

TABLAS DE PRODUCCIÓN ESPAÑOLAS*

Alberto Rojo¹ y Gregorio Montero²

RESUMEN

Actualmente existen publicadas en España las siguientes tablas de producción: tres para *Pinus sylvestris* (Sistema Ibérico, Sistema Central y Pirineos); dos para *Pinus pinaster* (Pontevedra y Sistema Central); dos para *Eucalyptus globulus* (Huelva y Norte); otras dos para *Pinus radiata* (Norte y País Vasco); una para el clon *Populus x euramericana* «Campeador» (Meseta Central); y otra para *Fagus sylvatica* (Navarra). Además, existen tablas para *Pinus pinaster* (Galicia), *Eucalyptus globulus* (Galicia y Sudoeste), *Pinus nigra* (Sistema Ibérico) y *Fagus sylvatica* (Navarra), no publicadas.

Finalmente, en los últimos años se han realizado, en diversas tesis doctorales, tablas de producción para *Pinus radiata* (País Vasco), *Fagus sylvatica* (La Rioja) y *Pinus sylvestris* (Sierra de Guadarrama).

En este trabajo se comentan y analizan dichas tablas de producción, la metodología seguida para su construcción, las calidades que comprenden y los tratamientos que se proponen.

Palabras clave: Tablas de producción, silvicultura, *Pinus sylvestris*, *P. pinaster*, *P. radiata*, *P. nigra*, *Eucalyptus globulus*, *Populus x euramericana* «Campeador», *Fagus sylvatica*.

INTRODUCCION

Las tablas de producción son cuadros numéricos que tratan de cifrar la evolución con la edad de las variables de una masa forestal coetánea o regular, de una especie dada, dentro de un ámbito geográfico determinado, para las distintas clases de calidad de la estación, y para los diferentes regímenes selvícolas aplicables a dicha masa (MADRIGAL, 1991).

En ellas se describen masas ideales que ocuparían completamente la superficie, sin ningún hueco o pérdida de ningún tipo, lo que resulta imprescindible para conocer su verdadero significado y poder aplicarlas correctamente.

Las tablas de producción son un importante instrumento de gestión y planificación, cuyos valores deben considerarse como una media (de lo que se hace o de lo que se puede hacer), pero nunca como un dogma inamovible que deba seguirse al pie de la letra. A tal respecto, VANNIERE (1984) se refiere a ellas como «un modelo idealizado, válido como promedio para una región dada, y que es preciso emplear con precaución. Se trata de un cierto número de puntos de referencia, de identificaciones cifradas, pero en nin-

Masa regular de Pino silvestre de buena calidad. Valsain.
Foto: A. Rojo



* Trabajo presentado al III Congreso Forestal Nacional, Figueira da Foz (Portugal), 15-17 de diciembre de 1994.

¹ Departamento de Economía y Gestión de las Explotaciones Forestales. E.T.S.I. de Montes. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. España.

² Área de Silvicultura y Mejora Forestal. CIFOR-I.N.I.A. Carretera de la Coruña, km. 7,5. 28040 Madrid. España.

gún caso de tablas que conduzcan a valores seguros y ciertos». Este hecho no disminuye en absoluto su utilidad, como ha demostrado la larga tradición en su uso por gran parte de los forestales europeos (MADRIGAL, 1991).

Según este último autor, las utilidades de las tablas de producción en la selvicultura, inventario y ordenación, son las siguientes:

- Clasificación de las unidades últimas de inventario según clases de calidad, para su agregación a otras equiproductivas.
- Estimación de crecimientos corrientes de las unidades últimas de inventario, a partir de su edad y calidad (empleando factores de corrección que, normalmente, son el cociente entre las áreas basimétricas real y de la tabla).
- Estimación rápida de volúmenes de una masa, conocidas su edad y calidad, y también con la corrección del factor anterior (sirve para comparaciones, pero nunca para sustituir al inventario).
- Modelo de régimen de claras. No se debe considerar, sin embargo, como un modelo rígido, sino como una referencia de lo que se hace (tablas de «selvicultura media observada») o de lo que razonablemente se puede hacer (tablas de «selvicultura variable»).
- Referencia para razonar y discutir turnos tecnológicos y financieros.
- Si se considera que las tablas son un modelo de monte normal, se pueden utilizar para la discusión de la posibilidad.
- Para realizar estudios de oferta de madera, tanto a nivel comarcal, regional y nacional.

A pesar de todas estas utilidades, en España apenas existen publicadas once tablas de producción, varias de las cuales precisan ser revisadas.

TABLAS DE PRODUCCION ESPAÑOLAS

Tablas de producción realizadas en el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (I.F.I.E.)

Las primeras tablas de producción españolas se deben a Echeverría. A finales de los años veinte, este ingeniero del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (I.F.I.E.) comenzó a instalar un dispositivo experimental de parcelas permanentes en repoblaciones de las más importantes especies de crecimiento rápido utilizadas en España (*Pinus radiata*, *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus*), que se medían todos los años.

