

Crecimiento y propiedades físicas de la madera de teca (*Tectona grandis* L.F.) de 17 años en San Joaquín de Abangares, Costa Rica

Una madera pesada y de buena calidad que no presenta problemas de torceduras ni agrietamientos.

Fernando Castro
Jaime Raigosa

RESUMEN

El mercado de productos forestales, tanto el nacional como el internacional, es cada vez más exigente en cuanto al cumplimiento de estándares y características que demuestren la alta calidad de sus bienes y servicios. En general, la mayoría de las plantaciones forestales establecidas en Costa Rica han carecido de este enfoque y de un manejo silvicultural adecuado.

Utilizando como base las normas de carácter internacional de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), norma D-143-83, denominada "Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos", parte II, métodos secundarios, se determinaron las propiedades físicas de la teca (*Tectona grandis* L.F.), que crece actualmente en San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Las propiedades físicas estudiadas fueron: peso específico básico, contracción radial, tangencial y volumétrica, razón de contracción, densidad seca y verde y punto de saturación de fibra. Dado su peso específico básico de 0,58 y fundamentalmente en su razón de contracción, la madera de teca de San Joaquín de Abangares es de buena calidad y no presenta problemas de agrietamiento ni deformaciones.

El coeficiente de variación del peso específico básico de la teca muestreada (3,4%) es mucho menor que el de Quepos (7%); y es una tercera parte del promedio de unas 50 especies (10%), que es el estándar de comparación.

Los resultados demuestran que esta madera tiene una buena estabilidad dimensional. No presenta problemas de torceduras ni agrietamientos y, a pesar de ser una madera joven, presentó mejores propiedades físicas que la madera de teca de mayor edad. Igualmente, mostró 82% de duramen y 18% de albura. Por lo que, es una madera que se puede utilizar en pisos, parquet, marcos de puertas y ventanas, molduras, enchapes para cubiertas de barcos y tablilla.

Palabras claves: *Tectona grandis*; crecimiento; madera; propiedades físicas; Abangares; Costa Rica.

SUMMARY

Growth and physical properties of 17-year old teak wood from San Joaquín de Abangares, Costa Rica. The national and international forest products market is increasingly more demanding as to the standards and characteristics of high quality, coming from certified managed forests and plantations. In general, the bulk of the forest plantations established in Costa Rica lacks this focus as well as adequate silvicultural management.

The physical properties of teak (*Tectona grandis* L.F.), growing in San Joaquín de Abangares, Costa Rica are determined according to the ASTM standard D-143-83 entitled: "Essays on small specimens of defect-free wood"-Part II-secondary methods.

The physical properties of teak timber studied here are: basic specific weight, contractions (radial, tangential and volumetric), contraction ratio, dry and green density and point of fiber saturation.

According to its basic specific weight of 0.58, its contraction low values, and fundamentally in its contraction ratio, teak timber coming from San Joaquín de Abangares, is a good quality timber and which will not present shrinkage and deformation problems.

The coefficient of variation of the basic specific weight of the San Joaquin de Abangares teak (3.4%) is half of that of the Quepos teak (7%) and almost one third of the average of 50 species (10%), which is the standard of comparison.

Results showed that this timber presents a good dimensional stability; it is not going to present twisting or deformation, and even though it is young timber, it shows better physical-mechanical properties than older teak timber. Also, it has 82% heartwood and 18% sapwood. Therefore, it is a timber that can be used for floors, parquet floors, window and door frames, moulding, boat decks and narrow boards for ceilings and floors.

Key words: *Tectona grandis*; growth; wood; physical properties; Abangares; Costa Rica.

Este artículo está basado en la tesis de Licenciatura de Fernando Castro, titulada: Propiedades Tecnológicas de la madera de teca (*Tectona grandis* L.F.).

La Teca (*Tectona grandis* L.F.) es una especie nativa de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. En América Central fue seleccionada como una de las especies prioritarias con base en los resultados obtenidos de las investigaciones del Proyecto Madelena del CATIE y también por el impulso que el gobierno quería dar al desarrollo de las plantaciones forestales apoyándose en los incentivos fiscales (a partir de 1979).

