

# UN MODELO DE GESTIÓN PARA LAS MASAS DE *PINUS RADIATA* EN EL PAÍS VASCO<sup>1</sup>

Alejandro Cantero\*, Santiago Espinel\*\* & Daniel Sáenz\*

\* I.K.T., S.A. Granja Modelo Arkaute. 01008 VITORIA-GASTEIZ

\*\* CIMA-SIMA. Dpto. Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Granja Modelo Arkaute. 01008 VITORIA-GASTEIZ

## 1. INTRODUCCIÓN: SITUACIÓN GENERAL EN EL PAÍS VASCO

El pino radiata es la especie que ocupa una mayor extensión en el País Vasco, principalmente en su vertiente cantábrica. Es igualmente la especie más productiva, ya que sus 163.000 ha proporcionan anualmente cerca de 2.000.000 m<sup>3</sup> anuales. Reúne un gran interés para los propietarios privados, que poseen el 86% de estas plantaciones, generalmente en forma de pequeños pinares.

Existe una relativa diversidad en la forma de manejo del pino radiata en el País Vasco: método de plantación, densidades iniciales, tipo de terrenos empleados, intensidad de las claras, etc. Esta diversidad dificulta la adopción generalizada de una selvicultura estándar para esta especie. Paralelamente, la diversificación que han alcanzado los usos de la madera de esta especie ha ido provocando una revalorización de su precio y un alargamiento de su turno de corta. Así, en un corto período de tiempo, se ha ido pasando de un turno de 25-30 años con destino preferente a la industria de trituración a otro de 30-35 años para obtener madera de sierra.

La herramienta de gestión más utilizada por los selvicultores vascos han sido las

Tablas de Producción de pino radiata para el País Vasco (MADRIGAL & *al.*, 1975), diseñadas en principio para prever la evolución de pinares sometidos a intervenciones frecuentes y con turnos más cortos que los actuales. Si bien dichas Tablas mantienen su validez, es una necesidad generalizada su actualización y adaptación a las condiciones del País Vasco, donde las masas de calidad I son escasas y predominan las de calidad intermedia entre II-III.

El Inventario Forestal del País Vasco (GOBIERNO VASCO, 1986) proporciona un enorme volumen de datos sobre estos pinares, el cual debe servir para crear unas Tablas de Producción dinámicas, en forma de modelo de gestión, adaptadas a la situación actual y a las necesidades de cada propietario.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El material disponible de trabajo ha sido:

- El Inventario Forestal del País Vasco (GOBIERNO VASCO, 1986) estableció 1.144 parcelas de pino radiata, de las cuales se han seleccionado 100 para su remediación en 1993, representando la mayor variación posible de estos pinares: edad, altitud, distribución geográfica, clases de calidad, etc. En la figura 1 se aprecia la distribución altura dominante/edad obtenida en 540 parcelas del Inventario de 1986,

<sup>1</sup> El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto «Upgrading of Southern Pines» del Programa FOREST de la Unión Europea (1991-1994).