Los primeros resultados publicados correspondieron al *Pinus radiata* en el norte de España (ECHEVERRÍA, 1942), y fueron denominados «ensayo de tablas de producción». Para este estudio se siguió la metodología empleada en el pasado siglo por las Estaciones Forestales de Ensayo de los estados alemanes, expuesta en el comentario que ELORRIETA (1919) realizó de las tablas de Producción de Schwappach para pino

silvestre en las llanuras del norte de Alemania. Es decir, siempre en un ámbito geográfico de características homogéneas, se establecía una serie de parcelas eligiendo edades escalonadas, de tal forma que, en conjunto, y tras un período no muy largo de años (con varios inventarios), cubrieran por completo el ciclo productivo de la especie. Posteriormente, la evolución de las variables medidas en las parcelas se estimaba con ajustes gráficos.

Las tablas de producción construidas con este método clásico se incluyen en el grupo denominado «tablas de existencias normales» (OLAZABAL, 1883) o «de producción normal». Son, por tanto, tablas de espesura completa, cuyo fin era dirigir la ordenación de los bosques hacia masas en espesura completa que utilizaran el espacio de forma total y eficaz, buscando la plena utilización de los recursos y la máxima producción; es decir, lo que se había definido, en la propia Alemania, como «monte normal».

Para el caso del *Pinus radiata* en el norte de España, se muestrearon 41 parcelas, repartidas en 16 sitios de ensayo. En ellos se instalaba un grupo de 4 parcelas de la misma calidad (con el objeto de ensayar el efecto de diferentes espaciamientos), o bien una sola parcela para experimentar la producción. Estos lugares de ensayo se distribuyeron entre las provincias de Vizcaya, Guipúzcoa, Pontevedra y Santander. En cada parcela se practicaron inventarios anuales durante un período variable, llegando en algunos casos a 10 años, y sumando un total de 277 inventarios, realizados entre 1931 y 1942.

Estas primeras tablas de producción españolas incluían 5 calidades de la estación, que fueron obtenidas a partir de los valores altura-edad de cada parcela, ajustando gráficamente una calidad superior y otra inferior, e interpolando entre ellas otras tres intermedias. Cubrían un rango de edades entre 7 y 25 años, que resultaron insuficientes para las dos calidades inferiores, por no haber alcanzado a los 25 años el máximo de crecimiento. Además, correspondían a un tratamiento de claras moderadas, cada tres años, y las cubriciones se referían exclusivamente a troncos totales.

Pocos años después veían la luz las segundas tablas de producción realizadas en España, esta vez para las masas de *Pinus pinaster* de Pontevedra (ECHEVERRÍA y PEDRO, 1948), que los autores estimaron aplicables a toda Galicia. Se construyeron con la misma metodología que las anteriores, a partir de 31 parcelas, con inventarios anuales, llegando en alguna parcela hasta 14, y con un total de 187, entre los años 1934 y 1947.

Igual que en las anteriores, se establecieron 5 calidades (tomando como referencia la altura media a los 18 años, clasificando gráficamente las dos extremas e interpolando tres intermedias), un rango de edades de 7-25 años y un régimen moderado de claras trienales. Los turnos de máxima renta en especie se encontraron iguales a 24 y 25 años para la primera y segunda calidad de estación respectivamente, y superiores a los 25 años (y por tanto fuera del rango de las tablas) para las otras tres calidades, aunque se estimaban inferiores a los 35 años.

Varios años después se publican las terceras tablas

de producción españolas, referentes a las masas de *Eucalyptus globulus* de Huelva y debidas al mismo autor (ECHEVERRÍA, 1952). Son, al igual que las dos anteriores, tablas de «existencias normales». Se basaron en 61 inventarios realizados entre 1943 y 1952 en 14 parcelas de monte alto, que se medían todos los años (con períodos variables para cada parcela), en 8 lugares diferentes situados en los arenales de la provincia de Huelva. Tales masas correspondían a repoblaciones efectuadas por el Patrimonio Forestal del Estado, con marcos de plantación de 4x4 m (en algún caso 4x3 m) y sin mejora alguna del suelo.

Estas tablas comprenden únicamente dos calidades, al tratarse de masas establecidas sobre un substrato muy uniforme (terrenos llanos y arenosos, de composición química y estructura física muy similares), diferenciadas según las alturas medias de la masa. El intervalo de edades que recogen comprende desde los 2 a los 18 años. No incluyen los valores de la masa extraída, puesto que no se había realizado ninguna clara en las masas estudiadas. La disminución del número de pies que presentan las tablas corresponde, entonces, a la eliminación obligada de árboles puntisecos, malformados o muertos en las parcelas. Por esta razón, el número de pies por hectárea de las tablas resultó mayor, para una misma edad, en la mejor calidad, al contrario de lo que debería haber sucedido si se hubiese seguido un programa de claras.

Estas tres primeras tablas de producción, debidas todas a Echeverría, representan el primer estudio a gran escala del crecimiento y producción de las masas españolas. Sin embargo, como indica MADRIGAL (1991), perdieron vigencia muy pronto, debido a la notable ampliación de las superficies repobladas con tales especies, que incluían variadas condiciones de estación y nuevas técnicas y marcos de plantación.