Según Lamprecht (1990), en su hábitat natural, esta especie requiere de una estación seca bien definida, de tres a siete meses, con precipitaciones anuales promedias de 800 a 5 000 mm y temperaturas medias entre los 21 y 28°C.

Entre 1972-1987, el área reforestada, manejada y protegida mediante los incentivos forestales fue de 309 864,28 ha. (FONAFIFO 1996). De este total se estima que entre un 3-4% corresponde al área reforestada con teca en la zona de Guanacaste (10 845 ha, valorada por los autores).

Dichas plantaciones fueron establecidas en ciertos casos más por tratar de aprovechar los incentivos fiscales que otorgaba el gobierno que por razones técnicas, como clase de sitio, suelos, topografía, demanda, y acceso a mercados. Y menos aún, según el desarrollo de sus propiedades tecnológicas, que permitieran a mediano y largo plazo atender un mercado nacional y sobretodo internacional que exige características bien definidas en la calidad de la madera.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de las propiedades técnicas de la madera de teca de 17 años bajo manejo en San Joaquín de Abangares y, en especial, compararlos con otras experiencias en Costa Rica y otras latitudes.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la finca Mayilandia ubicada en San Joaquín de Abangares, cantón de Colorado de Abangares, de la región Chorotega, provincia de Guanacaste, Costa Rica. A una distancia aproximada de 165 km al Norte de San José (ciudad capital), y cerca de los 10° 16' de latitud Norte y 85° 05' de longitud Oeste.

El sitio se ubica a 30 msnm, caracterizándose por poseer pocas variaciones de altura. La plantación de teca se encuentra en topografía plana, con menos del 2% de pendiente.

De acuerdo a los datos de la Estación Taboga, ubicada en Cañas, Guanacaste (1996), la precipitación promedio anual es de 1 611 mm, con una estación lluviosa que va de mayo a noviembre y un período seco bien definido (de diciembre a abril). La sequía se acentúa en los meses de enero, febrero y marzo, ya que en ninguno de estos meses la lluvia sobrepasa los 20 mm de precipitación, lo que caracteriza la existencia de un déficit de agua en el suelo y una pérdida de follaje en los árboles (Cuadro 1).

Basados en 26 años de registro de la Estación Taboga, la temperatura máxima fue de 33,2°C, la mínima de 21°C; mientras que la máxima fue de 2 251 mm y la mínima de 1 016mm.

De acuerdo con Vásquez (1983) los suelos se clasifican como vertisoles, que son suelos planos, profundos (mayores a 90 cm), de texturas franco arcillosa, con pH de 6,7 y regularmente drenados. Durante el período de sequía el suelo se resquebraja formando grietas de considerable tamaño.

Cuadro 1. Parámetros climáticos de la zona en estudio*

Parámetros climáticos	Valor promedio	Unidades
Temperatura	27,6	°C.
Precipitación	1 611	mm.
Humedad Relativa	73,9	%
Brillo Solar	7,2	h.
Evapotranspiración	7,7	mm.
Radiación	20,1	mj/m_
Estación seca	4	meses

*Datos promedio de los registros a partir de 1980.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo de la plantación de teca en San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

pH	Cmol(+)/L			mg/L						
	Ca	Mg	K	Acidez	CICE	P	Cu	Fe	Mn	Zn
6,7 ^a	26,90 ^a	9M	047M	0,10M	36,47A	10,4M	10M	28,1M	8M	2B

A: Alto M: Medio B: Bajo.

Ca: Calcio Mg: Manganeso

K: Potasio

CICE: P: Fósforo

Fe: Hierro Mn: Magnesio

Zn: Zinc

Fuente: Estudio realizado por el Programa del Laboratorio de Suelos Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica, 1998.

Del cuadro 2 se desprende que los suelos son fértiles, por encima del óptimo, lo que concuerda con los datos encontrados por Vallejos (1996). Igualmente, presenta óptimos contenidos de potasio, fósforo, manganeso y una muy alta capacidad de intercambio de cationes (36,47).

La plantación de donde se extrajeron los árboles se encuentra en la formación bosque húmedo premontano transición a basal (bhPTb), según el sistema de zonas de vida de Holdridge (1982).

