

## PRESENTACIÓN

En los últimos años la industria maderera se ha sometido a una inminente transformación, debido a que de manera paulatina ha dejado de recibir materia prima proveniente de bosques naturales para abrirle las puertas a la madera procedente de plantaciones forestales. Este hecho ha conllevado a un determinante cambio del sector forestal, el cual abarca desde el aprovechamiento, los procesos industriales primarios y secundarios, hasta los mecanismos de comercialización de los productos forestales y en algunos casos otros recursos provenientes del bosque. En este escenario, tanto la academia como los diferentes centros de investigación de la región, se han visto en la necesidad de generar nuevo conocimiento sobre el procesamiento de especies maderables cultivadas en plantaciones forestales. Es por eso que el proyecto de investigación MADERHAS (Maderas de reforestación hacia la sostenibilidad), desarrollado en la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y establecido en el año 2007, se dio a la tarea de estudiar 10 especies forestales de uso común en plantaciones de Costa Rica. Lo anterior con la finalidad de generar conocimiento científico y tecnológico necesario para una exitosa transformación de la madera proveniente de estos cultivos arbóreos.

La obra **“Tecnología de madera de plantaciones forestales: fichas técnicas”** es el medio por el cual diversos autores especializados, dan a conocer información tecnológica para ser utilizada por el sector forestal e industrial costarricense, con el propósito de optimizar la utilización de la madera de las especies estudiadas. El contenido del libro cubre áreas técnicas que van desde el aprovechamiento forestal y el rendimiento en aserrío hasta información sobre el comportamiento de las especies en procesos de secado y preservación. Además, extensa información referente a las descripciones de la anatomía de la madera de cada una de las especies, sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, así como datos fundamentales sobre durabilidad y trabajabilidad.

El libro está compuesto por 11 fichas técnicas, de las cuales 10 pertenecen a cada especie estudiada. En las fichas técnicas de cada especie, se organiza la información de manera general en cuadros de fácil lectura y observación de los datos y análisis desarrollados por los autores. Adicionalmente se presenta una gama de fotografías capturadas durante las investigaciones, como muestra visual de los principales resultados obtenidos. Cabe destacar que la última ficha técnica de la obra es una comparación de todas las características y atributos de las 10 especies de estudio, una valiosa herramienta que puede ser empleada para la toma de decisiones en la selección de especies a utilizar para un fin determinado o bien los procesos adecuados a los cuales se puede someter una o varias de las especie maderables descritas. El libro no puede considerarse como un texto tradicional de tecnología de la madera, sino más bien como una herramienta para ser usada en el procesamiento de la madera de las especies *Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* y *Vochysia guatemalensis*.

Considero que “**Tecnología de madera de plantaciones forestales: fichas técnicas**” hace referencia a un importante hecho: utilizar información veraz sobre las propiedades de la madera y aplicar la tecnología adecuada para el procesamiento, secado y preservación de la madera, permite obtener de manera sostenible resultados de alta calidad en los productos forestales obtenidos de madera cosechada en plantaciones. Este importante señalamiento apunta a un futuro promisorio para el sector forestal, así como para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y su biodiversidad.

Nancy Gamboa Badilla, M.Sc.  
Escuela de Ingeniería Forestal  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Agosto 2011

Moya Roque, R; Muñoz Acosta, F; Salas Garita, C; Berrocal Jiménez, A; Leandro Zúñiga, L; Esquivel Segura, E. 2011. **Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas** (en línea). Cartago, CR, Editorial Corporación Garro y Moya. 207 p. (ISBN: 978-9968-9643-3-3); Disponible en [www.tec.ac.cr/revistaforestal](http://www.tec.ac.cr/revistaforestal)

## Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas

### Resumen

La industria maderera de Costa Rica se abastece principalmente de productos de plantaciones forestales, aunque curiosamente los consumidores nacionales perciben este tipo de maderas de baja calidad y de propiedades inferiores. Para paliar esa percepción, el proyecto denominado MADERHAS (Maderas de Reforestación Hacia la Sostenibilidad), de la Escuela de Ingeniería Forestal del ITCR, generó información técnica concerniente a las propiedades físicas, mecánicas y químicas, así como su comportamiento en el aprovechamiento, aserrío, secado, preservado y las operaciones en la elaboración de productos, cuya materia prima es originaria de ese tipo de plantaciones. Se presenta a manera de fichas técnicas, datos e información confiable sobre 10 especies maderables provenientes de plantaciones forestales; ofreciendo a los consumidores y al sector forestal costarricense e internacional, elementos técnicos y de apoyo en la toma de decisiones acertadas, especialmente cuando las personas seleccionen alguna de las especies evaluadas en este estudio; procurando en todo momento, que los consumidores elijan correctamente las especies de acuerdo con sus expectativas y necesidades reales. En Costa Rica muchas especies forestales han sido probadas en condiciones de reforestación, esto para diversas variedades de especies nativas y exóticas. En este estudio fueron seleccionadas 10 especies tropicales de rápido crecimiento, de uso común en plantaciones por su valor comercial: *Acacia mangium* (acacia), *Alnus acuminata* (jaúl), *Bombacopsis quinata* (pochote), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Gmelina arborea* (melina), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Tectona grandis* (teca), *Terminalia amazonia* (amarillón), *Terminalia oblonga* (surá) y *Vochysia guatemalensis* (cebo). De estas, tres son especies exóticas (teca, melina y acacia) y las restantes siete son nativas. Para cada especie se evaluaron 13 variables que van desde características propias del aprovechamiento del árbol a aquellas que son intrínsecas de la madera, tales como: descripción general, propiedades macro y microscópicas, propiedades mecánicas y químicas, propiedades en el secado y la preservación, desempeño en el aserrío y trabajabilidad. Estas variables fueron cuantificadas mediante muestreos de plantaciones forestales con edades entre 9 y 13 años, densidades de 338 a 575 árboles/ha y diferentes intensidades de manejo. En todos los casos se utilizaron árboles de un segundo raleo. La determinación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas se realizó con una muestra de nueve árboles de plantación y específicamente se extrajo material a 1,30 m de altura de la base del árbol. Para el resto de las propiedades, se utilizó el material remanente de estos árboles, o bien, se extrajeron nuevos árboles. En la etapa de aprovechamiento, los mayores tiempos de corta se encontraron en los individuos de *Terminalia amazonia* y de *Terminalia oblonga*, debido a que estos desarrollan gambas muy extendidas, lo que dificulta un adecuado direccionamiento de la caída del árbol. *Bombacopsis quinata* posee números aguijones en el fuste, lo que dificulta la manipulación de las trozas y *Cupressus lusitanica* desarrolla gran cantidad de ramas, que ralentiza el desrame. Las 10 especies de maderas evaluadas no desarrollaron elementos anatómicos que puedan afectar los procesos industriales. Con base en las propiedades físicas y mecánicas, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis* y *Swietenia macrophylla* se clasificaron como maderas de moderado peso específico y de moderada resistencia mecánica. En las 10 especies evaluadas, la madera presentó la propiedad química ligera acidez, la cual no interfiere con el futuro desempeño de la madera con respecto a esa propiedad. En *Acacia mangium* y *Tectona grandis*, se observó altos contenidos de extractivos que pueden afectar el uso de adhesivos, si no se usan los productos y procedimientos adecuados. En el proceso de aserrío se presentaron torceduras producto de las tensiones de crecimiento en todas las especies evaluadas, aunque de mayor

gravedad en *Terminalia amazonia* y *Acacia mangium*. Los rendimientos obtenidos fueron normales para el tamaño de las trozas evaluadas en las 10 especies. Se encontró que el secado de la madera de *Gmelina arborea*, *Acacia mangium* y *Vochysia guatemalensis* requiere tiempos prolongados y que durante el mismo, aparecen nuevos defectos en las tablas, por lo que se debe extremar los cuidados en esta etapa de industrialización. Para el resto de las especies, los tiempos de secado y el desarrollo de defectos mostraron valores similares a otras especies de bosques naturales. La preservación con presión en madera de albura fue posible en todas las especies evaluadas (excepto en *Cupressus lusitanica*); no así en madera de duramen. La preservación con inmersión difusión se logró en todas las especies, tanto para madera de albura como de duramen, excepto el *Cupressus lusitanica*, que solo permitió la impregnación de la albura. De acuerdo con los resultados obtenidos, *Alnus acuminata* y *Vochysia guatemalensis* se clasificaron como madera de baja durabilidad, mientras que *Tectona grandis* y *Acacia mangium* como maderas de alta durabilidad. El resto de las especies se clasificó como de mediana durabilidad. La madera de *Alnus acuminata* presentó problemas en aspectos de trabajabilidad. De manera general, se puede afirmar que los problemas de trabajabilidad en operaciones como el lijado, el taladrado y el escopelado, se incrementan en la medida que aumenta el peso específico básico de la madera.

