

# ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA EN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS.

## APLICACIONES A LA SELVICULTURA Y A LA INDUSTRIA DE LA MADERA (Y II)

Por: Santiago Vignote Peña  
José Martos Collado  
Profesores de la Unidad Docente de Tecnología y Aprovechamiento de los Productos Forestales.  
Javier Zazo Muncharaz  
Profesor del Departamento de Selvopascicultura de la ETSIM.  
Santiago Soria Carreras  
Dr. Ingeniero de Montes.



### 2. La selvicultura y la calidad de la madera

La selvicultura ha sido siempre utilizada para fines de adecuar las características de la madera a las exigencias del mercado.

Así en comunidades como la de los Ashanti, en Ghana, se procuraba formar horquillas de tres brazos en los árboles (e incluso hasta cinco brazos), con los que obtener las tres patas de las sillas (y en su caso los reposa brazos) quedando el fuste como respaldo del asiento (2) esquema n.º 1.

Ciñéndose a España y a su entorno geográfico, la selvicultura estuvo fundamentalmente ligada a las exigencias de los carpinteros, tanto de ribera, como de carretería y de herramientas.

Así en la construcción naval se buscaba dar a los árboles el tamaño y forma de las piezas donde debían utilizarse. Claro ejemplo de ello era el porte curvado de los robles para su utilización en las cuadernas, las horquillas especialmente abiertas para la bovedilla de popa, desviaciones de la guía para la obtención de ménsulas (2) esquema n.º 2.

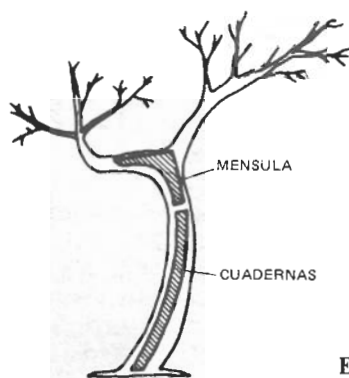
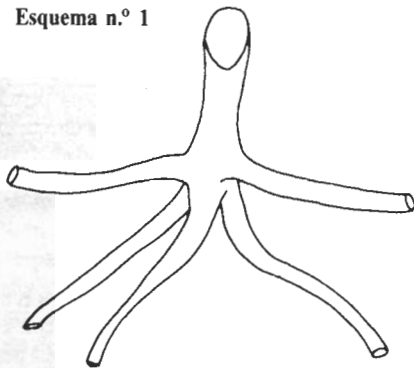
En la construcción de carretas, también se buscaba dar porte curvado a los árboles para adaptarse a las curvas exigidas por el carro, tanto en el lecho del eje, para dar una contraflecha, que resistiese mayores cargas o en los armazones laterales, buscando una mayor capacidad de carga.

En la construcción de herramientas, la labor realizada en el monte era el principal proceso tecnológico que sufría la madera, dado que las herramientas se realizaban a partir de la madera en rollo, con la que se obtenía una resistencia y durabilidad que nunca podría obtenerse de la madera aserrada.

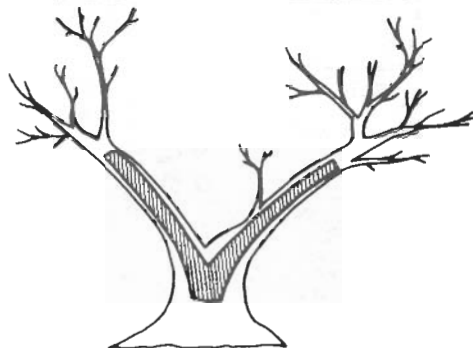
Más ejemplos de la labor del cuidado de los árboles en busca de una mejor utilización de la madera se pueden encontrar en la ebanistería, procurando obtener figuras a base de distorsionar la normal trayectoria de las fibras. Este es el caso de la palma del nogal (trepa de horqueta), la madera de Cade (lupia en el ciprés ramoso), el ojo de perdis del fresno o del olmo... (2) (6).

En nuestros días sigue siendo válida la concepción de la selvicultura como la principal herramienta para conseguir una calidad de los ár-

Esquema n.º 1



Esquema n.º 2



boles en función del destino que se les reserve. Ya que son las características de la madera las que van a determinar su calidad, sería deseable conocer en qué medida se ven afectadas por los factores de la herencia y los medioambientales. En otras palabras habría que orientar la investigación hacia la búsqueda de aquellas variables que inciden y controlan la calidad de la madera.