Metodología y muestreo de árboles

La metodología utilizada consistió tanto de labores de campo como de laboratorio. La plantación de teca de donde se extrajeron los árboles contaba con 5 ha.

En las labores de campo se identificaron los árboles más representativos y se hizo un muestreo de tres árboles basados en la norma de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales, ASTM D-143-83 para "métodos secundarios".

En las labores de laboratorio se utilizaron las normas de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), en su designación D-143-83 denominada "métodos secundarios". Para las pruebas físicas se obtuvieron probetas de madera de 5x5x15 cm de espesor en 15 cm de largo.

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera se siguió el procedimiento descrito en la norma ASTM D -143-83 denominada "Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos".

Las propiedades físicas determinadas fueron: contenido de humedad, peso específico básico, densidad, contracción volumétrica, contracción radial y contracción tangencial.

Las propiedades mecánicas estudiadas fueron: flexión estática, compresión paralela al grano, compresión perpendicular al grano, cortante paralelo al grano, dureza, clavaje y extracción de clavos.

La condición verde se refiere al contenido de humedad de la madera en su estado natural (recién cortada), y la condición seca: 1) seca al aire al 12% de humedad y 2) seca en horno.

El Crecimiento

La mayoría de las plantaciones de teca de mayor edad establecidas en la región Chorotega se ubica en sitios de calidad baja, algunas en media y en casos excepcionales en buena. Lo anterior, demuestra que si los sitios no fueron bien seleccionados, tampoco se pensó en el efecto de calidad, crecimiento, manejo de la plantación, fertilización y las propiedades técnicas.

De acuerdo a la base de datos del Sistema MIRA del CATIE Ugalde (1998), con más de 15 años de investigación en parcelas permanentes de teca, se considera que en la región Chorotega sitios con suelos buenos, planos, profundos, bien drenados y precipitaciones mayores a 2 000 mm, pueden alcanzar clases de sitio alta. Igualmente, estos sitios se asocian con niveles altos de calcio, mayores a 10 meq/100ml de suelo en los primeros 20 cm de profundidad (Vásquez y Ugalde 1994).

Los datos del Sistema MIRA ubican las parcelas permanentes de donde se tomaron los árboles, en calidad de índice de sitio de medio a alto, con un valor de 19,1m, una altura dominante de 20,6 y una edad de 13,3 años.

La plantación de donde se tomaron las muestras fue fertilizada y manejada silviculturalmente desde su establecimiento. Sin embargo, Bhat (1998) menciona en sus investigaciones de propiedades de la madera de teca de crecimiento rápido, que el riego y los raleos tienen poca influencia en la resistencia de la madera.

Resultados y discusión

Descripción macroscópica

La madera de teca estudiada presentó porosidad circular en algunas áreas y en su mayoría se observa porosidad

semicircular. Los poros encontrados son abundantes (380/cm²), moderadamente pequeños, principalmente en el duramen y en general, la forma de los poros fue redonda y ovalada, de tipo solitario en su mayoría.

El parénquima se localiza a simple vista, presentándose en bandas terminales y asociado a los poros (paratraqueal vasicéntrico). Los radios son de tamaño mediano y visibles a simple vista (0,05 a 0,10 mm de ancho).

Descripción microscópica

El diámetro tangencial promedio de los poros/vasos es de 226 μm (ámbito 200 μm a 298 μm). Las placas de los elementos vasculares son simples, inclinadas y ocasionalmente transversales, con puntuaciones intervascuales ovaladas.

El parénquima es de tipo terminal, paratraqueal escaso y vasicéntrico y de forma rectangular u ovalada. Los radios son uniseriados y las fibras fusiformes, ligeramente estratificadas con punteaduras simples y con una longitud promedio de 1 131 μm.

Propiedades físicas

En la madera de teca estudiada se obtuvieron las siguientes propiedades físicas.

De acuerdo con el cuadro 3, el peso específico básico (P.E.B.) es de 0,58, basado en el peso seco al horno y el volumen en condición verde, lo que la clasifica como una madera pesada. Resultado que coincide con los datos encontrados por Carpio *et al.* (1996), quienes la clasifican como una madera pesada a muy pesada.

Con relación a las propiedades físicas de la madera de teca que se ha plantado en climas muy húmedos y

superhúmedos y de edades jóvenes, se cree que su P.E.B. está alrededor de 0,50, lo cual permite deducir que todavía esta madera es muy joven y probablemente no muestre un cambio fisiológico de madera joven a madera dura. Asimismo, dado su relativo bajo peso específico va a presentar menor resistencia al agrietamiento, lo cual se relaciona también con una menor resistencia a la tensión perpendicular, facilitando la separación o torcedura de sus elementos (fibras). También, en estos climas la teca desarrolla más albura que duramen, debido a que hay más paredes activas en el xilema en contacto con el agua que no permiten un crecimiento adecuado del duramen.

La razón de contracción de 1/1,8 señala que esta madera no presentará problemas de agrietamiento ni deformaciones. Así mismo, se observa que la contracción volumétrica encontrada (6,2 %) indica que esta madera tiene una buena estabilidad dimensional y no presentará problemas como torceduras o agrietamientos.

El cuadro 3 muestra algunas medidas estadísticas y su comparación con el promedio de 50 especies, parámetro de referencia de acuerdo con el US Forest Products Laboratory-Wood Handbook, 1974, de los Estados Unidos.

Del cuadro 3 se infiere que el coeficiente de variación del peso específico básico de 3,4% de la teca muestreada en San Joaquín es mucho menor que el coeficiente de variación normal promedio de otras maderas, que es del 10%. También, es menor al de Quepos (7%). De ahí que las variaciones son menores y están por debajo de los estándares.

Cuadro 3. Promedio, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación (C.V.) del peso específico básico, de las contracciones volumétricas, radial y tangencial de la teca de San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Parámetros estadísticos	Chi (%)	P.E.B.	C Vol. %	C Rad. %	C Tang. %	C.R./C.T.
Promedio	93	0,58	6,2	2,2	3,9	1/1,8
Desviación estándar	-	0,02	0,88	0,34	0,63	-
Error estándar	-	0	0,18	0,03	0,06	-
Coefficiente de variación	-	3,4	14,2	16	16	-
Coefficiente de variación* promedio de 50 especies	-	10	16	15	14	-

*Valores tomados del US Forest Products Lab.-Wood Handbook, 1974.

Chi: Contenido de humedad inicial
P.E.B.: Peso específico básico
C.R.: Contracción radial
C.T.: Contracción tangencial
C.V.: Contracción volumétrica
C.R./C.T.: Razón de contracción

Lo anterior, mantiene concordancia con los resultados encontrados por Zhang (1995) quien encontró muy poca variación en el peso específico (de 4,6% a 12,1%), en maderas suaves como duras.

Los coeficientes de variación de las contracciones no muestran una gran variación con relación a los promedios esperados para la madera normal (Cuadro 3); pero la madera de teca creciendo en Quepos sí mostró una variación muy alta, pues sus coeficientes de variación alcanzaron valores de 30, 34 y 37%, para la contracción volumétrica, radial y tangencial; valores que son casi el doble de la madera creciendo en San Joaquín y de la madera normal. En general, se sabe que a mayores valores en las contracciones, habrá mayor tendencia a problemas durante el secado.

Las variaciones de las relaciones entre densidad de la madera y tasas de crecimiento, a través de manipulaciones silviculturales, fueron bien documentadas por Zobel y Van Buijtenen, citados por Zhang, (1995). Estos autores anotan que los raleos y la fertilización combinados aumentan la tasa de crecimiento y frecuentemente reducen la gravedad específica. Esto indica que ambos, tanto la fertilización como los raleos, son capaces de acelerar el crecimiento de los árboles, pero también tienen diferentes efectos en el peso específico de la madera.

La creencia general que ha prevalecido entre reforestadores y tecnólogos de la madera es que la teca de crecimiento rápido produce solo madera ligera, débil y esponjosa. Sin embargo, Bhat (1998) señala que las

nuevas evidencias y datos revelan que árboles seleccionados de plantaciones forestales de crecimiento rápido de madera de teca de diferentes edades que van desde 13, 21, 55 y 65 años de edad no muestran diferencias significativas en cuanto a la densidad de la madera.