**Palabras clave:** *Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, Aprovechamiento, Aserrió, *Bombapcosis quinata*, Costa Rica, *Cupressus lusitanica*, Desempeño y calidad de aserrió, Durabilidad de trozas, Fichas técnicas, *Gmelina arborea*, Macroscópica de la madera, Madera de plantaciones forestales, Microscópica de la madera, Muestreo, Plantaciones forestales, Preservación, Propiedades físicas y mecánicas de la madera, Propiedades químicas de la madera, Secado al aire, Secado al horno, *Swietenia macrophylla*, Tecnología de madera, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga*, Trabajabilidad, Transporte, Troceo, *Vochysia guatemalensis*.

Moya Roque, R; Muñoz Acosta, F; Salas Garita, C; Berrocal Jiménez, A; Leandro Zúñiga, L; Esquivel Segura, E. 2011. **Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas**. Cartago, CR, Editorial Corporación Garro y Moya. 207 p. (ISBN: 978-9968-9643-3-3); Available at [www.tec.ac.cr/revistaforestal](http://www.tec.ac.cr/revistaforestal)

## Forest Plantation Wood Technology: Technical sheets

### Abstract

Costa Rican forest products Industry is supplied mainly by raw material from forest plantations, although local consumers see these products as low quality and poor property ones. In order to change this perception, Forestry Engineering School project MADERHAS (Reforestation woods towards sustainability) generates technical information concerning physical, mechanical and chemical properties as well as in utilization, sawmilling, drying, preservation and all the operations concerning product manufacture, using raw material produced in forest plantations. Reliable data and information on 10 wood species from forest plantations is presented by means of technical sheets providing technical knowledge and support to the consumer and the local and foreign forest sector for decision making, when they choose one of the included species giving them elements for the correct selection according to their real needs and expectations. Many different native and introduced species were tried in plantation conditions in Costa Rica. In this study, 10 fast growth tropical species of commercial interest were selected: *Acacia mangium* (acacia), *Alnus acuminata* (alder), *Bombacopsis quinata* (pochote), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Gmelina arborea* (melina), *Swietenia macrophylla* (mahogany), *Tectona grandis* (teak), *Terminalia amazonia* (amarrillón), *Terminalia oblonga* (surá) and *Vochysia guatemalensis* (cebo). Three (teak, melina and acacia) are introduced and the remaining are native. Sampled plantations ranged from 9 to 13 years old and densities from 338 to 575 trees/ha, with different management intensities. Initial spacing was 3 x 3 m., and initial density de 111 trees/ha. In all cases second thinning trees were selected. Physical, mechanical and chemical properties were obtained from 9 trees for each plantation at a "d" (1.30 m. from base) height. The remaining material was used to determine other properties. If necessary other trees were used to complete the study. Thirteen study variables are included in the 10 technical sheets: logging, transport, log durability, general and macroscopic description of wood, microscopic description, physical, mechanical and chemical properties, sawmilling quality and performance, air drying, kiln drying, preservation, durability and workability. The book includes 2 sections that summarize comparative data of species in a series of tables, conclusions and recommendations.

The most relevant conclusions are:

- *Terminalia amazonia* and *T. oblonga* produced longer logging times because they have large buttresses which makes it difficult to guide the tree felling.
- *Bombacopsis quinata* and *Cupressus lusitanica* transport is affected due to spikes and pruning cuts due to branch size.
- Wood anatomy of these species is typical for planted trees under tropical conditions which do not develop anatomical features that have an effect on later industrial processes.
- *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis* and *Swietenia macrophylla* are species with moderate specific gravity and mechanical strength.
- Chemical analysis showed a slight acidity in wood which will not affect its properties. *Acacia mangium* and *Tectona grandis*, are species with high extractives content which may affect gluing performance if the right adhesives are not used or suitable procedures are not followed.
- Concerning sawmilling performance, as expected some twisted wood due to growth tension is produced in all species from which *T. Amazonia* and *A. mangium* are the most troublesome.
- Sawmilling yield was normal for the size of the logs.
- *Gmelina arborea*, *Acacia mangium*, and *Vochysia guatemalensis* showed long drying periods with many drying defects which call for especial attention during this part of the process. For the remaining species drying time and defect development is comparable to other natural forest species.
- Pressure treatment showed no heartwood penetration and sapwood penetration was possible in all species but *Cupressus lusitanica*. Dip-diffusion treatment showed good penetration in all species but *C. lusitanica* in which only sapwood was penetrated.
- *Alnus acuminata* and *Vochysia guatemalensis* showed low durability while *Tectona grandis* and *Acacia mangium* showed the highest one. The remaining species showed moderate durability.