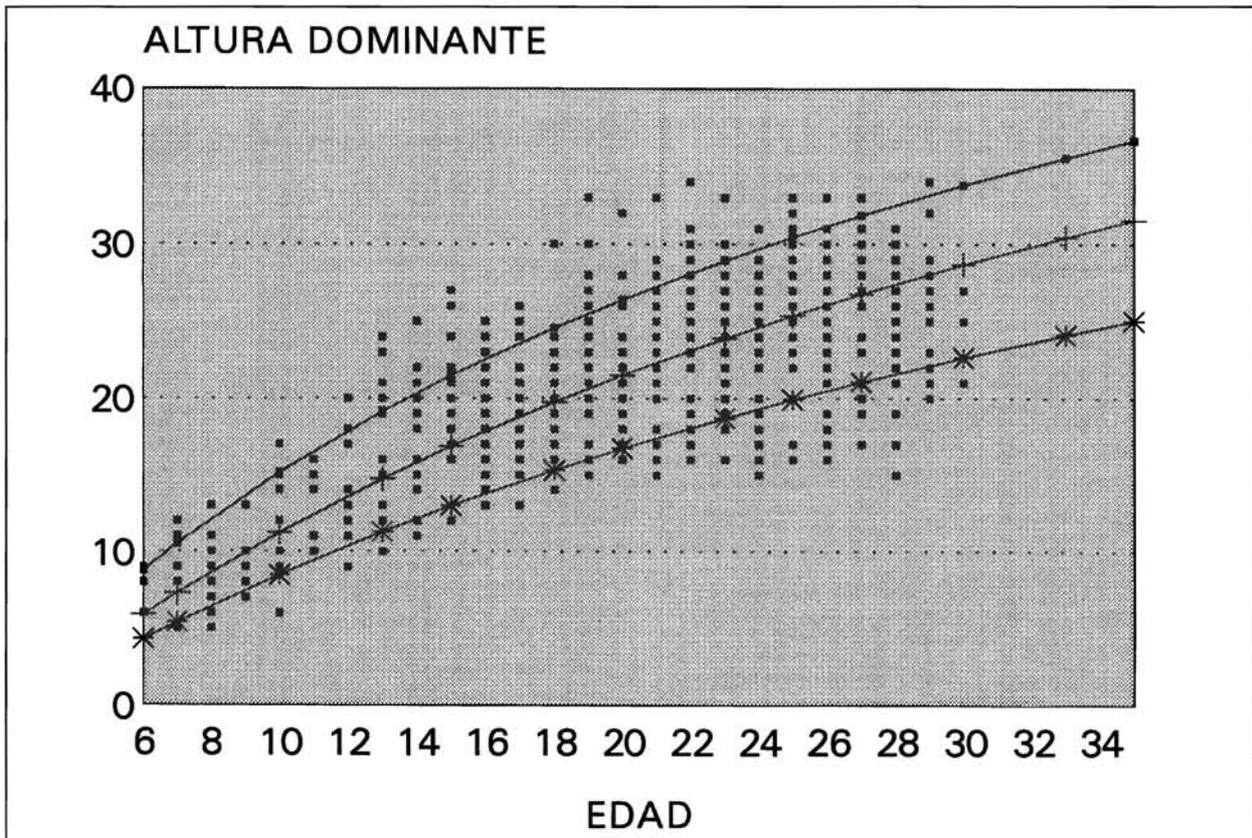


Figura 1. Datos de 540 parcelas del inventario del País Vasco. Pino Insigne. Ajuste de las tres curvas de calidad.  
 ■ Alt. Dom., -■- Clase I, + Clase II, \*- Clase III.

superpuesta a las tres curvas de calidad definidas por las referidas Tablas de Producción de esta especie en el País Vasco.

- En 1992 se derribaron 800 árboles-tipo de esta especie, con los cuales se construyeron ecuaciones de cubicación.

- Existe desde 1988, establecida por el Servicio de Montes de la Diputación Foral de Gipuzkoa, una red de 30 parcelas permanentes de pino radiata sometidas a distintos regímenes de silvicultura y medidas con periodicidad.

- Las Tablas de Producción de pino radiata para el País Vasco, que establecen tres clases de calidad, constituyen una referencia para conocer la evolución en el tiempo de estas masas. Estas Tablas vienen siendo utilizadas desde 1975 y han demostrado un buen resultado, aunque los cambios selvícolas habidos desde entonces aconsejan su revisión y actualización.

Partiendo de este material de trabajo, se procedió a estudiar la posible aplicación al caso del pino radiata de las metodologías conocidas para establecer modelos de crecimiento (modelos para *Pinus pinaster* de LEMOINE (1982) en Las Landas y de PASCOA (1987) en Portugal). Se decidió seguir la metodología de Pascoa por presentar, a nuestro entender, un mayor interés por la posibilidad de prever la distribución diamétrica de los árboles, según la función de Weibull.

El esquema de PASCOA (1987) consta, además, de un grupo de ecuaciones generales para relacionar distintos parámetros dendrométricos, de tres conjuntos de ecuaciones, que permiten conocer:

- 1.- la evolución de los pinares hasta la primera intervención (normalmente un claro, clara no comercial),
- 2.- la evolución de los pinares entre clara y clara y
- 3.- el efecto de las claras.

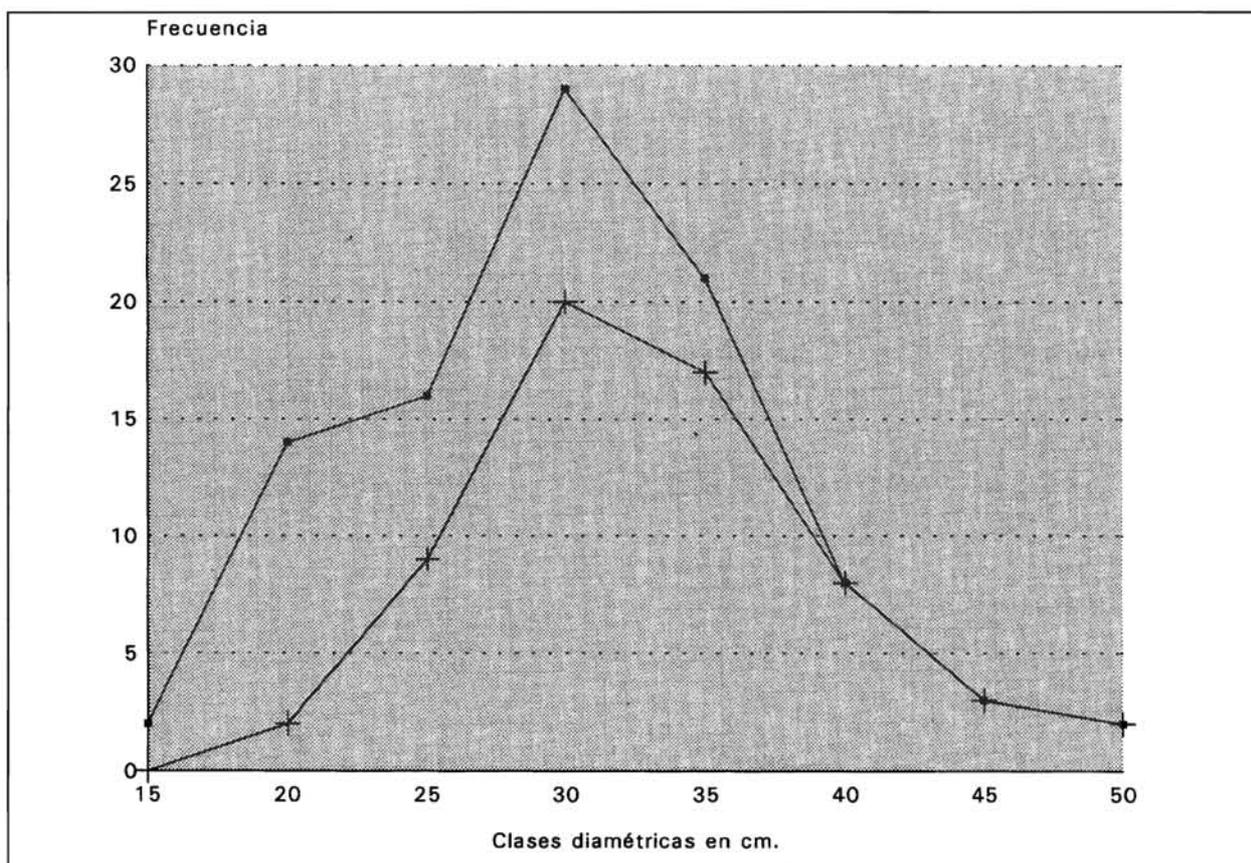


Figura 2. Distribución de frecuencias diamétricas antes y después de la clara. Parcela de pino insigne en Sopuerta Vizcaya, de 26 años. Sitio índice: 20.1 m. 439 pies/ha antes de la clara. 289 pies/ha después de la clara.  
 ■ Antes de clara, + Después de clara..

### 3. APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DEL PINO RADIATA

Elegida la metodología general, se procedió a adaptar los datos disponibles y a completar las mediciones necesarias para su construcción.

1.- Para conocer la mortalidad natural de los pinos tras su plantación y su evolución antes de la primera clara, se procedió a medir 53 parcelas jóvenes, con distintas densidades de plantación, edades y localización.

2.- Los mayores problemas aparecieron en la localización de las parcelas útiles para la segunda fase. En esta fase, es necesario conocer la evolución de los pinares entre clara y clara, es decir, localizar y medir parcelas que no hubieran sufrido claras en un intervalo de años suficiente. De las 100 parcelas elegidas, sólo 18 son válidas para

este fin, ya que el resto había sufrido cortas o daños (incendios, plagas, construcción de pistas) dentro del período 1986-1993.

3.- El efecto de las claras pudo ser valorado por medio de la red de parcelas sometidas a distintos tipos de silvicultura. Igualmente, con el fin de cuantificar los efectos de la silvicultura estándar practicada en el País Vasco, se procedió a medir distintas parcelas en el mismo momento en que estaban siendo objeto de claras. Los efectos en la distribución diamétrica de una de estas claras pueden ser observados en la figura 2.

A partir de los datos así recogidos se construyeron las fórmulas necesarias para aplicar el modelo de PASCOA (1987) al caso del pino radiata. Estas fórmulas, obtenidas a partir de distintas regresiones, son las siguientes:

**1. Evolución de las masas no aclaradas:**

Tasa de mortalidad anual: 2,78%

$$D_{\min} = 12,8687 * HD^{0,2158} * N^{-0,1213} \quad R^2 = 0,41 \quad N = 26$$

$$AB = 0,00563 * HD^{0,775} * N^{0,8958} * e^{-1,6574/EDAD} \quad R^2 = 0,72 \quad N = 25$$

$$P93 = 5,1197 * HD^{0,6182} * N^{-0,0254} \quad R^2 = 0,89 \quad N = 25$$

**2. Proyección hacia el futuro de las masas una vez aclaradas:**

$$D_{\min} = 61,2706 * (AB1^{EDAD1/EDAD2}/N1)^{0,8434} * e^{-0,7850*(1-EDAD1/EDAD2)} * e^{-0,0216*HD2} \\ R^2 = 0,86 \quad N = 18$$

$$AB2 = 1,1007 * AB1^{EDAD1/EDAD2*0,8534} * (1/N1)^{-2038} * e^{-0,9108*(1-EDAD2/EDAD1)} \\ R^2 = 0,76 \quad N = 18$$

$$P93 = 108,7952 * (AB1^{EDAD1/EDAD2}/N1)^{0,2846} * e^{-1,7741*(1-EDAD1/EDAD2)} * \\ e^{0,0124*(1-EDAD1/EDAD2)*HD2} \quad R^2 = 0,89 \quad N = 18$$

**3. Efecto de las claras:**

$$N2 = 0,5247 * N1^{0,98343} * (1-AB2/AB1)^{-0,2449} \quad R^2 = 0,99 \quad N = 27$$

$$DMIN2 = 3,8601 + 0,9548 * DMIN1 \quad R^2 = 0,88 \quad N = 23$$

$$P93_2 = 1,8862 + 0,9621 * P93_1 \quad R^2 = 0,99 \quad N = 26$$

siendo:

$D_{\min}$  = diámetro mínimo inventariado, en cm

HD = altura dominante, en m

N = numero de pies por ha

AB = área basimétrica, en m<sup>2</sup>/ha

P93 = percentil 93 de la distribución diamétrica, en cm

En cada una de las tres fases, los tres parámetros así obtenidos permiten calcular los tres parámetros correspondientes de la distribución de Weibull (a, b y c), por medio de un algoritmo matemático desarrollado a tal efecto.

**4. RESULTADOS Y EXPECTATIVAS**

Se ha construido un modelo de gestión para las plantaciones de *Pinus radiata* que, en forma de programa informático, permite al gestor o propietario forestal simular distintos tipos de silvicultura. Partiendo de unos datos iniciales a introducir en el programa (altura dominante/edad o índice de sitio, es decir, altura dominante alcanzada a los 20 años de edad), el modelo proyecta hacia el

futuro la evolución previsible de esa masa y permite prever el tipo de productos a obtener en base a distintas intensidades de claras.

El modelo construido no es definitivo. Debe estar sometido a una continua revisión y adaptación a las condiciones selvícolas predominantes en el País Vasco. Para ello, se pretende mantener la red de parcelas permanentes creada y aumentar su número y variedad, hasta llegar al menos a unas 80 parcelas.

Se ha comparado el modelo construido con las Tablas de Producción de MADRIGAL & al. (1975), comprobando su semejanza y esperando poder mejorarlo con el tiempo. Para ello, se ha proporcionado el modelo a los Servicios Forestales y a las Asociaciones