El ordenador del monte tiene que fijar unos objetivos generales, a largo plazo, y prever las medidas necesarias para conseguirlos. Entre ellas deberá atender a las «tendencias consumidoras del mercado y demanda en materia prima del sector» (13). Parece claro que cuanto más se ajuste la calidad de la madera a la demanda de la industria, con limitaciones de orden tecnológico y económico, más ventajosa será la gestión del monte. Es imprescindible que se le suministre información acerca de la calidad de los productos, de las dimensiones y su utilización y de los precios de los productos para las distintas especies, según, las estaciones y los sistemas de aprovechamiento.

Es, sin embargo, el selvicultor quien actúa directamente sobre la masa, configurando un estado y su evolución en coherencia con los objetivos generales que le marca el ordenador. Es su labor considerar e incluso investigar, la influencia de los trabajos selvícolas sobre las características de la madera, con la finalidad de controlar la calidad que exige la industria. Es especialmente importante esta tarea en los montes productores, en los que el capítulo económico y, por tanto, las exigencias del mercado son las variables más importantes a considerar, compatibles con las exigencias biológicas.

Vamos a pasar revista a las fases de la actuación selvícola que pueden tener importancia sobre las características de la materia prima.

### 2.1. La elección de especie en la repoblación

La elección de la especie viene condicionada, en primer lugar por la estación y los factores biológicos. Sólo de entre aquellas que hayan pasado estos dos tamices habrá que seleccionar la especie o especies a utilizar en la repoblación.

Hemos visto, en la primera parte de este artículo que las variaciones fundamentales de las características de la madera suelen darse entre especies, será, por tanto, decisiva la elección de una u otra para cubrir una determinada necesidad de la industria. El aspecto económico será el que, finalmente nos ayude a tomar una decisión y habrá que valorar los siguientes conceptos:

- α) Cuantía de la inversión.
- β) Plazo de recuperación.
- γ) Volumen de la producción con valor comercial.
- δ) Valor en el mercado de los productos obtenidos.

Las inversiones forestales se singularizan por ser de cuantía inicial fuerte, a largo plazo, con recuperaciones distantes en el tiempo, con un componente de riesgo muy acusado y por una gestión laboriosa para conseguir unos productos finales cuyo valor de mercado es difícilmente predecible. Esto hace que la elección de la especie, como primer paso de la cadena productiva, sea de importancia capital y deba estar fundamentada en el conocimiento de la demanda futura del mercado. Los estudios sobre la evolución de la demanda de la industria forestal, sin embargo, no se afrontan con rigor, cuando deberían ser prioritarios en nuestro sector.

Hay que recordar que el productor forestal no puede reaccionar a una variación de la demanda, a corto plazo, modificando su oferta. Sólo podrá actuar sobre la cantidad y la época de cosecha dentro de las limitaciones selvícolas lógicas. Tanto es así, que puede verse obligado a poner en el mercado productos para los que la demanda es débil y, por tanto devaluados (15).

Como vemos, estamos ante un conjunto de factores (inversión, producción, turno, valor en el mercado) de los que debe estudiarse a fondo su evolución probable mediante modelos de tendencia, ya que no pueden evaluarse mediante métodos deterministas. Un ejemplo de ello lo constituye la variación del precio de la madera en función del destino, existiendo actualmente tendencia al alza en los precios de la madera par-chapas y ebanistería frente a la madera para desintegración.

La elección de una especie debe completarse con la investigación de la variación intraespecífica, es decir, entre razas geográficas, ecotipo-

y procedencias indígenas (16). Han de buscarse aquellas procedencias potencialmente óptimas sobre una estación.

La calidad de la planta empleada en la repoblación es otra variable de gran importancia. La calidad de la planta refleja su aptitud para establecerse y desarrollarse sobre una estación y alcanzar un estado tal que optimice los fines para los que la forestación se proyectó. Hoy día las plantas para forestación, se producen en viveros grandes, muy mecanizados, a cuyo cargo están unos especialistas que pueden garantizar unas normas de calidad. Con plantas de calidad se consigue una reducción de los costos al disminuir las labores previas de preparación del sue-

## 2.2. Espaciamiento

El control del espacio dentro del bosque permite al selvicultor ejercer una influencia directa sobre tres importantes criterios de calidad:

- El tamaño y la distribución de las ramas.
- La cantidad de madera juvenil.
- La morfología del tronco.

El tamaño de las ramas, que determina el de los nudos, se puede reducir al mínimo con un espaciamiento estrecho, pero a costa de una pérdida de producción de madera. Es necesario investigar sobre este tema para tratar de encontrar el equilibrio entre estas dos situaciones, sobre todo para las especies de crecimiento rápido.

De igual forma, con un espaciamiento corto puede disminuirse la cantidad de madera juvenil, también a cambio de una pérdida de volumen. En las maderas de crecimiento rápido, a turnos cortos, la proporción de este tipo de madera puede ser significativa. Es preciso, nuevamente encontrar una solución de compromiso.

En el caso de las frondosas, el control del espaciamiento tiene un efecto muy acusado sobre la morfología del árbol y del tronco en particular. Cuando disponen de un amplio espacio para desarrollarse tienden a doblarse y ramificarse desde muy abajo. Esto origina unos troncos deformes, con ramas muy gruesas y mucha madera de reacción, lo que les hace perder valor económico (18). Vuelve a ser necesario un esfuerzo de investigación para encontrar el espaciamiento adecuado a cada especie, en función del destino que se les tiene reservado.

Hay que tener en cuenta la influencia del turno sobre el espaciamiento inicial de la plantación (19). Si la masa con la que se va a repoblar va a tratarse a turno largo admitirá un espaciamiento inicial más estrecho que si fuera una masa de turno corto ya que, para este último, puede ocurrir que el espaciamiento se mantenga hasta el final del turno. Sin embargo, la masa a turno largo será objeto de clareos y claras hasta conseguir la masa adulta.

En cualquier caso, para cada especie y cada estación, debería buscarse el espaciamiento óptimo que proporcione un mayor rendimiento económico compatible con las limitaciones bioeco-



**En la mayoría de procesos de transformación de la madera, la rectitud, poca conicidad y sección circular facilitan una comercialización.**

lo, al reducirse las marras y al restringir los desbroces y escardas y tornas en la fase de repoblado. Además parece ser que se produce un aumento de producción considerable cuando se utiliza planta de calidad para repoblaciones con fines industriales (17).

Por último, hacer un nuevo llamamiento a la importancia de la investigación de la adaptación de especies exóticas, no hay que olvidar que dos de las especies económicamente más importantes en nuestro país son exóticas: Eucalyptus glo-



Un ejemplo típico de la importancia del espaciamiento es el chopo, esta madera encuentra su principal mercado en la industria de desenrollo para la fabricación de envases para productos hortofrutícolas. Como consecuencia de elaborarse por medio de desenrollo se necesita que la producción se realice con diámetros importantes. Para conseguir estos diámetros se puede recurrir a prolongar el turno o a aumentar el espaciamiento. Si se prolonga el turno, la probabilidad de que se forme el falso duramen y se oscurezca la madera es mucho mayor, con lo que una de sus principales propiedades que la hace aplicable a envases (la blancura) se pierde y con ello su valor.

Por tanto la pretendida dimensión elevada en diámetro, sólo puede obtenerse mediante un espaciamiento de los árboles muy abierto.

En otros casos, el espaciamiento busca el obligar a un desarrollo del fuste perfectamente recto, a la vez que una poda natural y rápida del fuste y por tanto una disminución de la proporción y del tamaño de los nudos. Ello es importante para cuando la aplicación de la madera es el mueble y carpintería a partir de la madera maciza y el tablero contrachapado y poco o nada importante, salvo excepciones, en los demás casos, en donde los criterios de espaciamiento deben dirigirse hacia la producción.

### 2.3. Clareos y claras

Son estas cortas para lograr una selección de los mejores pies y una distribución equilibrada de la masa.

Mediante estas operaciones se redistribuye el potencial productivo de la estación entre los árboles que quedan en la masa. El crecimiento volumétrico total se reparte entre un menor número de pies que tendrán más tamaño y mejor configuración por lo que su rendimiento en madera útil será mayor (14).

Es indudable que la influencia de estas operaciones sobre la producción y la calidad de la masa es muy grande y debería ser objeto de un plan de investigación (21):

— En el caso de los clareos debería determinarse la edad de la intervención y la intensidad de la operación, de forma que se alcance la operación óptima desde los puntos de vista pro-

ductivo y ecológico, teniendo en cuenta el riesgo de romper la estabilidad de la masa por una intervención demasiado fuerte. Últimamente, con la tendencia a plantar con baja densidad puede ocurrir que no se realicen clareos buscando un ahorro en los costes de creación de la masa.

- Respecto a las claras, los temas que deberían estudiarse a fondo, para cada especie y estación, serían:
  - La fecha y cuantía de la primera intervención.
  - El ritmo e intensidad de las siguientes.
  - La clase de productos obtenidos en cada clara señalando su posible utilización.

Estos proyectos deberían completarse con un análisis de los sistemas de explotación y un estudio económico de gastos-ingresos de cada intervención.

La periodicidad y cuantía de clareos están relacionadas con el espaciamiento primitivo de la plantación, y debe también analizarse esta relación. Por ejemplo, cuando la madera va destinada a desintegración, la masa se trata a turno corto, y el mercado no establece exigencias de tamaño y forma; sería antieconómico realizar claras y clareos. En estos casos es el espaciamiento inicial de la plantación el que va a definir las características de la masa a extraer.

Tampoco se realizan estas operaciones cuando se manejan especies concretas, para un mercado específico, como es el caso del chopo y del eucalipto.

Por el contrario, cuando el mercado de la madera exija o valore una determinada forma y tamaño del árbol, es decir, una determinada calidad para un fin específico, pueden ser operaciones rentables.

Concretar la conveniencia económica de estas operaciones, incluso fijar su frecuencia e intensidad supondría establecer un gran número de supuestos, que no es el objeto de este artículo.

Simplemente, a nivel de ejemplo, se pueden señalar las propiedades que alcanzaría el pino insignis mediante tratamiento de monte alto:

- Conicidad de la madera sin modificación.
- Rectitud sin modificación.
- Ramas. Con la espesura se logra que los verticilos se separen alrededor de un 20%. Las ramas no se desarrollan en grueso, pero persisten aún sin luz bastantes años. Por tanto se logra un 20% menos de nudos, con un tamaño más pequeño.
- Crecimiento en diámetro menor y más regular. Se consigue mejorar ligeramente algunas características físicas y mecánicas y/o mejorar la textura, pero se necesita aumentar el turno para conseguir diámetros similares con cubiertas más abiertas.

Conociendo el mercado de esta madera, la aplicación de claras y clareos no tiene una justificación económica, si no se acompañan con otras acciones culturales tales como la poda artificial, a temprana edad, de los árboles destinados a la corta final. En caso de no realizarse la poda y dada la rectitud natural de esta madera, la repoblación se realizará a marco final, o con un ritmo de claras muy limitado.

#### 2.4. Poda artificial

Llamaremos poda artificial a la operación que consiste en suprimir las ramas a lo largo del fuste de los árboles, con el fin de hacerlos más limpios y conseguir, al final del turno, una madera libre de nudos y de gran calidad para la carpintería, muebles, construcción, etc.

Con la práctica de la poda, si las ramas son lo suficientemente pequeñas para que la herida cicatrice rápidamente, se produce una madera más homogénea. Además de algunas especies de resinosas se dan otras ventajas menos evidentes, en éstas, como son una notable reducción de la formación de madera juvenil y, sobre todo, un aumento del coeficiente mórfico, lo que se traduce en un aumento del volumen útil del fuste (14) (15).

La poda artificial es una operación selvícola que debe plantearse sobre las especies en las que no se produce una escamonda natural adecuada al destino de la masa. En el caso de las coníferas la poda natural es mediocre (pinos, cedros, abetos), francamente mala (abeto rojo, alerce, douglas) o catastrófica (thuya, chamaenyparis, cipreses). También puede considerarse adecuada cuando se espera una plusvalía grande como consecuencia de la mejora en la calidad de la madera (chopos, nogal, cerezos).

Cuando la poda natural de la especie es mala, caso de las coníferas, la densidad de la masa regula el tamaño de las ramas, pero éstas suelen quedarse unidas al árbol durante mucho tiempo. Por lo tanto, intentar favorecer la poda natural con una densidad alta puede no dar los frutos esperados, y, por el contrario, provocar una disminución en volumen. Es esta una situación que merece un estudio adecuado.

Sobre la conveniencia o no de las podas, época de realizarlas, intensidad y frecuencia de las mismas el capítulo económico es determinante. Deberían, pues, analizarse los costos de la operación y hacer un estudio económico en relación a la variación del valor de la madera obtenida como consecuencia de las podas.

Si el destino de la madera es la industria de desintegración, no tiene sentido hacer podas puesto que no son fuertes las exigencias de calidad, sino que se busca volumen o peso por unidad de superficie.

Para el resto de los casos, la rentabilidad debe estudiarse, partiendo del análisis de los porcentajes de calidades que se obtendrían en su elaboración por la industria primaria y por concretar los destinos que tendrían cada una de esas calidades.

Como siempre, se va a exponer un ejemplo que siempre resulta más significativo:

Con el pino gallego se están obteniendo en la



corta final, alrededor de 250 m<sup>3</sup>.m./Ha de los cuales por dimensiones y otros defectos, sólo se destinan a la industria de aserrío el 50% de dicho volumen.

Si no se realizan las podas se obtienen los siguientes porcentajes de calidades y precios de mercado: (7)

<i>Calidad</i>	<i>% obtenido*</i>	<i>Precio (Pts)</i>
Limpia	8	30 a 37.000
Especial	22	24.000
Corriente	48	15 a 18.000
Encofrado	22	10 a 11.000

\* Este porcentaje es del total de madera aserrada, siendo el porcentaje de aprovechamiento del 50% respecto del volumen de madera en rollo.

Si se realizasen las podas, según un método teórico los porcentajes serían:

<i>Calidad</i>	<i>% obtenido</i>
Limpia	15
Especial	39
Corriente	29
Encofrado	17

El precio de este caso debe evaluarse según tendencias, pues como ya se ha señalado, los correspondientes a calidades superiores tienden a crecer más rápidamente que los de peores calidades.

El caso más sencillo es suponer precios constantes, en cuyo caso la mejora de calidad supondría alrededor de 170.000 pts./Ha, que en cualquier caso resulta rentable respecto de los costes de poda, capitalizados a intereses normales de mercado.

## 2.5. Fertilización

La fertilización es una técnica selvícola que consiste en aportar abonos al suelo, o bien efectuar enmiendas, cuyo efecto inmediato es mejorar la calidad de la estación al afectar favorablemente a las características nutritivas de la estación. Los árboles podrán satisfacer mejor sus necesidades alimenticias y por tanto se conseguirá un aumento de la productividad, es decir un volumen mayor de madera en un plazo fija-

do. Este aumento de volumen es debido a un incremento de diámetro y de altura, pudiendo afectar a la distancia entre verticilos y, por tanto, modificar la proporción de nudos por metro lineal de fuste.

La fertilización provoca una elevación de la tasa de crecimiento que se manifiesta en una mayor anchura de los anillos, y por tanto una disminución de la textura. Esta disminución de la textura supone para el caso de las coníferas una pérdida de su resistencia mecánica, es decir de su calidad. Sin embargo, esta pérdida puede verse compensada por el incremento en volumen producido (15), si los requerimientos de calidad no son muy exigentes, por el contrario cuando se busque un crecimiento en espesor uniforme y con anillos estrechos, como en el caso de la madera de abeto rojo, empleada para cajas de resonancia de instrumentos musicales de cuerda, o para la obtención de chapa a la plana, esta operación podría ser desaconsejable.

En las frondosas, en las que la proporción de madera de otoño es muy alta, el mayor crecimiento de los anillos conduce a un ligero aumento de la densidad de la madera en las especies de vasos agrupados (castaño, roble, fresno), y parece no afectar a las de porosidad difusa (nogal, eucalipto).

La investigación es necesaria para tratar de cuantificar la influencia de la fertilización sobre: la tasa de crecimiento en diámetros, altura y volumen; la densidad de la madera; la separación entre los entrenudos, etc.

## **2.6. Riegos**

Del efecto de los riegos, por no ser una práctica común en nuestros montes, salvo el caso de los cultivos de chopo, no se sabe gran cosa. Sin embargo, teniendo en cuenta que, en España, el factor limitante de la productividad suele ser el agua, debería investigarse el efecto de los riegos sobre el crecimiento en nuestras especies.

La abundancia de aguas residuales y el problema de su eliminación, ha despertado el interés de usarlas para regar comunidades arbóreas que reciben, además de agua, un aporte de nutrientes. En Alemania, en Freiburg, se reciclan las aguas residuales para regar los bosques galería de haya y roble que empezaban a notar el descenso del nivel freático como consecuencia de un mayor consumo de agua en la ciudad.

En cualquier caso, debe potenciarse la investigación de la utilización de este recurso.

## **2.7. Criterios de cortabilidad**

Las instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados vigentes en su artículo 90 dicen «La índole de la propiedad forestal y las finalidades de la ordenación proporcionan elementos de juicio sobre el criterio de cortabilidad más deseable en las condiciones selvícolas y productivas de cada monte en particular».

El turno, fijado con algún criterio de cortabilidad (físico, financiero, o tecnológicos) es una variable de tremenda importancia en la ordenación de un monte.

La tendencia actual, en general, es la de reducir los turnos cuando éstos se fijan por criterios financieros. La cuantía de la inversión en las operaciones de forestación es, en la actualidad, tan importante que, la longitud del plazo de recuperación es una variable de mucho peso en las decisiones de los propietarios forestales.

Los criterios tecnológicos actuales, muy diferentes de los vigentes hace unas decenas de años, contribuyen también al establecimiento de turnos reducidos. La industria de desintegración de madera hace que los productores busquen en sus

montes maximizar el volumen o el peso por unidad de superficie y, al no estar sometidos a exigencias de calidad, minimizar las operaciones selvícolas de mejora y los costos de los aprovechamientos.

Cuando los criterios tecnológicos se fijan en dimensiones, morfología de los fustes, proporción y distribución de nudos, etc. es cuando las distintas herramientas de las que dispone el selvicultor (selección de especie, espaciamento, manejo de las claras, podas, fertilización) pueden contribuir a cumplir las exigencias industriales en el menor plazo posible. Es, por ello, necesario investigar las relaciones existentes entre las labores selvícolas, calidad de la madera exigida por la industria, y el turno al que se diseña la ordenación, con el fin de adaptarse a las condiciones actuales y obtener los niveles de calidad exigidos en el tiempo más breve y con la mayor economía posible.

## **2.8. Aprovechamientos forestales**

Aunque, indirectamente, los sistemas de aprovechamiento también tienen su incidencia sobre la calidad de madera al ser inevitables los daños que causan al arbolado en las distintas fases de la cosecha. Los árboles que quedan en el monte sufren heridas de diversa consideración que son causa de alteraciones en su crecimiento y que pueden ser el origen de algún ataque de hongos o insectos que repercute en la salud de la masa, y, por consiguiente, en la calidad de los productos que de ella se obtienen. Pero incluso en las cortas a hecho, hay pérdidas económicas por el deterioro que sufren algunos fustes que suelen rajarse al golpearse en la fase de apeo.

Por otro lado, teniendo en cuenta la peculiaridad de los montes españoles, sería preciso investigar nuevos sistemas de aprovechamiento de recursos abundantes (rebollares, quejigares...), cuya utilización en el momento actual, es antieconómica, fundamentalmente por los costes de extracción del monte.

## **3. Aplicaciones a la industria de la madera**

Ya se ha indicado, en el primer capítulo, la importancia del conocimiento de la influencia en



tre las características de la madera y la calidad del producto, como base para una mayor economía de la función productora del monte.

Para la industria de la madera, este conocimiento debe ser más importante, porque en ello se juega la adecuación del producto a las exigencias de uso y por tanto, su valor económico.

El industrial debe conocer lo que quiere producir, su calidad y por tanto sus exigencias de uso, para con ello elegir las maderas que por sus características y economía se adecuan de mejor forma a esos fines establecidos.

Por supuesto que se pueden fabricar traviesas de roble y quizás puede ser ésta la madera que mejor se adapte, pero las condiciones de precio de esta madera, hacen inviable económicamente su utilización, debiendo elegir otras maderas de peor calidad.

Salvo excepciones, la madera elegida, o mejor dicho, la madera que dentro de la economía del producto mejor se adapta a lo que se quiere fabricar, posee ciertas características que no se adecuan a la calidad establecida. Por ello el industrial debe conocer qué características son éstas, para poner los medios técnicos que solventen esos inconvenientes.

A continuación se van a detallar los medios que tiene a su alcance el industrial para hacer menos problemática la falta de adecuación de las características de la madera a la calidad requerida del producto.

— *Características dimensionales:* Ya se ha indicado en el capítulo 1.1. la posibilidad de adecuarse a dimensiones de la madera, diferentes de las establecidas, a base de adaptar la maquinaria existente en la actualidad.

Ejemplo de ello, es la adecuación de la industria de desenrollado a las dimensiones del chopo. También se está desarrollando en otros países, maquinaria para el aserrado que permitan elaborar trozas de hasta 10 cm.

A pesar de estos ejemplos, la adaptación de la maquinaria de elaboración de la madera a las dimensiones de ésta es difícil realizarla puntualmente, por los costes y demás problemas que presentan los prototipos. El proceso de adaptación suele responder a un fenómeno progresivo consecuencia de la evolución lenta de las disponibilidades de la madera y las exigencias en los productos.



**Nudos:** También ya se han indicado las posibilidad que posee la industria para solventar los efectos de los nudos y otros defectos que puedan surgir eventualmente en la madera (gemas, bolsas de resina).

En la figura n.º 5 se esquematiza el proceso de saneado y empalmado de la madera.

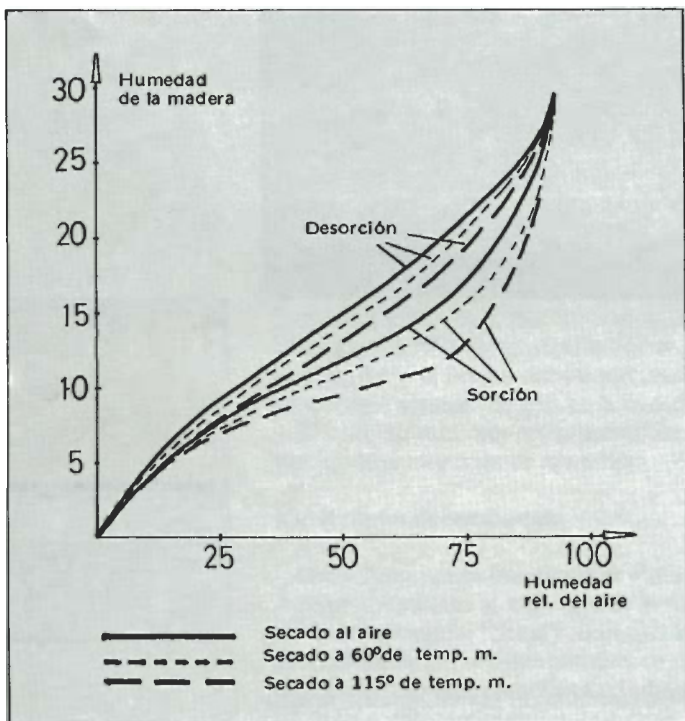


Figura n.º 5

**Azulado:** El azulado de la madera puede disimularse mediante el blanqueo de la misma, pulverizando en una o varias etapas agua oxigenada concentrada, dejando secar entre etapa y etapa.

**Color de la madera:** El cambio del tono, incluso el color de la madera se realiza mediante el tinteado de ésta, que consiste en aplicar a la superficie unos pigmentos, con el tono elegido, disueltos en un disolvente que facilite la penetración de éstos en la madera.

**Dureza:** La industrial puede modificar ligeramente los valores de dureza con tratamientos como el vaporizado, pero sobre todo puede adaptarse a ella modificando las características de las herramientas y de las máquinas. Así con la dureza, las sierras modifican sus características, disminuyendo el paso, la profundidad del diente, y el ángulo de ataque, y aumentando el ángulo de afilado, mientras que la máquina modifica su velocidad haciéndose más lenta.

**Higroscopicidad:** Esta característica física se puede modificar fácilmente con el barnizado, y si bien ni conviene ni es posible el impedir que existan intercambios de humedad con el aire de alrededor, estos cambios se ralentizan.

**Coefficiente de contracción volumétrica:** A intervalos de humedad considerados normales (6 al 15%) parece que las variaciones de volumen son menos importantes cuanto más alta sea la temperatura a la que se ha realizado el secado. Así en la figura n.º 5 se representan las curvas de sorción y de desorción de la madera de pino silvestre, secada a diferentes temperaturas (9).

También parece existir la denominada fatiga higroscópica, por la que la continuidad de secados y humidificaciones provocan la estabilidad de la madera.

Además de existir procedimientos de estabilización por medio del secado, existen los procedimientos de laminación y encolado. Esta técnica, muy frecuente sobre todo en Centroeuropa, se está aplicando en la fabricación de cercos de ventanas y otros productos de carpintería. Para ello se encolan tres láminas de madera (alternando madera radial y tangencial) formando la sección del perfil. Los movimientos de la madera de cualquier lámina quedan amortiguados por los de las otras láminas (10).

**Resistencia mecánica:** La falta de resistencia mecánica no suele ser un grave inconveniente en el uso de la madera, pues ello se puede suplir fácilmente aumentando la sección o con un aumento de los defectos que merman su resistencia.

Se puede mejorar la resistencia de una madera mediante las combinaciones madera-plástico, consistentes en inyectar o impregnar monómeros (metacrilato de metilo, PVC) para posteriormente polimerizarlo mediante irradiación, prin-

#### 4. Conclusiones

El conocimiento de la influencia de las características de la madera en la calidad de los productos es importante para la industria de la madera y para el selvicultor.

Para el industrial de la madera, porque le permite primero, escoger la especie que más se adapte a las exigencias del producto con la calidad que requiere.

Para el selvicultor, porque hace posible adaptar la calidad de la madera a las exigencias del mercado, proporcionando una máxima valoración de los productos maderables y con ello la economía del monte.

La industria tiene ausmada la importancia de las relaciones madera-producto y existen numerosas líneas de investigación y desarrollo que estudian estos aspectos, sin embargo, es necesario potenciar los estudios sobre la evolución del mercado de la madera a medio y largo plazo, así como la posible utilización de recursos hoy día prácticamente abandonados.

Por el contrario, no parece que la selvicultura se haya adaptado al ritmo de desarrollo de la industria, sobre todo en el terreno de los requerimientos cualitativos. Es imprescindible que se haga un gran esfuerzo en el estudio de las técnicas selvícolas aplicables en las distintas situaciones, para poder paliar este desfase, entre la oferta y la demanda de madera. ■

principalmente mediante rayos gamma. Los resultados de la combinación varían mucho en función del plástico utilizado y la cantidad aplicada, pero puede llegarse a aumentos de resistencia de 1.550%, además de estabilizar la madera y de eliminar prácticamente su anisotropía (10).

Las posibilidades técnicas de que dispone la industria son muy variadas, no obstante podría pensarse que con cualquier madera y aplicando las técnicas convenientes se puede lograr el producto deseado. Esto por supuesto no es verdad, dado que muchas características difícilmente son modificables, como son el grano, la textura, la veta, la inclinación de las fibras,... Además los costos que suponen la aplicación de la técnica hacen al producto poco competitivo en el mercado.

Basados en esta técnica, sería muy interesante abordar el estudio de la tecnología necesaria que hiciera económicamente viable el uso de aquellos recursos forestales que se encuentran infrutilizados (rebollo, quejigo, encina,...).

#### Referencias

- (1) UNE 56.528 - 78 *Características físico-mecánicas de la madera. Preparación de probetas para ensayos.*
- (2) AITIM números 73, 74 y 75 *Características físico-mecánicas de las maderas*
- (3) *La madera*, Ed. Blume, 1986.
- (4) *La prêt, Source d'énergie et d'activités nouvelles.* Roger Dumon, Ed. Masson, 1980.
- (5) *Wood handbook.* «Forest Products Laboratory Forest Service». Ed. U. S. Department of Agriculture Washington, 1974.
- (6) *Tecnología de la madera (III)*, «La madera, su anatomía, estructura e identificación», C. Pêraza, Ed. AITIM, 1984.
- (7) *Características físico-mecánicas del pino insignis y su influencia con la edad y el crecimiento.* S. Vignote. Tesis doctoral, ET-SIM, 1983.
- (8) *Características del pino gallego y sus aplicaciones.* A. Remacha. Ed. AITIM, 1987.
- (9) *Tecnología de la madera y sus aplicaciones.* F. Kollmann. Ed. IFIE, Madrid, 1959.
- (10) *Perfiles laminados de madera en la fabricación de ventanas.* Instituto para la ventana de Rosenheim. Ed. Festererinstitut, Rosenheim, 1986.
- (11) *Estudio de las propiedades físicas de combinaciones madera-plástico utilizando la radiación gamma como fuente de polimerización.* Junta de Energía Nuclear. Ed. AITIM, 1971.
- (12) Ruiz de la Torre Juan, 1971. *Arboles y arbustos.* IFE y ETSIM, Madrid.
- (13) *Ordenación de Monte Arbolado*, Ministerio de Agricultura, 1971.
- (14) García Salmerón, Jose. *Tratamiento y ordenación de masas.* Ponencia 11 presentada en la Asamblea Nacional de Investigación Forestal. Mapa, Madrid, 1984.
- (15) L. Lanier. *Précis de Sylviculture.* Ecole National de genie rural, des Eaux et des Forêts. Nancy, 1986.
- (16) Pardos Carrión, José Alberto, *la mejora genética y sus aspectos fisiológicos.* Ponencia 9 presentada en la Asamblea nacional de Investigación Forestal. MAPA, Madrid, 1984.
- (17) Navarro Guernica, Miguel. *Producción de planta para Forestación.* Comunicación presentada en la Asamblea Nacional, 1984.