies·ha-1) pero esta vez el clareo no se realiza hasta los 10 años. El régimen de claras es más

tardío que en el caso anterior y en todas ellas se obtiene como mínimo el 40% de maderas gruesas. En la primera clara (precomercial) se extraen unos 50 m³·ha⁻¹, mientras que en las dos restantes (a los 23 y 27 años) se extraen 90 y 70 m³·ha⁻¹, respectivamente, de los cuales el 60% son maderas gruesas, y sobre el 15% maderas muy gruesas

		Edad	H <sub>0</sub>	N	G	D <sub>G</sub>	V <sub>U</sub>	V <sub>F</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>20</sub>	V <sub>30</sub>	V <sub>20+30</sub>
I	ac	6	5,3	1591	12,3	9,9	0,01	20,42	20,42	0,00	0,00	0,00
	ex	6	5,3	491	4,3	9,6	0,01	4,95	4,95	0,00	0,00	0,00
	ac	9	9,3	1075	18,5	14,8	0,05	53,24	46,21	7,02	0,00	7,02
	ex	9	9,3	355	6,5	14,6	0,04	15,70	14,06	1,64	0,00	1,64
	ac	12	12,9	705	19,4	18,7	0,14	98,38	61,70	32,32	4,35	36,67
	ex	12	12,9	255	6,7	18,9	0,13	32,61	21,02	10,58	1,01	11,59
	ac	24	24,0	398	32,6	32,3	0,73	288,93	58,78	135,27	94,87	230,15
	ex	24	24,0	112,7	6,6	34,1	0,48	54,14	18,84	28,58	6,71	35,30
	<b>Final</b>	<b>35</b>	<b>30,4</b>	<b>265</b>	<b>37,1</b>	<b>42,2</b>	<b>1,56</b>	<b>414,66</b>	<b>35,76</b>	<b>104,76</b>	<b>274,14</b>	<b>378,90</b>
II	ac	10	11,2	1406	18,3	12,9	0,05	75,62	67,30	8,33	0,00	8,33
	ex	10	11,2	366,3	3,1	13,7	0,03	11,05	9,91	1,14	0,00	1,14
	ac	16	17,6	1012	30,6	19,6	0,19	194,71	109,97	68,98	15,76	84,74
	ex	16	17,6	312,1	8,8	19,9	0,17	53,52	31,51	18,49	3,52	22,01
	ac	23	23,3	681	34,7	25,5	0,42	286,05	109,96	128,82	47,27	176,09
	ex	23	23,3	240,7	11,4	26	0,37	89,63	36,49	39,13	14,02	53,14
	ac	27	25,9	434	30,1	29,7	0,65	282,94	74,88	140,16	67,90	208,06
	ex	27	25,9	149,5	8	31,4	0,47	69,52	27,49	32,91	9,12	42,03
	<b>Final</b>	<b>35</b>	<b>30,4</b>	<b>273</b>	<b>32,1</b>	<b>38,6</b>	<b>1,30</b>	<b>354,58</b>	<b>40,36</b>	<b>117,98</b>	<b>196,24</b>	<b>314,22</b>
III	ac	7	6,1	1073	5,7	8,2	0,01	10,99	10,99	0,00	0,00	0,00
	ex	7	6,1	262	0,8	6,2	0,00	0,77	0,77	0,00	0,00	0,00
	ac	13	13,5	811	21,6	18,4	0,14	110,69	76,50	32,12	2,07	34,19
	ex	13	13,5	200	4,5	16,9	0,11	21,48	13,80	6,19	1,49	7,68
	ac	18	18,9	611	30,7	25,3	0,35	215,59	88,46	98,89	28,23	127,13
	ex	18	18,9	200	8,5	23,3	0,24	47,82	27,17	16,93	3,72	20,65
	ac	23	23,4	411	32,6	31,8	0,69	283,74	63,49	120,09	100,16	220,24
	ex	23	23,4	171	12,2	30,1	0,59	100,31	27,67	37,58	35,07	72,65
	<b>Final</b>	<b>35</b>	<b>30,5</b>	<b>240</b>	<b>34,9</b>	<b>43,0</b>	<b>1,63</b>	<b>391,92</b>	<b>30,87</b>	<b>98,16</b>	<b>262,90</b>	<b>361,05</b>

Tabla 2. Cubicación y clasificación de productos de los tres itinerarios evaluados

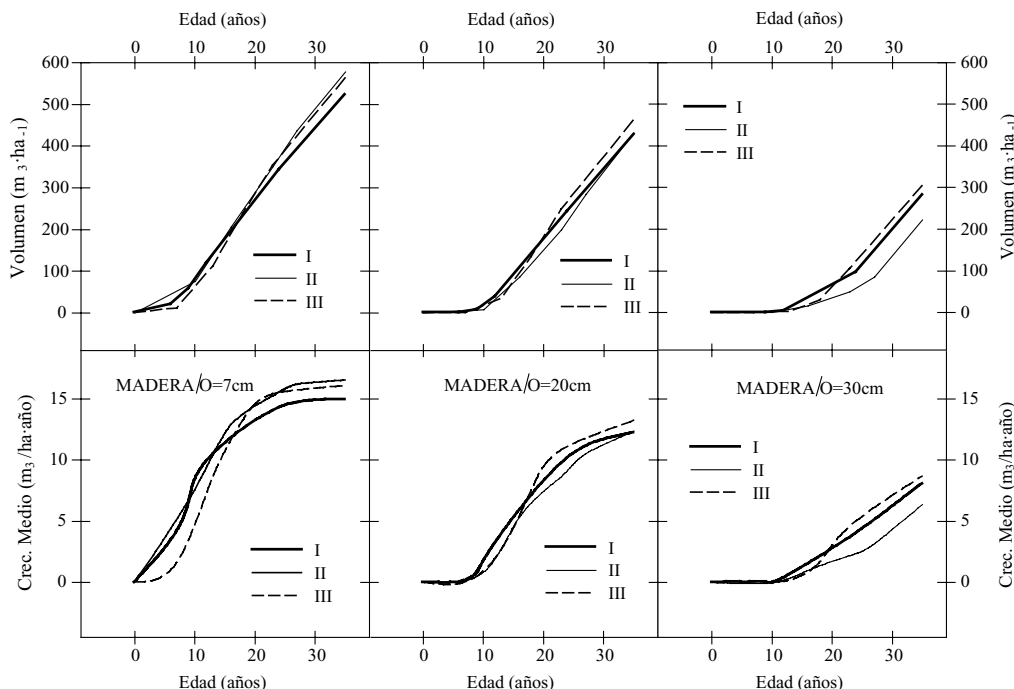
	Edad	H <sub>0</sub>	V <sub>7</sub>	CM <sub>7</sub>	CC <sub>7</sub>	V <sub>20</sub>	CM <sub>20</sub>	CC <sub>20</sub>	V <sub>30</sub>	CM <sub>30</sub>	CC <sub>30</sub>
<b>I</b>	6	5,3	20,42	3,40	--	0,00	0,00	--	0,00	0,00	--
	9	9,3	58,18	6,46	12,59	7,02	0,78	2,34	0,00	0,00	0,00
	12	12,9	119,02	9,92	20,28	38,31	3,19	10,43	4,35	0,36	1,45
	24	24,0	342,18	14,26	18,60	243,38	10,14	17,09	95,88	4,00	7,63
	35	30,4	522,05	14,92	16,35	427,43	12,21	16,73	281,86	8,05	16,91
<b>II</b>	10	11,2	75,62	7,56	--	8,33	0,83	--	0,00	0,00	--
	16	17,6	205,76	12,86	21,69	85,88	5,37	12,93	15,76	0,98	2,63
	23	23,3	350,62	15,24	20,69	199,24	8,66	16,19	50,79	2,21	5,00
	27	25,9	437,13	16,19	21,63	284,35	10,53	21,28	85,44	3,16	8,66
	35	30,4	578,29	16,52	17,64	432,54	12,36	18,52	222,90	6,37	17,18
<b>III</b>	7	6,1	10,99	1,57	--	0,00	0,00	--	0,00	0,00	--
	13	13,5	111,47	8,57	16,75	34,19	2,63	5,70	2,07	0,16	0,35
	18	18,9	237,84	13,21	25,27	134,81	7,49	20,12	29,72	1,65	5,53
	23	23,4	353,81	15,38	23,19	248,57	10,81	22,75	105,37	4,58	15,13
	35	30,5	562,31	16,07	17,37	462,03	13,20	17,79	303,18	8,66	16,48