ANEXO 1. EJEMPLOS PRÁCTICOS: <i>Ejemplo de simulación en clase de calidad I. Índice de sitio: 25.9</i>							
Edad	HD	Num	AB	Vol	DG	Vu	Ve
10.0	14.9	1444.3	26.2	125.6	15.2	0.1	
10.0	14.9	904.4	18.4	90.2	16.1	0.1	35.4
15.0	21.1	904.4	34.8	264.5	22.1	0.3	
15.0	21.1	571.1	24.5	191.2	23.4	0.3	73.0
20.0	25.9	571.1	37.0	345.9	28.7	0.6	
20.0	25.9	421.5	31.0	293.8	30.6	0.7	52.1
25.0	29.8	421.5	38.6	416.1	34.1	1.0	
25.0	29.8	320.9	33.0	359.9	36.2	1.1	56.2
30.0	33.1	320.9	38.8	465.2	39.2	1.4	
30.0	33.1	277.8	35.4	427.3	40.3	1.5	37.4
35.0	35.9	277.8	40.3	523.7	43.0	1.9	
<i>Resultados obtenidos aplicando las tablas de producción de MADRIGAL &amp; al. (1975) para el mismo índice de sitio.</i>							
Edad	HD	Num	AB	Vol	DG	Vu	Ve
10.0	14.6	1441.0	22.8	126.0	14.2	0.1	
10.0	14.6	822.0	17.6	97.7	14.8	0.1	28.3
15.0	21.0	822.0	33.6	264.6	22.8	0.3	
15.0	21.0	542.0	26.6	197.5	25.0	0.4	67.1
20.0	25.9	542.0	37.8	366.3	29.8	0.7	
20.0	25.9	399.0	31.7	307.6	31.8	0.8	58.7
25.0	29.7	399.0	39.5	438.6	35.5	1.1	
25.0	29.7	314.0	34.1	378.9	37.2	1.2	59.7
30.0	32.7	314.0	39.9	487.5	40.2	1.5	
30.0	32.7	258.0	35.4	432.8	41.8	1.6	54.7
35.0	35.2	258.0	40.3	529.9	44.6	2.0	
Ejemplo de simulación en clase de calidad II Índice de sitio: 20.5 m. Densidad de plantación: 1.800 pies/ha. Selvicultura estándar en el País Vasco. Turno: 32 años. Claras a 8, 15 y 23 años							
Edad	HD	Num	AB	Vol	DG	Vu	Ve
8.0	8.2	1445.5	15.9	47.5	11.8	0.0	
8.0	8.2	906.7	11.2	34.2	12.5	0.0	13.4
15.0	16.1	906.7	24.8	146.4	18.6	0.2	
15.0	16.1	573.8	17.5	106.2	19.7	0.2	39.9
23.0	22.8	573.8	32.0	265.4	26.6	0.5	
23.0	22.8	364.8	22.5	191.6	28.0	0.5	80.5
32.0	28.5	364.8	34.4	357.1	34.7	1.0	
Edad en años HD: Altura dominante en metros. Num: Número de pies por hectárea. AB: Área basimétrica en m <sup>2</sup> /ha. Vol: Volumen en m <sup>3</sup> /ha. DG: Diámetro cuadrático en cm. Vu: Volumen unitario de cada pie en m <sup>3</sup> . Ve: Volumen extraído en m <sup>3</sup> /ha.							

de Propietarios Forestales del País Vasco, con el fin de que se empiece a utilizar y anotar sus posibles mejoras.

Una de las expectativas de este modelo es realizar una previsión de la rentabilidad económica de distintas selvculturas posibles, con el fin de analizar las necesidades de productos de los propietarios y adoptar a tal efecto la selvcultura adecuada. Este objetivo, con las limitaciones propias del desconocimiento a priori del precio de los productos forestales, debe ser realizado por el mismo propietario ensayando distintos tratamientos en el ordenador y previendo distintos precios para los tipos de productos forestales a obtener.

Por último, se encuentra la posible aplicación del modelo a la Ordenación forestal. Una vez se vaya consiguiendo la validación, adaptación del modelo a las distintas calidades del pino radiata y extensión de la metodología empleada a otras especies de interés en el País Vasco (pino laricio, abeto Douglas), se espera utilizar este tipo de modelos como una herramienta válida para guiar la selvcultura a seguir en masas coetáneas, según las finalidades perseguidas en cada caso: obtención de madera de grandes dimensiones en masas productoras, mantenimiento de la mayor espesura posible en masas protectoras, etc. Esto puede ser conseguido, a nuestro entender, uniendo los modelos creados a una base de datos geográficos que recopile la información histórica de cada cantón en los montes ordenados.

En el Anexo I se han recogido dos ejemplos prácticos de aplicación del modelo. El primero de ellos se compara con los resultados obtenidos de la aplicación de las tablas de producción de MADRIGAL & al. (1975).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOBIERNO VASCO; 1986. *Inventario Forestal del País Vasco*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

LEMOINE, B.; 1982. Croissance et production

du Pin maritime I. Recherche d'un modèle et d'une méthode. *Annales des Sciences forestières*, 39(4): 321-354.

MADRIGAL, A. & al.; 1975. *Tablas de producción, cubicación y tarifas de Pinus radiata D. Don. en las Provincias*

*Vascongadas*. Ministerio de Agricultura. Dirección General de la Producción Agraria.

PASCOA, F.; 1987. *Estrutura, crescimento e produção em povoamentos de pinheiro bravo. Um modelo de simulação*. Tese de Doutoramento. ISA. Lisboa.