De la misma forma, especies de crecimiento rápido y porosidad circular presentan madera con alta densidad y resistencia. En consecuencia, queda claro que las propiedades de resistencia y densidad de la madera de teca de árboles jóvenes (13 y 21 años) no son necesariamente inferiores a los de árboles viejos de 55 y 65 años de edad. Lo cual significa que, el turno de plantaciones de teca de crecimiento rápido puede ser reducido sin que se afecte la resistencia de la madera.

Para ilustrar lo anterior y establecer sus características con respecto a lo conocido para la madera de la especie, se comparó la teca de la zona de Abangares, de 17 años, con tecas de

diferente procedencia como la de Quepos de 28 años (Cuadro 4), así como con distintas especies que presentan problemas de agrietamiento durante el secado (Cuadro 5).

Del cuadro 4 se infiere que las procedencias de Panamá y de Quepos, Costa Rica, presentan los mayores valores de peso específico básico (P.E.B) de 0,63 y 0,61; mientras la procedencia de Abangares presenta 0,58. Lo que es interesante destacar es que esos P.E.B. más altos se deben a que son tecas mayores de 28 años de edad, para el caso de Quepos (González y Bonilla 1979), y posiblemente las de Panamá también lo sean, dada la información que se tiene de introducción al país. En tanto, la de Abangares es apenas de 17 años.

Aunque en la literatura no se mencionan las edades, se cree que las precedentes de Myanmar y de la India son mayores de 28 años, sobretodo por ser lugares de origen. La edad de las procedencias de Honduras y Puerto Rico es desconocida.

Cuadro 4. Propiedades físicas de la madera de teca de diferentes procedencias según la Norma ASTM-143-83.

Procedencia	Edad/ Años	P.E.B.	C.R.	C.T.	C.V.	C.R./C.T.	Referencia
Puerto Rico	--	0,55	2,1	3,8	6,2	1/1,8	Longwood 1962
Honduras	--	0,56	2,1	4,6	5,1	1/2,2	González y Bonilla (1979)
Myanmar*	--	0,57	2,3	4,2	6,8	1/1,8	González y Bonilla (1979)
Africa y Asia	--	--	2,7	5	7,9	1/1,9	Delaunay 1992
Quepos, Costa Rica	28	0,61	2,3	5,4	5,7	1/2,3	González y Bonilla (1979)
Panamá	--	0,63	1,9	4,9	5,6	1/2,6	González y Bonilla (1979)
India	--	0,57	2,2	4	-	1/1,8	González y Bonilla (1979)
Abangares, Costa Rica	17	0,58	2,2	3,9	6,2	1/1,8	Castro (1998)

*(Antigua Birmania)

P.E.B: Peso específico básico

C.R.: Contracción radial

C.T.: Contracción tangencial

C.V.: Contracción volumétrica

C.R./C.T.: Razón de contracción

Cuadro 5. Propiedades físicas y de secado de algunas maderas pesadas y su comparación con la madera de teca de San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Especie	P.E.B.	C.R.	C.T.	C.V.	C.R./C.T.	Secado	Referencia
Teca, Costa Rica <i>Tectona grandis</i>	0,58	2,2	3,9	6,2	1/1,8	Estabilidad dimensional pocos o leves defectos durante el secado	Castro Fdo. (1998)
Pilón, Panamá <i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,60	5,7	9,2	13,6	1/1,6	Se presentan torceduras y colapso en algunos casos	González y González (1973)
Cenízaro, Costa Rica <i>Pithecellobium saman</i>	0,49	2,78	5,07	7,55	1/1,8	Requiere de un secado cuidadoso, presenta torceduras, contracciones altas	González y González (1973)
Roble Encino, Costa Rica <i>Quercus costaricensis</i>	0,59	3,97	12,1	17,9	1/3,1	Severos problemas de agrietamiento y deformación	Valverde 1996
Caobilla, Costa Rica <i>Carapa guianensis</i>	0,52	3,4	7,0	11,2	1/2,1	Secado moderado, algunas veces ocurre agrietamiento.	González y González (1973)

P.E.B: Peso específico básico

C.R.: Contracción radial

C.T.: Contracción tangencial

C.V.: Contracción volumétrica

C.R./C.T.: Razón de contracción

La madera de teca de Abangares, a pesar de ser una madera joven, mostró mejores propiedades físicas que tecas de mayor edad.



Foto: Luis Ugaldé.

Al analizar las diferentes propiedades físicas y procedencias se tiene que las procedencias de Puerto Rico y Abangares, Costa Rica presentan contracciones radiales y tangenciales más bajas que las otras.

Para los casos indicados en el cuadro 4, con los cuales se compara la teca de Abangares, los autores informan grandes cualidades físicas así como pocos problemas de agrietamiento y una muy buena estabilidad dimensional (Delaunay 1992, González y Bonilla 1979, Longwood 1962). La condición anterior, resalta las propiedades de la madera estudiada, ya que entre las tecas comparadas la de Abangares presenta la menor razón de contracción (1/1,8).

La literatura indica que no parece existir relación directa entre el peso específico básico y la contracción, comportamiento que se refleja en los valores del cuadro 4, en donde las contracciones varían sin ningún patrón con respecto al P.E.B. (Longwood 1962).

En el cuadro 5 se observa que maderas con algunas características similares a la teca presentan problemas de agrietamiento y colapso, condiciones que no se observaron en la madera de teca de Abangares.

Sin embargo, el pilón (*Hyeronima alchorneoides*) con un P.E.B. y una razón de contracción similar a la teca, presenta torceduras y en algunos casos colapso.

También, aunque la razón de contracción (C.R./C.T.) es menor en el pilón, los valores individuales de contracción radial y contracción tangencial son bastante más altos que los de la madera de teca. Lo anterior se ve reflejado en la contracción volumétrica, que es mayor en el pilón que en la teca; dicha diferencia en el valor de contracción volumétrica explica el comportamiento del pilón en contraste con la teca, ya que por ejemplo, de dos maderas que posean similitud en su P.E.B. y en su razón de contracción, una grieta que se forme en la superficie o en el interior, tenderá a aumentar más en la madera con mayor contracción volumétrica; es decir, a mayor reducción de volumen mayor ensanchamiento de las grietas y torceduras existentes.

Por otra parte, en el cenízaro (*Pithecellobium saman*) presenta una condición interesante: sus características de contracción y razón son similares a las de la teca por lo que podría esperarse un buen comportamiento durante el proceso de secado. Sin em-

bargo, esto no es lo observado; se reportan problemas como torceduras, contracciones considerables y en algunos casos agrietamiento (González y González 1973). A simple vista podría aducirse que este comportamiento obedece principalmente a características internas de la madera. No obstante, debe considerarse que entre estas maderas existe una marcada diferencia en el P.E.B., lo que explica en parte este comportamiento del cenízaro, ya que para agrietar o torcer una madera más densa que otra, las fuerzas internas que producen el agrietamiento deben ser mayores en la primera.

Lo anterior señala que, una madera más liviana que la teca (como el cenízaro) pero con similares valores de contracción, presentará una menor resistencia al agrietamiento debido a su menor peso específico básico, que se relaciona directamente con una menor resistencia a la tensión perpendicular lo que facilita la separación o torcedura de sus elementos (fibras).

En el cuadro 5 se presentan otras maderas con P.E.B. similar a la teca, pero con serios problemas de secado como es el caso del roble encino (*Quercus costaricensis*). En este caso se observa claramente, que la alta con-

tracción tangencial y volumétrica son los principales factores que afectan su proceso de secado (Valverde 1996).

Conclusiones

1. La madera de teca procedente de Abangares se clasifica como una madera pesada y de buena calidad, de acuerdo con su peso específico básico (P.E.B.) de 0,58 y es más liviana que la madera de teca procedente de Quepos y de Puerto Armuelles-Panamá.
2. La madera de teca de Abangares mostró un 82% de duramen y un 18% de albura; asimismo, una marcada diferencia de coloración entre la albura y el duramen. En condición verde la albura es pardo anaranjado, en tanto que el duramen es gris pardo y al cambiar a condición seca, tanto la albura como el duramen se oscurecen ligeramente.
3. La madera de árboles de teca de Abangares mostró porosidad circular y semicircular mayormente con poros abundantes (380/cm²) y moderadamente pequeños, sobretudo en el duramen, de forma redonda y ovalada y de tipo solitarios.
4. Los valores de sus contracciones radial, tangencial y volumétrica de 2,2,3,9,6,2 y de su razón de contracción de 1/1,8, muestran que la madera de teca de Abangares no presentará problemas de agrietamientos ni deformaciones; también tiene una muy buena estabilidad dimensional; por consiguiente, es muy probable que sea físicamente más resistente a la madera de teca que crece en Quepos, en Panamá y similar a la de la India, aunque éstas procedencias son de mayor edad. Esto se debe a su baja razón de contracción de 1/1,8
5. El coeficiente de variación del peso específico básico de la teca de Abangares, fue de 3,4%, mientras el de Quepos, mostró ser del 7,0%, y el promedio de las 50 especies tomadas como referencia fue del 10%. De ahí que, las variaciones en el P.E.B. en Abangares fueron menores con relación a Quepos y a los estándares utilizados para la comparación. 



Agradecimientos: Los autores expresan sinceros agradecimientos al Laboratorio de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la Universidad de Costa Rica, por el apoyo, por la realización de los ensayos y por el uso de sus instalaciones.
Al Dr. Luis Ugalde del CATIE, por permitirnos utilizar algunos datos de las parcelas de crecimiento del Sistema Mira y por sus sugerencias al manuscrito. Igualmente, a todas las personas que colaboraron en esta investigación.

Fernando Castro
Ingeniero Civil
Geo-Ingeniería.

Tel:(506) 290 4656

Apartado :138-1150

La Uruca, Costa Rica.

Correo electrónico: castrof@racsa.co.cr

Jaime Raigosa
Ingeniero Forestal
Consultor.

Tel:(506) 273 4608

Apartado:7-0130.San José, Costa Rica.

Correo electrónico: raigosa@racsa.co.cr

Literatura Citada

- Bhat, KM.1998.Properties of fast-grown teak wood: Impact on end-user's requirements. *Journal of Tropical Forest Products* 4(1):1-1
- Carpio, IM;Arrolo, O; Sánchez,E. 1996.Anatomía y ultraestructura de 20 especies maderables de importancia comercial en Costa Rica. Informe Final del Proyecto. San José, Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Ingeniería.114p.
- Castro,F. 1998.Propiedades tecnológicas de la madera de teca procedente de Colorado de Abangares.Tesis de Licenciatura.San José, Universidad de Costa Rica,Escuela de Ingeniería Civil.109 p.
- Delaunay, J. 1992. Resultats d'essais de provenances de teck, *Tectona grandis*, six ans apres leur mise en place en Cote D'Ivoire. *In* Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Árboles Forrestales. Camberra, Australia.
- FONAFIFO. 1996.Estadísticas de Plantaciones Forestales. San José,Costa Rica.
- González,G;Bonilla,L.1979.Propiedades y usos de la madera de Teca (*Tectona grandis*) creciendo en Quepos. San José, Universidad de Costa Rica,Laboratorio de Productos Forestales.
- González y González,G. 1973.Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica, Laboratorio de Productos Forestales.
- Holdridge, LR.1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad.del inglés por Humberto Jiménez Saa.San José,Costa Rica,IICA.
- Lamprecht,H.1990.Silvicultura en los trópicos.Traducido por Antonio Carrillo Eschborn,GTZ. 335 p.
- Longwood,FR.1962.Present and potencial commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guineas and British Honduras. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook No. 207.
- Ugalde A.,L.A. 1988. Sistema MIRA. Turrialba,CR, CATIE. sp.
- Valverde,B.1996.Uso potencial del roble encino en la construcción civil. Tesis de Licenciatura, San José, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil.
- Vallejos Barra. OS. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L.F.*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica.Tesis Mag.Sc.Turrialba,Costa Rica, CATIE.147 p.
- Vásquez,A.1983.Mapa de Suelos de Costa Rica.Escala 1:200000. San José, Costa Rica. Proyecto Apoyo al servicio Nacional de Suelos y aguas.
- Vásquez, W; Ugalde, L. 1994. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final. Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO). Proyecto Madelaña-3. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Zhang, SY. 1995.Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in individual species from distinct wood categories. *Wood Science and Technology* 29:451-465.