**Tabla 3.** Volumen acumulado, crecimiento medio y crecimiento corriente de los diferentes productos para cada itinerario selvícola evaluado

(d.p.d superior a 30). Finalmente, en la corta final se obtienen unos 350 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, donde el 90% son maderas gruesas (314 m<sup>3</sup>) y de entre éstas, el 60% son muy gruesas (196 m<sup>3</sup>). Esta vez, la corta final

representa el 60% de la producción (578 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), siendo éste el de mayor producción total.

En el itinerario III, a diferencia de los dos anteriores, la plantación resulta menos densa (1.100



**Figura 2.** Evolución del volumen acumulado (parte superior del gráfico) y del crecimiento medio (parte inferior del gráfico) para los distintos productos (de izquierda a derecha; 7; 20 y 30 cm en punta delgada, respectivamente) y según los diferentes itinerarios selvícolas

pies·ha<sup>-1</sup>). El clareo, como ocurría en el primer itinerario, es precoz, ya que se realiza a los 7 años, y se eliminan aproximadamente uno de cada cuatro árboles. En la primera intervención (clara precoz, 13 años) sólo se extraen unos 20 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> de los cuales sólo el 65% es madera de trituración. A los 18 años (clara por lo bajo) se extraen 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, de los cuales el 40% es madera gruesa. Finalmente, en la última clara (clara selectiva a los 23 años) se extraen 170 pies de aproximadamente 0,6 m<sup>3</sup>, totalizando unos 100 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> donde el 70% es madera gruesa. Finalmente, el 70% de la producción total (390 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> de los 560 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), se extrae en la corta final. En esta corta, el 90% de los productos son maderas mayores de 20 (360 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) y las maderas muy gruesas representan el 70% de las gruesas (260 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>).

## CONCLUSIONES

El itinerario I representa una pérdida en producción respecto al resto de itinerarios que se ve reflejada en la producción total (522 frente a los 578 y 562 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> del itinerario II y III) y en el crecimiento medio máximo (14,9 frente a 16,5 y 16 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>). Además representa una opción muy arriesgada, al concentrar la mayoría de la producción en la corta final.

El itinerario II es el de mayor producción, pero el régimen de claras es algo tardío. Se sacrifican las potenciales maderas muy gruesas obtenibles al final del turno, para intentar que todas las claras sean comerciales.

El itinerario III se caracteriza por presentar las principales ventajas de los dos anteriores,

paliando sus inconvenientes con una densidad inicial de plantación mucho menor. Se realiza el clareo y la primera clara precozmente para que las demás intervenciones sean comerciales, favoreciendo la producción de maderas muy gruesas (303 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> de los 460 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> de maderas gruesas) y de calidad, sin concentrar tantas existencias en la corta final.

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Universitat de Lleida y a la CICYT que a través del proyecto AGL2000-1255 han financiado este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- MESA INTERSECTORIAL DE LA MADERA DE EUSKADI; 2003. Datos de 2002. *Euskadi Forestal* 65.
- IKT, S.A.; 2003. *Itinerarios selvícolas propuestos en el programa Gestfore, para la realización de Planes Técnicos de Gestión*. (inédito).
- ESPINEL, S.; CANTERO, A. Y SÁENZ, D.; 1997. Un modelo de simulación para rodales de *Pinus radiata* en el País Vasco. *Montes* 48: 34-38.
- RODRÍGUEZ, F.; BROTO, M. & LEBAN, J.M.; 2003. Equations de profil des tiges chez le pin radiata (*Pinus radiata* D. Don) du Pays Basque (Espagne). *Ann. For. Sci.* (en revisión)
- RODRÍGUEZ, F. Y BROTO, M.; 2003. Cubica v1.2: Programa informático para cubicar y clasificar productos a partir de los datos de un inventario forestal. *Montes* 72: 33-38.