En 1966 se publican unas nuevas tablas de producción para *Eucalyptus globulus* (PITA, 1966a), esta vez para sus masas situadas en el norte de España. Aunque se había medido un total de 48 parcelas de la especie, con 518 inventarios (realizados entre los años 1942 y 1962), en las provincias de Santander, Oviedo, La Coruña y Pontevedra, debido a la gran heterogeneidad en cuanto a espaciamientos, sistemas de plantación, cuidados culturales y turnos, se creyó oportuno que las tablas reflejasen exclusivamente el tratamiento seguido por 19 de las 27 parcelas situadas en Santander, pertenecientes a la empresa celulósica SNIACE. Por ese motivo, se refieren únicamente a marcos de plantación de 1,80x1,80 a 2x2 m, realizadas por hoyos abonados con cenizas, y para una duración del primer turno entre los 12 y los 15 años.

Estas son las primeras tablas de producción españolas realizadas a partir del cálculo de relaciones matemáticas («relaciones fundamentales»), abandonando el sistema de tanteos y ajustes gráficos de las tres primeras. Además, se pueden clasificar como tablas de producción de «selvicultura media observada».

Incluyen un rango de edades de 4-16 años, y cuatro calidades de la estación, obtenidas por el ajuste de la función de Hossfeld, que ya había sido utilizada por el autor para sus estudios de calidad con otras especies (PITA, 1964, 1965, 1966b, 1967):



La selvicultura bien aplicada permite compatibilizar la extracción de madera, la perpetuación de la especie y los efectos protectores de las masas forestales, sin cambiar su bello paisaje. Masa de Haya de excelente calidad. Foto: G. Montero.

$$H_m = t^2 / (a + b \cdot t)^2$$

donde: H_m : altura media de la masa (definida como la altura total del árbol de área basimétrica media), en metros.
 t : edad, en años.
 a y b : coeficientes.

Las calidades se clasificaron para una edad típica de 10 años, con un intervalo de 3 m entre ellas (13, 16, 19 y 22 m).

En las tablas se omite toda referencia a la masa extraída, pues como indica el propio autor: «la única mortalidad deseable en una repoblación artificial de eucaliptos es la natural, y ésta no interesa a efectos de una explotación industrial del monte». Además, se incluye una tabla de cubicación de masas que permite determinar las existencias para distintas espesuras.

Los turnos de máxima renta en especie que se desprenden de estas tablas presentan un escalonamiento anómalo, ya que resultan menores cuanto peor es la calidad.

Tablas de producción realizadas en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A.)

En el año 1961 Ximénez de Embún y Pita habían iniciado, todavía desde el I.F.I.E., el segundo estudio a gran escala del crecimiento y la producción de las masas españolas. Para ello, se plantearon la instalación de una amplia red de parcelas permanentes en masas regulares de las especies *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus uncinata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus camaldulensis*. Tal proyecto se inició escalonadamente en 1963, previendo inventarios cada cinco años para los pinos (hasta completar un total de cinco), y cada tres para los eucaliptos (MADRIGAL, 1991).

En 1972 el I.F.I.E. se integra en el actual Instituto Na-



Masa regular de Pino pinaster. Fustal de buena calidad para producción de madera. Monte de Arenas de San Pedro (Ávila). Foto: G. Montero.

cional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A.), dentro del cual las sucesivas secciones y departamentos forestales han mantenido el ritmo de inventarios de las parcelas.

Hasta 1981 no se publican las primeras tablas de producción realizadas a partir de los datos de dicha red experimental de parcelas permanentes. Eran las «Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Ibérico» (GARCIA ABEJON, 1981), y se basaron en el segundo inventario de 54 parcelas de las provincias de Burgos, Cuenca, Guadalajara, Soria y Teruel. Constaban de unas tablas de «selvicultura media observada» (que se denominaron de claras moderadas) y de otras de «selvicultura de referencia» (o de claras fuertes).

Posteriormente aparecen unas tablas, similares en la metodología y presentación a las anteriores, para *Pinus sylvestris* en el Sistema Central (GARCIA ABEJON y GOMEZ LORANCA, 1984). Se construyeron a partir del segundo inventario de las parcelas permanentes de la especie situadas en Ávila, Madrid y Segovia, complementadas con otras temporales hasta un total de 31.

Poco después, se completa la trilogía de tablas de producción españolas para *Pinus sylvestris*, con la correspondiente a la otra gran zona de distribución de la especie en la Península. Son las tablas para el pino silvestre de los Pirineos, de GARCIA ABEJON y TELLA (1986). Para ello, se midieron un total de 30 parcelas, entre temporales y permanentes (éstas con dos inven-

tarios), instaladas en Huesca y Lérida. Aunque se realizaron con la misma metodología que las dos anteriores, sólo presentan un régimen de claras moderado. Son, por tanto, unas tablas exclusivamente de «selvicultura media observada».

Estas tres tablas del I.N.I.A. para pino silvestre están construidas de forma similar. En todas ellas se establecieron unas calidades de la estación siguiendo la metodología utilizada por PITA (1964). Este autor aplicó el método de las curvas naturales y la función asintótica de Hossfeld, estableciendo cinco clases de calidad para *Pinus sylvestris* en un rango de edades entre 20 y 80 años, a partir de una edad típica que fijó en los 50 años. En las tres tablas de producción comentadas se amplió el rango de edades, que comprende de 20 a 120 años, y se definieron cuatro clases de calidad para el Sistema Ibérico (caracterizadas por unas alturas medias de 7, 10, 13 y 16 m a los 50 años), tres en el Sistema Central (11, 14 y 17 m) y otras tres para Los Pirineos (10, 13 y 16 m).