- *A. acuminata* showed some workability problems with an increase in sanding, drilling and chiseling problems as specific gravity increases.

**Key Words:** *Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, sawmilling, *Bombacopsis quinata*, Costa Rica, *Cupressus lusitanica*, Sawing quality and performance, Log durability, Technical sheets, *Gmelina arborea*, Wood macroscopic, Forest plantation wood, Wood microscopic, Sampling, Forest plantations, Preservation, Physical and mechanical properties of wood, Air drying, Kiln drying, *Swietenia macrophylla*, Wood technology, *Tectona grandis*, *Terminalia Amazonia*, *Terminalia oblonga*, Workability, Transport, Logging, *Vochysia guatemalensis*.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el mercado e industria maderera costarricense se abastecen en un alto porcentaje de madera proveniente de especies de plantación y en un porcentaje, cada vez menor, de maderas cosechadas en el bosque natural. A pesar de esta iniciativa, las primeras experiencias en los procesos de comercialización de las especies de plantación no han dado los resultados esperados, debido a que el consumidor asocia esta madera como de baja calidad, propiedades inferiores y con algunos problemas en procesos industriales.

Un aporte de **Maderas de Reforestación Hacia la Sostenibilidad (MADERHAS)** llevado a cabo en la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto tecnológico de Costa Rica, es dar a conocer las propiedades físicas, mecánicas y químicas, comportamiento en procesos de secado y preservación, aprovechamiento forestal, rendimiento en aserrío, descripciones anatómicas, durabilidad y trabajabilidad de algunas especies de uso común a nivel nacional bajo el régimen de plantaciones. La necesidad de información para la transformación primaria y secundaria de estas especies por parte del sector forestal e industrial costarricense, es cada vez más relevante, ya que forma parte del conocimiento básico tecnológico, industrial y comercial de cualquier especie forestal maderable.

Los resultados obtenidos con *Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* y *Vochysia guatemalensis*, indican que éstas especies tienen propiedades aceptables para su procesamiento y utilización. Además se estima que con la tecnología existente en Costa Rica es posible procesar, secar y preservar estas especies tanto de raleos y por supuesto de cosecha final.

Países desarrollados como Estados Unidos de América, Canadá, Alemania, Finlandia, Chile, Suecia, para citar algunos, le han dado a la madera, una amplia utilización como material de construcción, diseñando y construyendo estructuras en madera de envergadura considerable. La clave ó éxito de estos países es que le han dado a la madera un manejo tecnológico y sostenible en todas sus etapas.

No obstante, todavía se presentan vacíos de conocimiento, de éstas y otras potenciales especies, respecto a sus características y propiedades, por lo que ha sido difícil la introducción, aceptación y posicionamiento de estas maderas en productos de mayor valor agregado. Una forma de mitigar esta desventaja es desarrollar nuevas opciones productivas mediante la diversificación de productos madereros y bajo el concepto de productos de ingeniería en maderas, lo que es vital para incursionar competitivamente en nuevos mercados. Por lo que, conocer las propiedades de las especies, es fundamental y una forma de incentivar el uso de un recurso renovable y reutilizable como lo es la madera

procedente de plantaciones, disminuyendo de esta forma las presiones políticas y ambientales sobre los bosques naturales nativos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Especial agradecimiento al personal técnico y administrativo del Centro de Investigación en Integración Bosque Industria, entre el personal técnico: Carlos Olivares Gutiérrez, Adrián Gutiérrez Hernández, Rodrigo Víquez Vega, José María Jiménez Quesada, Robert Cubero Abarca, José Antonio Córdoba Artavia, Rodrigo Quesada Siles y Xinia Cerdas Segura. Así mismo, el agradecimiento por el apoyo financiero a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica.