

LA SILVICULTURA COMO PRIMERA OPERACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA

FORESTRY AS THE FIRST OPERATION OF WOOD TRANSFORMATION

Santiago Vignote, Peña¹ Isaac Martínez-Rojas¹ y Antonio Villasante Plagaro¹

RESUMEN

La silvicultura ofrece muchas posibilidades para adecuar la calidad de la madera a sus aplicaciones, no tanto por la factibilidad de mejorar sus propiedades físicas o mecánicas, que también es posible, aunque en pequeña medida, sino por reducir sus anomalías y alteraciones, y en caso de que el uso lo requiera, aumentarlas o fomentarlas. En el presente ensayo técnico se proponen los distintos factores y propiedades que, usualmente, intervienen en la definición de la calidad de la madera, y se analiza la influencia que tiene la silvicultura en cada uno de esos elementos. Entre las operaciones silvícolas, el manejo del turno constituye una de las opciones más viables para mejorar la calidad de la madera, ya que aumenta el rendimiento de su transformación; reduce el porcentaje de madera juvenil, el de nudos, médula, las tensiones de crecimiento e incrementa la relación duramen albura. Todas estas características inciden en su calidad para la mayoría de sus usos; tan sólo el aumento del riesgo de acebolladuras y de rajaduras radiales de médula, en algunas especies puede hacer que la madera se deteriore. También se analizan los efectos de la densidad, a través del espaciamiento de la plantación y los aclareos y claras, la fertilización y las medidas sanitarias.

Palabras clave: Calidad de la madera, cobertura, competencia, fertilización, sanidad forestal, silvicultura.

Fecha de recepción: 12 de enero de 2011

Fecha de aceptación: 26 de abril de 2011

ABSTRACT

Forestry offers an array of possibilities to adequate the quality of the wood to its use, not only because of the different ways of improving its physical and mechanical properties, which is also possible in a small scale, but for reducing its anomalies and alterations and if needed to increase or enhance them. This paper shows the different factors and properties that are usually more involved in defining wood quality and the influence that forestry has in each of these factors is analyzed. Among forestry operations, the management of the shifts (rotation period) is one of the most viable options to improve wood quality, to increase its yield on transformation processes, to reduce per cent of juvenile wood, knots, pith, growth tension and to increase the relation between sapwood and heartwood. All these factors affect their quality for its diverse uses; even the increment of the risk of ring and heart shakes in some species can cause wood deterioration. In addition, the effects of tree cover or forest cover are also analyzed through the plantation spacing, thinning and clear cuts, fertilization and the sanitary cuts.

Key words: Wood quality, competition, tree cover, fertilization, sanitation, forestry.

INTRODUCCIÓN

Sorprende la lectura de Monceau (1773), quien detalla la influencia del suelo, clima, la exposición, la densidad, situación dentro de la masa arbórea, edad del árbol, etc. en la calidad de la madera; además especifica, para los taxa más importantes de Europa, el uso de la madera y las condiciones ambientales más adecuadas para cada uno de ellos, a nivel de especie. En esa época, la adecuación

INTRODUCTION

Monceau's (1773) writing is surprising, as it is described the influence of soil, climate, slope, cover, position within the tree mass, tree age, etc. over the quality of wood; in addition, it is specific for the most important taxa in Europe, the use of wood and the most suitable environmental conditions for each of them at the species level. In those times, the adjustment of the quality to the needs of use was based upon search,

¹ Universidad Politécnica de Madrid. Correo-e: santiago.vignote@upmes

² Universidad de Lleida.

de la calidad a las necesidades de uso se basaba en la búsqueda, por curiosidad selectiva de los pies que poseían las propiedades requeridas (Fernández, 2011), pero con el inicio de la silvicultura como ciencia, se ha trabajado en la selección fenotípica de los árboles; sin embargo, el impulso más importante se ha dado en el crecimiento de la producción, por encima de la calidad. La causa responde, fundamentalmente, a dos aspectos:

- La variabilidad intraespecífica de las características de un árbol depende de la especie de que se trate. Respecto a las propiedades dendrométricas: altura, diámetro y volumen la variabilidad es en general muy grande, mientras que en las propiedades físicas o mecánicas, es pequeña. Así, en *Gmelina arborea* Roxb. se estiman coeficientes de variación superiores a 150% para el volumen y de 8.5% para la densidad de la madera (Balcorta y Vargas, 2004). El Forest Products Laboratory (1999), en un estudio de aproximadamente 50 especies estimó los valores medios de los coeficientes de variación de las principales características físicas y mecánicas de la madera, los cuales fueron de 10% para la densidad y 34% para la dureza, ésta última resultó más alta en respuesta, más que la anisotropía de la madera y que a la variabilidad propia de la especie. Es decir, que el mejoramiento de los aspectos productivos, en un taxón, es superior al de las propiedades físico-mecánicas de la madera.
- La calidad de la madera es una variable difícil de definir, pues cambia en relación con el producto final. Por ejemplo, los envases requieren madera ligera y blanca, en cambio el parquet necesita de elevada dureza (asociada a densidad alta) y un color en particular que resulta de la apreciación de los consumidores.

Una de las variables más utilizadas para evaluar la calidad intraespecífica de la madera es la densidad, dado que está muy relacionada con las características mecánicas, la dureza y el rendimiento en la producción de tableros de desintegración y pasta celulósica (Schimleck y Clark, 2008), pero su empleo obedece a la rapidez con la cual se determina. Aún a riesgo de ser incompleta la información, en el Cuadro 1 se detallan los principales factores que intervienen en la calidad de madera para chapa o en forma maciza (adaptado de Baillères y Durand, 2000).

En el Cuadro 1 se obviaron, como elementos de calidad, las propiedades mecánicas por su elevada correspondencia con la densidad, aunque podrían incluirse, sobre todo para las aplicaciones estructurales de la madera. En cualquier caso es una lista abierta, en la es factible integrar algunas particularidades.

by selective curiosity of the feet that the required properties had (Fernández, 2011), but with the birth of forestry as a science, work has been started about the phenotypic selection of the trees; however, the greatest boost has been given to the growth of production over quality. The reason is a response, mainly, to these conditions:

- The intraspecific variation of the tree depends on the species involved. In regard to the dendrometric properties, height, diameter and volume, in general, variation is very big, while in the physical or mechanical properties, it is very small. Thus, in *Gmelina arborea* Roxb. are estimated variation coefficients over 150% for volume and of 8.5 % for wood density (Balcorta and Vargas, 2004). In a study of almost 50 species, the Forest Products Laboratory (1999) calculated the mean values of the variation coefficients of the main physical and mechanical features of wood, which were of 10% for density and 34% for hardness, being the latter the highest in response over anisotropy of wood and that the variability of the species. That is, that the improvement of the productive elements in a taxon is greater than the physical and mechanical properties of wood.
- The quality of wood is a variable hard to define, since it changes in relation to the final product. For example, containers need light and clear wood, and in contrast, parquet demands intense hardness (linked to a high density) and a color that comes from the consumers' appeal.

One of the mostly used variables to assess the intraspecific quality of wood is density, since it is closely related with the mechanical features, hardness and yield in the production of disintegrating boards and cellulose gum (Schimleck and Clark, 2008), but its use obeys to how fast it is determined. In spite of the risk presenting an incomplete information, in Table 1 are described the main factors that are involved in the quality of wood for panel or in solid form (adapted from Baillères and Durand, 2000).

In Table 1 were obviated, as quality elements, the mechanical properties for its high correspondence to density, even though they could be included, especially for the structural application of wood. In any case, it is an open list, in which it is feasible to integrate some special features.

The aim of this technical essay was to compile the technical and scientific knowledge about the possibilities of forestry to affect the properties of wood in regard to the factors of quality previously denoted.

Cuadro 1. Factores y propiedades que afectan a la calidad de la madera.
Table 1. Factors and properties that affect the quality of wood.

Factores de calidad	Propiedades	Comentarios
1. Físicos	Densidad	Comprendida entre 0,4 y 0,8 g cm ⁻³
	Coeficiente de contracción volumétrica	Menor a 0,5%
	Cociente entre contracciones	Menor a 2,2
	Higroscopicidad	
	Dureza	Entre 1 y 9 (escala Monnin)
2. Dendrométricos estructurales	Diámetro del fuste	
	Forma del fuste (rectitud, conicidad)	
	Tamaño y frecuencia de nudos	
	Orientación de la fibra	
	Proporción de duramen y albura	
3. Estéticos	Altura del árbol	
	Color	Belleza de la madera
	Grano	
	Textura	
4. Biológicos	Veta	
	Resistencia a pudrición	Proporción de duramen albura
	Relación resistencia madera adulta, juvenil	
5. Otros	Tensiones de crecimiento	
	Bolsas de resina enteamiento	
	Irregularidades de la anchura de los anillos de crecimiento	

El objetivo de este ensayo técnico es recopilar los conocimientos técnicos y científicos que se tienen acerca de las posibilidades de la silvicultura para modificar las propiedades de la madera en los factores de calidad antes indicados.

El turno

Sin lugar a dudas es el elemento silvícola que más influye en la calidad de la madera, pero no porque incida

Rotation

Without any doubt, rotation is the forestry element that exerts the greatest influence upon the quality of wood, not because it falls directly in its resistance, that except for the first years of growth (young wood) it is rather constant (Díez and Fernández-Golfín, 1998), but for its indirect effects that are described as follows.

directamente en su resistencia, que excepto en los primeros años de crecimiento (madera juvenil) es bastante constante (Díez y Fernández-Golfín, 1998), sino por los efectos indirectos que a continuación se consignan:

Con la edad aumenta la proporción de madera adulta con respecto a la juvenil, y con ello se minimizan sus inconvenientes, tanto de reducción de la resistencia mecánica (que llega a ser de 50 a 60% inferior en la madera juvenil con respecto a la adulta), como de los problemas de contracción longitudinal que pueden ser hasta cinco veces superiores a los normales (Josza y Middleton, 1994).

A medida que el árbol madura, el diámetro del fuste se incrementa, y en consecuencia, también el rendimiento de las operaciones de aserrado, desenrollo y rebanado (Josza y Middleton, 1994). Así, Hocquet (1979) indica valores del 49% en trozas sin corteza, de diámetros en punta delgada menores a 15 cm y de 63% en trozas de 29 cm, mientras que para la obtención de piezas de carpintería industrializada y de pallets (tarimas) los registros son del 50 y 68%, respectivamente.

En las especies con poda natural, con la edad se reduce el porcentaje de ramas del fuste, sobre todo de las situadas en la parte inferior, cuando ésta no ocurre, la falta de luz en la zona baja del tronco mantiene el grueso de las ramas y disminuyen en porcentaje relativo, con relación a la sección del árbol (Echevarría, 1959; de Champs, 1989). Consecuentemente, el menor número de ramas lleva consigo una baja conicidad, por lo menos relativa (Echevarría, 1959; Josza y Middleton, 1994).

La edad, pese a que varía con la especie, es determinante para que principie la duraminización de la madera (Pardos, 1985; Knapic y Pereira, 2005). De la misma forma, en aquellos taxa con tendencia natural a entearse, este factor es el más importante para el inicio de dicho proceso (Climent *et al.*, 1993).

Al madurar la masa arbórea, los individuos pasan de ser dominados o codominados a dominantes, y con ello se pierden las irregularidades de crecimiento por variación en la competencia entre los árboles, pero también suele ser frecuente, en muchas especies, que a partir de edades muy longevas se empiece a producir fibra ondulada, fibra entrelazada e incluso en alguna madera avellanada (Cividini, 1983); además, pueden coexistir varias de esas alteraciones. En muchos casos, tales modificaciones tienen gran aceptación entre los industriales, dada la belleza que le proporcionan a la madera.

Así mismo, es característico que con el paso del tiempo se desarrollen contrafuertes u otros cambios en la forma del fuste, los cuales son propios de la madurez del árbol.

With age the proportion of adult wood in regard to young wood increases, and with it are minimized their inconveniences, from the reduction of mechanical resistance (that is 50 to 60% less in young wood compared to adult wood), as the length contraction problems that can be five times more than expected (Josza and Middleton, 1994).

As the trees grow, the diameter of the stem increases, and consequently, also the sawing operations, peeling and slicing (Josza and Middleton, 1994). Hocquet (1979) points out 49% in un-barked logs, minimum top diameters lower than 15 cm and of 63% in 29 cm logs, while to get woodwork industrialized pieces and pallets, records are of 50 and 68%, respectively.

In species with natural pruning, with age is reduced the per cent of branches, in particular those located in the lower part; when it does not occur, the lack of light in the lower part of the stem keeps the thickness of branches and lowers the relative per cent in regard to the section of the tree (Echevarría, 1959; de Champs, 1989). As a result, the small number of branches implies a low taper, at least a relative one (Echevarría, 1959; Josza and Middleton, 1994).

Age, in spite of its variation with the species, is mandatory to start duraminization of wood (Pardos, 1985; Knapic and Pereira, 2005). In the same way, in those taxa with a natural tendency to entearse this factor is the most important to start such process (Climent *et al.*, 1993).

When the tree mass matures, the individuals become dominant from being dominated or codominated, and in this way are lost growth irregularities by means of variation in the competition among trees, but it is usual, in many species, that from very long-lived ages wavy fibers, intertwined or hazelnut wood begin to form (Cividini, 1983); also, some of this modifications can coexist. In many cases, such modifications have a great acceptance among industry business men, as they provide great beauty to wood.

It is usual, too, that as time goes by, buttresses are formed as well as other changes in the form of the stem, which are proper of the maturity of the tree.

In some species, the perimetral tensions of growth start to diminish from a particular age, which has an impact on the reduction of radial cracks of the core and in the low values of warps that are produced in the cuttings of sawing in pieces with very high tensions. In these cases, the risk of generating a soft core increases as a consequence of the elevated compression tensions that form great diameters (Vignote *et al.*, 1996).

The probability of de-lamination is greater as individuals become older, especially in those with small diameters (Bonenfant, 1985).

En determinadas especies, las tensiones perimetrales de crecimiento comienzan su reducción a partir de una edad específica, lo que influye en la disminución de las rajaduras radiales de médula y en los valores bajos de los alabeos que se producen en los despieces de aserrado en las piezas con tensiones muy altas. En estos casos, aumenta el riesgo de que se presente médula blanda, a consecuencia de las elevadas tensiones de compresión que originan los diámetros grandes (Vignote et al., 1996).

La probabilidad de aparición de acebolladura es mayor con la edad de los individuos, sobre todo, en los que tienen diámetros menores (Bonenfant, 1985).

Por último, en edades avanzadas surge el decaimiento del árbol, y con ello las alteraciones patológicas provocadas por hongos cromógenos e incluso se presenta pudrición.

En el Cuadro 2 se resume la importancia del turno en la calidad de la madera, la cual se expresa como el porcentaje de madera apta para la elaboración de chapa rebanada, industria en la cual se paga el metro cúbico de madera de primera cuatro veces más alto en comparación con el precio que alcanza la de aserrío.

Cuadro 2. Porcentaje de madera de *Pinus silvestris* apta para chapa a la plana por clase diamétrica.

Table 2. Wood per cent of *Pinus silvestris* fit for sliced veneer by diametric class.

Clase diamétrica (cm)	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥70
% de chapa	0	1.5	10.5	16.3	20.5	24.1	26.7	28.8	27

Fuente: Montero et al., 1992

Source: Montero et al., 1992.

A medida que aumenta la clase diamétrica el porcentaje de chapa es alto hasta que, como consecuencia del decaimiento del árbol, algunas trozas son desestimadas por el incremento en la pudrición (Cuadro 1).

La densidad

El marco de plantación, los aclareos y las claras (raleos) son operaciones que tienen como objetivo regular la densidad y con ello la competencia por la luz, los nutrimentos y el agua. Sus efectos se evidencian en la dificultad que tienen los árboles en pie para desviarse de su geotropismo negativo, por lo cual en los individuos que crecen bajo condiciones de dosel cerrado se observa una menor tendencia al defecto de la curvatura del fuste, por lo tanto de los defectos de forma del fuste, elipticidad, corazón descentrado y de la madera de reacción (Zobel y Van Buijtenen, 1989).

La densidad reduce la intensidad de la luz en las ramas más bajas del fuste, lo que facilita su poda natural o cuando

Finally, in very long ages tree-decay rises and with it, the pathological alterations caused by chromogeneous fungi and even rottenness. In Table 2 is summarized the importance of rotation in the quality of wood, which is expressed as the per cent of wood that is fit to produce sliced veneer, industry in which the cubic meter of class I wood is payed four times over the price that lumber can get.

As the diametric class becomes higher, the veneer per cent is high until some logs are rejected in so far as rottenness increases as a consequence of decay (Table 1).

Tree Cover

Plantation framework, thinning and clear-cutting are operations whose common objective is to regulate tree cover and with it, the competition for light, nutriments and water. Its effects are evident by the difficulty that trees have to deviate from their negative geotropism; thus, individuals that grow under closed canopy conditions show a lower tendency to stem bending and consequently, of the stem shape defects, elipticity, un-centered core and reaction wood (Zobel and Van Buijtenen, 1989).

Tree cover reduces light intensity in the lower branches, which favors their natural pruning, or, at least, that they become thinner; in addition, the cone formation is reduced and even, it has been proved that at greater tree cover, height growth is greater (Echevarría, 1959; Josza and Middleton, 1997). With small plantation frameworks are obtained more straight trees, with small diameters, great heights, reduced number of branches, which might become thinner or more spared.

The greater competition related to tree cover suggests a slow down of growth, with which tree rings are thinner, as well as the tree diameter. But such a situation provokes important effects upon the texture of wood, and with it, upon its physical and mechanical properties (Jiménez Peris, 1999). In conifers, whose latewood growth is rather constant, tree ring width implies a reduction of earlywood and results in a very high texture, which affects the increment of wood density and of the mechanical properties. Broadleaves with pores in the tree rings, it has the opposite effect, earlywood increment is very constant and the presence o thin tree rings implies less latewood, with a

menos que éstas sean más delgadas; además se reduce la conicidad e incluso está demostrado que a mayor densidad, el crecimiento en altura es superior (Echevarría, 1959; Josza y Middleton, 1997). Con marcos de plantación pequeños se obtienen árboles más derechos, con diámetros pequeños, alturas grandes, menor proporción de ramas o bien son más delgadas y espaciadas.

La mayor competencia asociada a la densidad supone una desaceleración del crecimiento; con ello los anillos de crecimiento son más delgados, y por tanto, el diámetro de los árboles. Pero tal situación produce importantes efectos en la textura de la madera y ésta en sus propiedades físicas y mecánicas (Jiménez Peris, 1999). En las coníferas, cuyo crecimiento de madera tardía es bastante constante la reducción del ancho de los anillos implica una disminución de la madera temprana y resulta en una textura muy elevada, que a su vez incide en el aumento de la densidad y de las características mecánicas. En las frondosas con presencia de poros en los anillos, el efecto es contrario, el crecimiento de la madera temprana es muy constante, y la presencia de anillos delgados implica menos madera tardía, con una textura de madera más fina, y en consecuencia se observa una baja en la densidad y en las propiedades mecánicas.

Las claras disminuyen la densidad y con ello se favorece el crecimiento, generalmente de forma automática. Existen especies que tardan en reaccionar, sobre todo aquellas que tienen una gran capacidad de rebrote, de tal manera que pueden pasar varios años antes de hasta que empiece a notarse ese crecimiento, al momento de convertirse en árboles dominados, los rebrotes son cortados.

Desde luego, el aumento en el crecimiento producto de la clara, tiene impactos positivos, como el aumento diamétrico y sus implicaciones en la productividad de su transformación, pero también provoca los de tipo negativo como: las irregularidades en el tamaño de los anillos de crecimiento, que inducen las estéticas e incluso, si ésta es grande, descompensaciones en las tablas que originan defectos de curvaturas y alabeos, los cuales limitan sus usos o cuando menos sus rendimientos. Además, como ya se ha indicado, en las coníferas, ese incremento diamétrico supone texturas más pequeñas y en ciertas frondosas texturas más grandes.

Un último efecto desfavorable de las claras es el aumento de las tensiones de crecimiento, a consecuencia de la reorientación del árbol y con ello los problemas de rajaduras y alabeos en sus despieces de aserrado (Nicholson *et al.*, 1975).

Así mismo, debe considerarse que las claras intensas facilitan la penetración de la luz hasta la base de los árboles, lo que favorece el crecimiento de las ramas y el incremento diametral de los nudos. En especies con yemas adventicias provoca el desarrollo de nuevas ramas en la parte inferior del fuste.

fine wood texture and, consequently, a reduction of density as well as of the mechanical properties is observed.

Clear-cutting reduce tree cover and thus, favors growth, generally in an automatic way. There are species that are slow to react, in particular those with a great regrowth ability, in such a way that it can take several years before it starts to denote that growth, at the time to become dominated trees, the shoots are cut.

Of course, the increment in growth after clear-cutting has positive impacts such as the diametric increment and its implications in the productivity of its transformation, but also gives way to the negative ones, such as: irregular size of tree rings, that induce the aesthetic ones, and also, if it is big enough, lack of the equilibrium in boards that originate bending and warps defects, which limit their use or, at least, their yield. As it has been described before, in evergreens, that diametric increment suggests finer textures and, in some broadleaves, larger textures.

A last unfavorable effect of clear-cutting is the increment of growth tensions as a consequence of the redirection of the tree and with it, the crack and warp problems in their cutting list from sawing (Nicholson *et al.*, 1975).

It must also be taken into account that intense clear-cutting favor light penetration as far as the tree base, which fosters branch growth and the diametric increment of knots. In species with adventitious buds, it stimulates the development of new branches in the lower part of the stem.

Pruning

Pruning is the forestry operation aimed at limiting the defects of the knots of wood, and, thus, has a very important influence on quality; however, it is an injury to the tree, which somehow affects its growth and constitutes a way of penetration for different kinds of pathogens. So, it an activity that must be performed in specific periods, in a proportion that it does not subtract the vigor of the tree and it is better at young ages, as the size of the wound is smaller and the effect of knots is lighter, since as youngwood relates to branch formation, the stem under the pruning does not make adult wood any more (de Champs, 1989).

For pruning design it is mandatory to know the characteristics of the logs required for industry. In the case of wood assigned to peeling, in particular, the diameter of pruned trees (that will include knots) is related to the diameter of the peeling core, which explains why the height of pruning must be a multiple of the width of the veneer.

Podas

La poda es una operación silvícola que pretende limitar los defectos de los nudos en la madera, y por tanto tiene una repercusión muy importante en la calidad; no obstante se trata de una herida al árbol, que influye en alguna medida en su crecimiento y constituye una vía de penetración para diferentes tipos de patógenos. Por estas circunstancias es una actividad que debe realizarse en épocas determinadas, en una proporción que no reste vigor al árbol y es mejor a edades tempranas tanto por el tamaño de la herida, como para reducir los efectos de los nudos; porque al relacionarse la madera juvenil con la actividad de las ramas, el fuste por debajo de la poda ya no forma madera adulta (de Champs, 1989).

Para el diseño de las podas es fundamental conocer las características de las trozas que solicitan las industrias. En el caso de la madera destinada a chapa de desenrollo, en particular, el diámetro de los árboles podados (que contendrá los nudos) está relacionado con el diámetro del núcleo de desenrollo, por lo que la altura de poda deberá ser un múltiplo del ancho de la chapa.

Fertilización

Operación de escasa aplicación en el manejo forestal, aunque cada día es más frecuente en plantaciones, con la intención de aumentar la productividad y no tanto por la calidad de la madera, sin embargo, tiene influencia en ella.

El nitrógeno incide en el aumento diamétrico del fuste y en consecuencia, para un mismo turno, implica una mejora de rendimiento en las operaciones de aserrado, desenrollo y chapa a la plana. Del mismo modo que se analizó para la densidad, el incremento en el crecimiento que supone la fertilización del suelo, afecta la textura, la densidad y las características mecánicas. En las coníferas reduce la textura, por lo que la madera se torna menos densa y resistente mecánicamente, y en las frondosas de poros en los anillos o con porosidad semidifusa la textura es mayor y son más densas y resistentes. Zobel y Van Buijtenen (1989) registran que tanto la densidad de la madera en coníferas, como la longitud de sus traqueidas disminuyen por lo menos durante dos años, después de la fertilización; en contraste, esos cambios tienen efectos diferentes en las latifoliadas, en función de la especie.

La falta de algún nutrimento puede ocasionar malformaciones del fuste, crecimientos muy pequeños e incluso facilitar que se produzcan enfermedades o la incidencia de plagas. En España se tiene consignado que la falta de boro en el eucalipto, provoca la pérdida de su yema apical (Andrade *et al.*, 1995).

Fertilization

Operation not very much used in forest management, even though it is more frequent in plantations in order to increase productivity, not wood quality, in spite of having some influence upon it.

Nitrogen affects the diametric increment of the stem, and consequently, for the same rotation, implies a yield improvement in sawing, peeling and veneer operations. In the same way it was analyzed for density, the increment in the growth that produces soil fertilization, has an effect on texture, density and mechanical features. In conifers, it reduces texture, which makes wood less dense and with a mechanical resistance, and in broadleaves of pores in tree rings or with semi-diffuse porosity, texture is greater and are more dense and resistant. Zobel and Van Buijtenen (1989) recorded that density of conifer woods and the length of tracheids diminish at least for two years after fertilization; in contrast, in broadleaves these changes have different effects, according to the species.

The absence of some nutriment may cause stem malformations, very small growths and even favor the generation of diseases and the incidence of plagues. In Spain has been recorded that the lack of boron of the Eucalypt provokes the loss of its apical bud (Andrade *et al.*, 1995).

Sanitation

The health of forest masses may influence the quality of wood, directly by rottenness, by its enteamiento or by the gallery defects that come from xylophagous insects or, indirectly, because the disease or the plague favors stem malformations. It is well-known that the effect of *Hypsipyla grandella* Zeller over the terminal apex, and in general, upon the shoots of cedar and mahogany trees, usually gives birth to the bracketing of the stem, and with it, the loss of wood quality; this is an example of the hundreds of insects that cause problems in this sense. In any case, even with plagues that do not affect but the leaves, the plant loses growth, with the aftermath that has already been described over quality, in addition to the weakening of the tree and to promote the invasion of other organisms that can cause the death of the plant.

The aforementioned examples provide a vision of the importance of sanitation works in regard to the quality of wood.

CONCLUSIONS

Forestry has a good number of potentialities to improve the quality of wood, in particular upon dendrometric and structural

Sanidad

La sanidad de las masas forestales puede influir en la calidad de la madera, de forma directa por pudrición, por su enteamiento o por los defectos de galería que son producto de la acción de los insectos xilófagos, o de forma indirecta porque la enfermedad o plaga favorece las malformaciones en el fuste. Es de todos conocido el efecto de *Hypsipyla grandella* Zeller sobre la guía terminal, y en general, en los brotes de los árboles de caoba y cedro que suele originar el ahorquillado del fuste y con ello la pérdida de calidad de su madera; este es un ejemplo de los cientos de insectos que causan problemas en este sentido. En cualquier caso, aún con plagas que no afectan más que a las hojas, la planta pierde crecimiento, con las consecuencias que ya se han indicado en la calidad, además de debilitar al árbol y de favorecer el ataque de otros organismos que pueden llevar a la muerte de la planta.

Lo antes expuesto proporciona una visión de la importancia de los trabajos sanitarios en la calidad de la madera.

CONCLUSIONES

La silvicultura ofrece muchas posibilidades para mejorar la calidad de la madera, sobre todo en los factores dendrométricos estructurales y en menor medida en el resto de los aspectos planteados en el presente documento, ya que permite ajustar las propiedades de la madera a los requerimientos de la demanda. 🍌

REFERENCIAS

- Andrade S., C., de Barros N. F., de Novais R. F., Teixeira J. L. y Leal G. L. 1995. Exigencia y distribución de boro en plantas de eucalipto. *Bosque* 16 (1): 53-59.
- Baillères, H. and P. Y. Durand, 2000. Non-destructive techniques for wood quality assesment of plantation-grow teak. *Bois et Forêts des Tropiques* 263(1) : 17-29.
- Balcorta H., C. y Vargas H., J. J. 2004. Variación fenotípica y selección de árboles en una plantación de Melina (*Gmelina arborea* (Linn.) Roxb.) de tres años de edad. *Revista Chapingo, Serie ciencias forestales y del ambiente*. 10 (1): 13-19.
- Bonenfant, M. 1985. Croissance et qualite du chataignier de futaie en Bretagne. Ed. Serfob Bretagne, Memoire troisieme annee. Enitef. Rennes Cedex, Francia, 123 p. Rennes Cedex, Francia, 123 p.
- de Champs, J. 1989. Effects de la densité de plantation sur la croissance en diametre, la forme et la branchaison du Douglas. *Anales de AFOCEL*: 231-283.
- Cividini, R. 1983. Elementi di tecnologia Forestale Ed. Edagricole. Bologna. Italia. pp. 44-90.
- Climent, J., L. Gil and J. Pardos, J. 1993. Heartwood and sapwood development and its relationship to growth and environment in *Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC. *Forest Ecology and Management*. 59: (1-2) 165-174.
- Díez, R. y J. I. Fernández-Golfín. 1998. Influencia de diversos factores en la calidad de la madera de uso estructural de *Pinus sylvestris* L. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* 7 (1-2): 41-52.
- Echevarría, I. 1959. Pinares del norte: La nudosidad de la madera y modo de evitarla Ed. I.F.I.E. Madrid. España. 62 p.

factors, and in a secondary place, in the rest of the elements described in the actual document, since it makes it possible to adjust wood properties to the requirements on demand. 🍌

End of the English version

- Fernández, F. 2011. Astilleros y construcción naval en la España anterior a la ilustración. <http://www.armadamde.es/ArmadaPortal/ShowBinaryServlet> (31 de marzo de 2011).
- Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook: Wood as an engineering material Ed. Forest Products Laboratory and Forest Service Agriculture. Washington, DC. USA. 463 p.
- Hocquet, A. 1979. Possibilites de sciage des bois de petit diametre. *Courrier de l'exploitant et du scieur* 2/79. CTBA. Paris. Francia. 95 p.
- Jiménez P., F. J. 1999. La madera. propiedades básicas. Ed. GET. Madrid. España. 154 p.
- Josza L. A. and G. R. Middleton. 1994. A discussion of wood quality atributes and their practical implications. Forintek Canada Corp, Western Laboratory. Vancouver, B.C. Canada. 42 p.
- Knapic, S. and H. Pereira. 2005. Within-tree variation of heartwood and ring width in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) *Forest Ecology and Management*. 210: (1-3) 81-89.
- Monceau, D. 1773. Del aprovechamiento de los montes. Parte primera. Reeditado por la Junta de Castilla y León y la SECF. (2009). España. 427 p.
- Montero, G., A. Rojo y R. Alía. 1992. Determinación del turno del *Pinus sylvestris* en el Sistema Central. *Montes*, 29: 42-48.
- Nicholson, J. E., W. E. Hillis and N. Ditchburne. 1975. Some tree growth wood property relationships of eucalypts. *Can. J. For. Res.* 5: 424-432.
- Pardos J., A. 1985. Apuntes de fisiología vegetal. Ed. Fundación Conde del Valle Salazar. Madrid. España. 465 p.
- Schimleck, L. R. and A. Clark III. 2008. ... Wood Quality <http://www.encyclopediaofforestry.org/index.php/Wood_Quality> (2 de abril de 2011).
- Vignote, S., I. Molinero, J. Gerard y M. R. Díez. 1996. Estudio de las tensiones de crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill., en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* 5 (1): 153-176.
- Zobel, B. J. and J. P. Van Buijtenen. 1989. Wood variation: its causes and control. Springer-Verlag, Berlin. Germany. 361 p.