La metodología utilizada en estas tres tablas de producción de *Pinus sylvestris* se basó en calcular inicialmente una tabla de «selvicultura media observada» (denominada régimen moderado de claras) para cada calidad, a partir de seis relaciones fundamentales, incluyendo también el índice de Hart-Becking para cada edad. Posteriormente, se obtenían las tablas de «selvicultura de referencia» (régimen fuerte de claras) aumentando dos puntos el índice anterior y suponiéndolo constante a partir de los 50 años. Con estos valores se calculaba el número de pies antes de la clara y se repetía todo el proceso de cálculo de las primeras tablas.

Debido a los altos valores del índice de Hart-Becking que presentaba la tabla del régimen moderado en el caso de los Pirineos (respecto a los otros dos sistemas montañosos), pareció prudente no aumentar los espaciamientos con una clara más intensa y por ello no se construyeron unas tablas para dicho régimen fuerte de claras.

Por otra parte, los turnos de máxima renta en especie que se obtienen en las tablas del Sistema Pirenaico, y al contrario de lo que sucede en las dos precedentes, muestran una tendencia anómala, ya que se alcanzan a menores edades en las peores calidades.

También dentro del I.N.I.A. se realizaron unas tablas de producción para chopos, concretamente para el clon *Populus x euramericana* (Dode) Guinier «Campeador» (GONZALEZ ANTONANZAS, 1986), a partir de los datos recogidos durante 15 años en cuatro sitios de ensayo situados en las provincias de León y Madrid. El ámbito de validez de estas tablas abarca las regiones de Castilla-León, Madrid y Castilla-La Mancha, para choperas con un marco de plantación de 8 x 5 m (250 pies/Ha). Se definieron cinco calidades, según el criterio diámetro-edad, ajustando ecuaciones parabólicas de segundo grado. Las tablas presentan la evolución anual de las masas desde los 2 hasta los 17 años.

En 1989 salen a la luz otras tablas elaboradas con la misma metodología que las de pino silvestre, y

realizadas también en el I.N.I.A. Son las "Tablas de producción de densidad variable para *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Central" (GARCIA ABEJON y GOMEZ LORANCA, 1989). Se elaboraron a partir de 34 parcelas permanentes situadas en las provincias de Avila, Cáceres y Madrid, con cuatro inventarios, a intervalos de cinco años. Se establecieron tres calidades, caracterizadas por unas alturas medias de 10, 13 y 16 m para una edad típica de 40 años, en consonancia con lo expuesto por PITA (1967) en su construcción de curvas de calidad para *Pinus pinaster*, similar a lo anteriormente expuesto del mismo autor para pino silvestre (PITA, 1964).

Estas tablas para *Pinus pinaster* contienen los dos regímenes de claras que se utilizaron en las de pino silvestre, escalonados también con una diferencia de dos puntos en el índice de Hart-Becking. Los turnos de máxima renta en especie (y por tanto los máximos crecimientos medios) presentan la misma anomalía que ocurría en las tablas de *Pinus sylvestris* del Pirineo.

Resulta importante señalar que existen unas tablas de producción para *Pinus nigra* en el Sistema Ibérico (GOMEZ LORANCA, 1994), realizadas con una metodología similar a las del resto de pinos, y que se encuentran pendientes de ser publicadas.

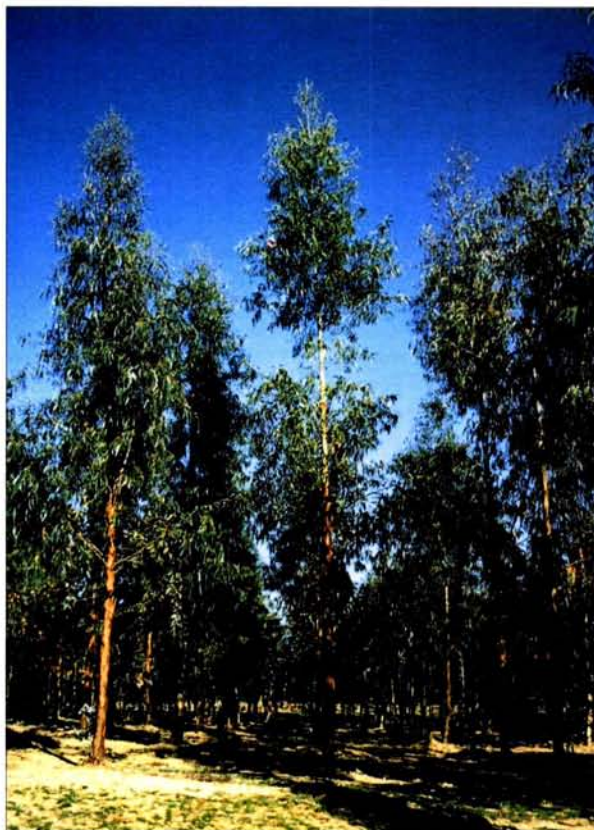
Otras tablas de producción publicadas

En los años setenta comienzan a elaborarse una serie de tablas de producción basadas exclusivamente en un inventario único de parcelas temporales, tratando de captar todas las edades y clases de calidad de una especie en un área determinada.

En ese sentido, se elaboraron unas tablas de producción para *Pinus radiata* en el País Vasco (MADRIGAL y TOVAL, 1975). Se construyeron a partir de una red de 53 parcelas temporales, y cubren un rango de edades entre 5 y 35 años. Corresponden exclusivamente a lo que se ha denominado tablas de «selvicultura media observada», pero para un régimen de claras más fuertes que las que, años antes, había propuesto ECHEVERRIA (1942). Se establecieron 3 calidades (caracterizadas por alturas de 13, 17 y 21 m a una edad típica de 15 años), utilizando la fórmula de Hossfeld que ya había usado PITA (1964, 1965, 1966b, 1967) para otras especies, pero con alturas dominantes en vez de alturas medias. Según uno de sus autores (MADRIGAL, 1991), la utilización actual de dichas masas, con valores en alza de la madera de sierra, y la posibilidad de emplear alternativas selvícolas de claras más fuertes, aconsejan la revisión de estas tablas.

Por otra parte, a partir de los árboles tipo del Primer Inventario Forestal Nacional se construyeron tablas de producción (denominadas de masa regular) para las principales especies (ICONA, 1979, 1980). Son de carácter muy general, para toda España, y sin distinguir calidades, por lo que, lógicamente, poseen un carácter exclusivamente orientativo.

Las últimas tablas de producción publicadas en Es-



Plantación de *Eucalyptus globulus* de ENCE, de 6 años. Altura media 10-11 m. Producción por hectárea de 4,5 a 6,5 m³/Ha/año. La Herrumbre (Huelva). Foto: G. Montero.

paña han sido las de *Fagus sylvatica* para Navarra (MADRIGAL et al., 1992), basadas igualmente en los datos de un único inventario de 86 parcelas. Se establecieron 5 calidades de la estación (definidas por unas alturas dominantes de 15, 18, 21, 24 y 27 m a una edad típica de 100 años), construidas con el modelo polimórfico de BAILEY y CLUTTER (1974):

$$\ln(H_0) = a + b_1 \cdot (1/t)^c$$

donde: H_0 : altura dominante (m).
 t : edad (años).
 b_1 : coeficiente específico de la estación.
 a y c : coeficientes del modelo.

Este trabajo comprende, para un intervalo de edades entre 20 y 180 años, unas tablas de «selvicultura media observada» y otras de «selvicultura de referencia», a partir del aumento de tres puntos en el índice de Hart-Becking, y con algunas modificaciones en las ecuaciones de las relaciones fundamentales respecto a las utilizadas en el I.N.I.A.

Por otra parte, CASTILLA y PRIETO (1992) han desarrollado un simulador de la producción de las masas de *Pinus radiata* en el País Vasco, que permite transformar tablas de producción de «selvicultura media observada» en otras de «selvicultura variable», para cualquier calidad de la estación. Además, este simulador proporciona información sobre distribuciones diámé-

tricas, clasificación de los productos extraídos en las claras y rentabilidad de los turnos. Este trabajo se ha basado en las tablas de MADRIGAL y TOVAL (1975) y en datos procedentes de 8 parcelas permanentes establecidas por la Diputación Foral de Guipúzcoa.

Tablas de producción no publicadas

En los años sesenta se incluyeron tablas de producción en distintos proyectos de ordenación de montes de haya (*Fagus sylvatica*) en Navarra, lo que ha limitado su difusión. Entre otros, para los montes Irati de Salazar, Limitaciones de las Amezcvas, Leizalarrea, Olazagutia (estos dos últimos también con tablas para *Quercus robur*), Echarri-Aranaz, Espinal, Burguete, Ulzama, Alsasua, Beruete, etc., realizados todos ellos por los ingenieros Moro, Pallarés y López-Arias. Especialmente interesantes resultan las correspondientes a la ordenación del monte Uitzí (LOPEZ ARIAS, 1964), que incluyen una previsión de distribuciones diamétricas, y las de los montes del Valle del Baztán (LOPEZ ARIAS, 1968), que establecen una división de los productos según diferentes usos comerciales y turnos financieros. Todas estas tablas incluyen 3 ó 4 calidades, establecidas a partir de alturas medias.

Varios años después, se realizaron otras tablas de producción para *Pinus pinaster* en Galicia (MOLINA y RUIZ, 1976), basadas en un inventario único de 106 parcelas y en los datos de otras 84 instaladas por el I.F.I.E. en la región. Son tablas de «selvicultura media observada», que representan un régimen moderado de claras. Se establecieron 4 calidades (8, 11, 14 y 17 m a una edad típica de 20 años) para las masas situadas en el litoral y 3 (8, 11 y 14 m) para las de interior, utilizando la fórmula de Hossfeld (PITA, 1964, 1965, 1966b, 1967).

Existen otras tablas para *Eucalyptus globulus* en el Sudoeste de España (MADRIGAL et al., 1977), construidas a partir de un inventario único de parcelas, hasta un total de 273, repartidas entre Huelva y Sevilla. Se establecieron dos series de tablas según el sustrato sobre el que vegetan tales masas: unas para las repoblaciones sobre arenas y otras para las efectuadas sobre pizarras. El estudio de las calidades se fundamentó en el uso de la mencionada fórmula de Hossfeld, utilizando alturas medias, dado que los eucaliptares no son objeto de claras, por lo que en tales variables no se producen saltos bruscos.

Los datos contenidos en estas tablas no alcanzan las edades a las que se culmina el crecimiento medio (superiores a 15 años), lo que confirmó la suposición de que las edades de corta de los eucaliptares obedecían a criterios de abastecimiento de las fábricas celulósicas y a costes de oportunidad (MADRIGAL, 1991).

La Empresa Nacional de Celulosas posee también unas tablas de producción de *Eucalyptus globulus* para la región suroccidental de España (PARDO, 1980). Fueron realizadas a partir de un inventario forestal continuo de más de 1.000 parcelas, situadas en su totalidad en primeras repoblaciones, en las provincias de Huelva, Sevilla y Cáceres. Las tablas se construye-

ron, inicialmente, con los datos de los inventarios anuales efectuados entre los años 1975 y 1980 en tales parcelas (con edades entre 5 y 13 años), que se continúan midiendo, por lo que las tablas se encuentran en constante revisión. Contienen 5 clases de calidad de la estación para cada tipo de suelo (arenas o pizarras), definidas para una edad típica de 7 años, a partir de la ecuación de SCHUMACHER (1939):

$$H_0 = \exp(a - b/t)$$

donde: H_0 : altura dominante (m).
 t : edad (años).
 a, b : coeficientes.

FERNANDEZ (1982) estudia la producción de los eucaliptares gallegos (*Eucalyptus globulus*) tratados en monte bajo, durante los primeros turnos, a partir de 9 de las parcelas permanentes instaladas por el I.F.I.E. en Pontevedra y La Coruña. Construye unas tablas de producción para el primer turno y otras para el segundo, con 4 calidades de la estación (diferentes para cada turno) elaboradas según el modelo de BAILEY y CLUTTER (1974).

Pocos años después, el mismo autor (FERNANDEZ, 1985) realiza otras tablas de producción para plantaciones de *Eucalyptus globulus* en Galicia. A partir de datos procedentes de parcelas temporales, estudia diferentes espaciamientos (2x2; 2,5x2,5; 3x3 m) para 5 calidades, encontrando una disminución relativamente pequeña de las producciones con el aumento del espaciamiento.

En 1992 se han realizado unas nuevas tablas de producción para *Pinus pinaster* en Galicia (MARTINEZ MILLAN y MADRIGAL, 1992), que tampoco han sido publicadas. Se han construido a partir de los datos de 98 parcelas que fueron establecidas para un estudio de la calidad de la estación de *Pinus pinaster* en Galicia (BARA y TOVAL, 1983), más los correspondientes a una pequeña red de parcelas permanentes instaladas por el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán (Pontevedra). Los autores han utilizado el modelo polimórfico de BAILEY y CLUTTER (1974) para redefinir las 9 calidades propuestas por BARA y TOVAL (1983), resultando una superior caracterizada por 19 m a los 20 años, y el resto con diferencias de 1,5 m cada una.

Estas tablas comprenden un intervalo de edades de 10-50 años, previendo una rotación de claras de 5 años. Incluyen unas tablas de «selvicultura media observada» (régimen moderado de claras, llegando a ser débil en las peores calidades), y otras de «selvicultura de referencia» (régimen intenso de claras). Estas últimas se han simulado a partir de considerar valores constantes de dos índices de densidad, el de REINEKE (1933) y el de CZARNOWSKI (1961).

Tablas de producción incluidas en Tesis Doctorales y Proyectos Fin de Carrera

En recientes tesis doctorales y trabajos académicos también se han elaborado tablas de producción, ninguna de ellas publicadas, algunas de las cuales se co-

mentan a continuación.

Por ejemplo, MUÑOZ (1985) construye unas tablas de «selvicultura variable o de referencia» para *Pinus radiata* en el País Vasco, a partir de las de «selvicultura media observada» de MADRIGAL y TOVAL (1975). Para ello, simula cuatro regímenes de claras en los que se extraería un 15, 20, 25 y 30% del área basimétrica que reflejan las anteriores tablas para cada calidad. También contempla diferentes alternativas de corta final a hecho, una clasificación comercial de los productos obtenidos y un estudio de costes-beneficios.

Ese mismo año se realizan unas tablas de gestión a la carta, aplicadas a montes de *Pinus sylvestris* (PICARDO, 1985), partiendo de las tablas de producción para la especie en el Sistema Central (GARCIA ABEJON y GOMEZ LORANCA, 1984).

IBAÑEZ (1989) elabora unas tablas para los hayedos (*Fagus sylvatica*) de la Rioja, a partir de árboles tipo procedentes de varios proyectos de ordenación, del Primer Inventario Forestal Nacional y de una muestra complementaria medida al efecto. Utiliza una generalización de la ecuación de RICHARDS (1959) para establecer 4 calidades, definidas por alturas de 6, 10 14 y 18 m a los 50 años. Las tablas que presenta son de «selvicultura media observada».

Las más recientes tablas de producción españolas (ROJO, 1994) corresponden al *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama (Sistema Central), y han sido construidas a partir de 104 parcelas temporales instaladas en los montes de Valsaín (Segovia), Cercedilla y Navacerrada (Madrid). Se han establecido 5 calidades de la estación, separadas entre sí por 3 m a los 100 años (calidades 17, 20, 23, 26 y 29), utilizando un modelo polimórfico basado en la ecuación de RICHARDS (1959):

$$H_0 = a \cdot [1 - \exp(-b \cdot t)]^{1/c}$$

donde: H_0 : altura dominante (decámetros).
 t : edad (décadas).

a , b y c : parámetros del modelo
 tales que a y $b > 0$; $-1 \leq c < \infty$ y $c \neq 0$.

Se presentan unas tablas de caracterización de las masas encontradas y otras de «selvicultura de referencia». Para construir estas últimas se han utilizado los datos procedentes de la red de experimentación de claras que el Área de Selvicultura y Mejora Forestal del CIFOR-I.N.I.A. mantiene en masas naturales de *Pinus sylvestris*, y que comenzó a ser instalada por el I.F.I.E. hace más de 25 años. De tales experiencias se ha obtenido la evolución del número de pies y los valores del coeficiente v_e/v , cociente entre los volúmenes del árbol medio extraído en la clara y antes de la misma. Por lo tanto, se basan en datos reales y no en la mera variación de diferentes índices de densidad, como se había hecho hasta entonces en España. Dentro de las tablas de «selvicultura de referencia» se proponen dos tratamientos de diferentes regímenes de claras, uno moderado y otro fuerte, correspondientes a las claras C y E definidas por ASSMANN (1970) y ensayadas por el I.N.I.A.

Finalmente, merece resaltarse la existencia de diferentes trabajos en curso, que pretenden realizar tablas de producción para *Pinus nigra* en Cataluña y en Navarra (repoblaciones), y de *Pinus pinaster* en Galicia. ■

BIBLIOGRAFIA

- ASSMANN, E. (1970). *The principles of forest yield study*. Pergamon Press Ltd., Oxford. 506 p.
- BAILEY, R.L. y CLUTTER, J.L. (1974). Base-age polymorphic site curves. *Forest Science*, 20(2): 155-159.
- BARA, S. y TOVAL, G. (1983). Calidad de estación del *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos naturales*. Nº 24. 166 p.
- CASTILLA, G. y PRIETO, A. (1992). Desarrollo y utilización de un simulador de producción de madera para masas de *Pinus radiata* D. Don en el País Vasco. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 1(2): 189-210.
- CZARNOWSKI, M.S. (1961). *Dynamics of even-aged forest stands*. Louisiana State University Studies. Biological Sciences Series, 4. 132 p.
- ECHEVERRÍA, I. (1942). *Ensayo de tablas de producción del Pinus insignis en el norte de España*. Boletines del I.F.I.E., nº 22, Madrid. 67 p.
- ECHEVERRÍA, I. (1952). *Producción del Eucalyptus globulus. Estudio de las leyes de crecimiento en la zona forestal de Huelva del Patrimonio Forestal del Estado*. Boletines del I.F.I.E., nº 62, Madrid. 39 p.
- ECHEVERRÍA, I. y PEDRO, S. DE (1948). *El Pinus pinaster en Pontevedra. Su productividad normal y aplicación a la celulosa industrial*. Boletines del I.F.I.E., nº 38, Madrid. 147 p.
- ELORRIETA, O. (1919). *Comentarios a las tablas de producción de pino silvestre en las llanuras del norte de Alemania, publicadas por el Dr. Schwappach*. Instituto Central de Experiencias Técnico-Forestales. Madrid, Sociedad Española de Artes Gráficas, 64 p.
- FERNANDEZ LOPEZ, A.B. (1982). *Evaluación del crecimiento y productividad del monte bajo de Eucalyptus globulus en rotaciones sucesivas*. Premio Excm. Diputación de Pontevedra. 70 p. (inédito).
- FERNANDEZ LOPEZ, A.B. (1985). *Efecto del espaciamiento inicial en la producción de Eucalyptus globulus*. Departamento Forestal de Lourizán. 45 p. (inédito).
- GARCIA ABEJON, J.L. (1981). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Ibérico. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos Naturales*. Nº 10. 47 p.
- GARCIA ABEJON, J.L. y GOMEZ LORANCA, J.A. (1984). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos Naturales*. Nº 29. 36 p.
- GARCIA ABEJON, J.L. y TELLER FERREIRO, G. (1986). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Pirenaico. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos Naturales*. Nº 43. 28 p.
- GARCIA ABEJON, J.L. y GOMEZ LORANCA, J.A. (1989). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Central. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos Naturales*. Nº 47. 45 p.

GOMEZ LORANCA, J.A. (1994). *Pinus nigra* Arn. en el Sistema Ibérico: tablas de crecimiento y producción (inédito).

GONZALEZ ANTOÑANZAS, F. (1986). Crecimiento y producción, en la Meseta Central, según calidades de estación, de plantaciones de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier «Campeador». *Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Recursos Naturales*. Nº 44. 56 p.

IBÁÑEZ, J.I. (1989). *El haya* (*Fagus sylvatica* L.) en la Rioja. *Selvicultura y ordenación*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 414 p. (inédito).

ICONA (1979). *Las coníferas en el Primer Inventario Forestal Nacional*. Mº de Agricultura. 174 p.

ICONA (1980). *Las frondosas en el Primer Inventario Forestal Nacional*. Mº de Agricultura. 236 p.

LOPEZ ARIAS, M. (1964). *Proyecto de ordenación del monte «Uitzi»*. Diputación Foral de Navarra.

LOPEZ ARIAS, M. (1968). *Proyecto de ordenación de los montes del Valle del Baztán*. Diputación Foral de Navarra.

MADRIGAL, A. (1991). Tablas de producción. *Seminario sobre inventario y ordenación de montes*, Valsain, Segovia, Vol. II: 32-70.

MADRIGAL, A. y TOVAL, G. (1975). *Tablas de producción, cubicación y tarifas de Pinus radiata* D. Don. en las Provincias Vascongadas. Dirección General de la Producción Agraria. Mº de Agricultura. Madrid.

MADRIGAL, A.; HERRANZ, J. y MOSQUERA, R. (1977). *Tablas de producción de Eucalyptus globulus* Labill. en el Sudoeste de España. Dirección General de la Producción Agraria. Mº de Agricultura. Madrid (inédito).

MADRIGAL, A.; PUERTAS, F. y MARTINEZ MILLAN, F.J. (1992). *Tablas de producción para Fagus sylvatica* L. en Navarra. Serie Agraria, nº 3. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Gobierno de Navarra. Pamplona, 122 p.

MARTINEZ MILLAN, F.J. y MADRIGAL, A. (1992). *Alternativas selvícolas y de producción del Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Premio E.N.C.E. 1992. 151 p. (inédito).

MOLINA, F. y RUIZ, P. (1976). *Tablas de producción de Pinus pinaster* Ait. en Galicia. INIA, CRIDA 01. Departamento Forestal de Lourizán. 93 p. (inédito).

MUÑOZ, P. (1985). *Alternativas selvícolas en la producción del Pinus radiata* D. Don. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 185 p. (inédito).

OLAZABAL, L. de. (1883). *Ordenación y valoración de montes*. Madrid, 519 p.

PARDO, M. (1980). *Tablas de producción para Eucalyptus globulus* en el sudoeste de España. ENCE. Departamento de Inventariación Forestal. (inédito).

PICARDO, A. (1985). *Tablas de gestión a la carta. Aplicación a montes de pino silvestre*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. 167 p. (inédito).

PITA, P.A. (1964). La calidad de la estación en las masas de *Pinus sylvestris* de la Península Ibérica. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias*, Nº 9: 5-28.

PITA, P.A. (1965). Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de «pino laricio» y de «pino carrasco» de la Península Ibérica. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias*, Nº 10: 35-60.

PITA, P.A. (1966a). La producción de las masas de *Eucalyptus globulus* en el norte de España. *Anales del Insti-*

tuto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Tomo I: 45-60.

PITA, P.A. (1966b). Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de pino piñonero. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias*, Tomo II: 171-182.

PITA, P.A. (1967). Clasificación provisional de las calidades de la estación en las masas de *Pinus pinaster* Sol. (continental) y *Pinus uncinata* Ram. de la Península Ibérica. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias*: 125-138.

REINEKE, L.H. (1933). Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 46(7): 627-638.

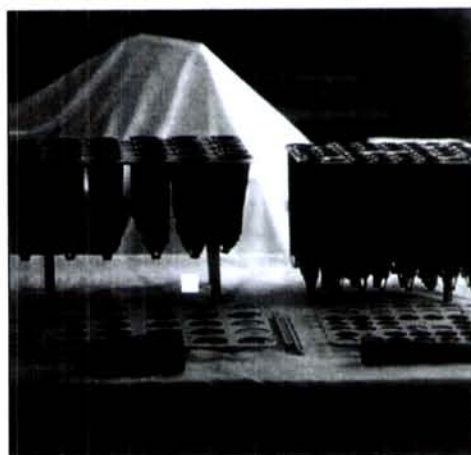
RICHARDS, F.J. (1959). A flexible growth function for empirical use. *Journal of experimental botany*, 10(29): 290-300.

ROJO, A. (1994). *Crecimiento y producción de Pinus sylvestris* L. en la Sierra de Guadarrama. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 385 p. (inédito).

SCHUMACHER, F.X. (1939). A new growth curve and its application to timber yield studies. *Journal of Forestry*, 37: 819-820.

VANNIERE, B. (1984). *Tables de production pour les forêts françaises*. E.N.G.R.E.F., I.N.R.A., O.N.F. 2ª Ed. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy. 158 p.

industrias bardi, s.a.l.



CONTENEDORES ANTIESPIRALIZANTES PARA CONIFERA Y FRUTAL.
GRAN EQUILIBRIO ENTRE PARTE AEREA Y RADICULAR.
GRAN PROFUNDIDAD DE CEPELLON.
CONTACTO CONTINUO CON EL SUELO.
20 REUTILIZACIONES.
TRATAMIENTO INDIVIDUALIZADO O COLECTIVO DE LA BANDEJA.

C/ María Auxiliadora, 2 - 31350 PERALTA (Navarra)
Tels.: (948) 75 02 07 y 75 09 64