

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

**“VALIDACIÓN DE LA NORMA INTE 06-07-02:2011 DE  
CLASIFICACIÓN VISUAL DE MADERA EN GRADOS DE CALIDAD  
EN MADERA VERDE ASERRADA SIN CEPILLAR DE *TECTONA  
GRANDIS. L.F*”**

**ANDREA VIQUEZ BENAVIDES**

**CARTAGO, COSTA RICA**

**2012**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

“Validación de la norma INTE 06-07-02:2011 de clasificación visual de  
madera en grados de calidad en madera verde aserrada sin cepillar de  
*Tectona grandis. L.f*”

**ANDREA VÍQUEZ BENAVIDES**

**CARTAGO, COSTA RICA**

**2012**

Esta tesis de graduación ha sido aceptada por el Tribunal Evaluador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y aprobada por el mismo como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.

**“VALIDACIÓN DE LA NORMA INTE 06-07-02:2011 DE  
CLASIFICACIÓN VISUAL DE MADERA EN GRADOS DE CALIDAD  
EN MADERA VERDE ASERRADA SIN CEPILLAR DE *TECTONA  
GRANDIS. L.F*”**

**Miembros del Tribunal Evaluador**

---

**Luis Diego Camacho Cornejo, MBA  
Director de Tesis**

---

**Cynthia Salas Garita, M.Sc  
Miembro del Tribunal**

---

**Ing. Rafael Córdoba Foglia  
Miembro del Tribunal**

---

**Andrea Víquez Benavides  
Estudiante**

# “Validación de la norma INTE 06-07-02:2011 de clasificación visual de madera en grados de calidad en madera verde aserrada sin cepillar de *Tectona Grandis*. L.F”

ANDREA VIQUEZ BENAVIDES\*

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue validar la norma INTE 06-07-02:2011 aplicándola en madera verde aserrada sin cepillar de *Tectona grandis*. L.f en diferentes zonas del país. Así mismo, determinar en las industrias, las dimensiones de corte utilizadas y los defectos presentes en madera de *T. grandis*. En Costa Rica el primer ente en crear una norma de estandarización para madera fue INTECO, por lo que a la fecha, no se ha realizado ningún estudio relacionado en validar esta norma para ninguna de las especies maderables más comercializadas en el país. El presente es el primero en realizar este tipo de validación.

Se evaluó un total de 742 piezas de madera de *T. grandis*. Se observó que en la evaluación del espesor, ancho y largo no existe un patrón de corte definido consecuencia de la falta de capacitación del personal en planta y la falta de calibración en la tecnología utilizada. Además se encontró que los defectos más comunes en madera de *T. grandis* fueron médula incluida en un 27,63% y nudos muertos en un 64,90% para el total de tablas evaluadas los cuales no se encuentran establecidos dentro de la norma INTE 06-07-02:2011.

Los precios para *T. grandis* en Costa Rica no están influenciados por la calidad de madera aserrada sino que más bien corresponden a condiciones de competencia.

**Palabras clave:** calidad de madera aserrada, defectos de madera, INTE 06-07-02:2011, *T. grandis*, Costa Rica.

\*Viquez Benavides, A. 2012. Validación de la norma INTE 06-07-02:2011 de clasificación visual de madera en grados de calidad en madera verde aserrada sin cepillar de *Tectona grandis*. L.F. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 75 p.

**"Validation of the standard classification INTE 06-07-02:2011 visual timber grades in green wood, unplaned of *Tectona grandis*. L.F "**

ANDREA VIQUEZ BENAVIDES\*

**Abstract**

The main objective of this work was to validate the standard classification INTE 06-07-02:2011 in green unplaned lumber of *Tectona grandis* in different industries of Costa Rica. And also to determine the dimensions of industrial cutting patterns and defects in *T. grandis*.

It is noteworthy that in Costa Rica the first entity to create a classification standard for timber was INTECO, to date, no study has been made to validate this statement related to any of the more commercialized timber species in the country. This is the first study in this field where 742 pieces of wood of *T. grandis* was evaluated.

The evaluation indicate that thickness, width and length of the pieces don't follow a clear cut pattern due to the lack of training of plant personnel on this standard. It was also found that most common defects in *T. grandis* lumber were included pith in a 27.63% and 64.90% loose knots for the total evaluated tables, this defects are not included within INTE 06-07-02:2011.

Prices for *T. grandis* in Costa Rica are not influenced by quality but by conditions in market competitiveness.

**Keywords:** Sawn Lumber Quality, Wood defects, INTE 06-07-02:201, *T. grandis*, Costa Rica.

## DEDICATORIA

*Life has meaning only if one barter it day by day  
for something other than itself.*

*Antoine de Saint-Exupery*

A los soles de mi Universo:

*Abuelo Ufo*

*Mami Alice*

*Ito*

*Papi*

*Mami*

## AGRADECIMIENTOS

Al universo por llenarme de su energía vital, por enseñarme a amar, a amarme, a ser paciente, a compartir, a dar, a recibir y a conectarme conmigo misma.

A mi hermana Kny por ser una fuente inagotable de apoyo.

A Anita Calvo por sus profundos consejos y convertirse en más que mi compañera de estudio.

A Carlos Pizarro, Massiel Zamora, Oxana Brenes, Roberto Rojas, Freddy Centeno, Nelson Flores, Daniel Vargas, Mario Guevara, Pablo Montenegro, Melissa Marín, Juliana Espinoza, MariFer Obando, Maureen Arguedas, Jennifer Hernández, Marilyn Manrow, Marggie Bustillos, por los tantos y hermosos momentos compartidos en toda la carrera.

A MBA. Luis Diego Camacho Cornejo, por sus valiosos aportes y dedicación en la elaboración de mi trabajo de tesis además por darme siempre su apoyo como profesor y amigo.

A MBA. Alejandro Meza por su enorme paciencia y compartir tan valiosos consejos de vida.

A mis buenos amigos Julio Rojas, Víctor Carrera, Gaby Camacho, Mariana Arias, Paola Vargas, Claudia Mora y Marco Quirós, Yuly Gómez y Pilar Barahona por creer siempre en mí y darme siempre sus ánimos y ayuda en todo momento

A M.Sc Cynthia Salas Garita y el Ing. Rafael Córdoba Foglia en la lectura y observaciones de mi trabajo.

A mi gran amigo don *Rodri* por ayudarme en la toma de datos y regalarme siempre una sonrisa.

Al excelente y hospitalario personal de ABANCARI S.R.L y PRECIOUS WOODS quienes me abrieron las puertas para la realización de este trabajo.

## INDICE GENERAL

i. RESUMEN .....	i
ii. ABSTRACT .....	ii
iii. DEDICATORIA .....	iii
iv. AGRADECIMIENTOS.....	iv
v. INDICE GENERAL .....	v
vi. INDICE DE CUADROS.....	vii
vii. INDICE DE FIGURAS.....	x
I. JUSTIFICACIÓN .....	12
II. OBJETIVOS .....	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
III. MARCO TEÓRICO .....	15
3.1. Descripción general de <i>Tectona grandis</i> L. f.....	15
3.1.1 Nombres comunes .....	15
3.1.2. Distribución natural y hábitat .....	16
3.1.3. Características generales de la madera .....	16
3.1.4 Durabilidad natural .....	17
3.2 Industrialización de la madera en Costa Rica .....	18
3.3 La Comercialización de la madera de <i>T. grandis</i> .....	19
3.3.1 Mercado internacional .....	20
3.3.2 Mercado nacional .....	21
3.4. El control de calidad de la madera dentro de la industria de aserrío .....	24
3.4.1 Defectos y patologías de la madera aserrada .....	25
3.5. Normas de clasificación de calidad para madera aserrada en Costa Rica .....	27
3.6 Norma INTE 06-07-02:2011 “Madera aserrada para uso general. Requisitos” .....	28
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
4.1 Descripción del sitio de estudio.....	31
4.2 Selección de los lotes evaluados.....	32
4.3 Evaluación de la calidad de madera de <i>T. grandis</i> L.f de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011 .....	32
4.3.1 Dimensionado de madera aserrada .....	32
4.3.2 Defectos a evaluar para la clasificación visual de la madera en condición verde aserrada sin cepillar de <i>T. grandis</i> L.f .....	34

4.4 Determinación de precios de mercado para madera en condición verde aserrada sin cepillar de <i>T. grandis</i> L.f.....	37
--	----

**V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 38**

5.1. Número de tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el estudio .....	38
5.2. Evaluación de las dimensiones en las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> en cada uno de las empresas incluidas de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011 .....	39
5.2.1 Evaluación del espesor .....	39
5.2.2. Evaluación del ancho .....	40
5.2.3. Evaluación del largo .....	42
5.3. Principales defectos presentes en las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el estudio de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011 .....	43
5.4. Defectos evaluados no incluidos en la norma INTE 06-07-02:2011 en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	47
5.4.1 Relación albura-duramen .....	48
5.4.2 Nudos .....	51
5.4.3 Médula incluida .....	54
5.4.4 Otros defectos .....	56
5.5. Protocolo de medición de dimensiones y defectos para madera aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	58
5.5.1 Pasos para determinar la calidad .....	58
5.5.2 Medición de las dimensiones .....	59
5.5.3 Medición de los defectos .....	60
5.6. Comportamiento de los precios de madera aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	67

**VI. CONCLUSIONES..... 70**

**VII. RECOMENDACIONES ..... 71**

**V. BIBLIOGRAFÍA..... 72**

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Requisitos dimensionales y cualitativos establecidos, así como precios y rendimientos de producción encontrados para la comercialización de <i>T. grandis</i> en Costa Rica. ....	23
<b>Cuadro 2.</b> Medidas nominales establecidas para el espesor y ancho de aserrío en piezas de madera verde y seca.2011.....	28
<b>Cuadro 3.</b> Clasificación por tolerancias para piezas de madera cepillada verde y seca. 2011. ....	29
<b>Cuadro 4.</b> Defectos y grados de calidad para piezas de madera en condición verde de acuerdo a la norma INTE 06 – 07 – 02 – 09. Costa Rica, 2011.....	29
<b>Cuadro 5.</b> Defectos y grados de calidad para piezas de madera en condición seca de acuerdo a la norma INTE 06 – 07 – 02 – 09. Costa Rica, 2011.....	30
<b>Cuadro 6.</b> Medidas utilizadas como nominales en largo para la clasificación de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a las medidas comerciales más utilizadas en Costa Rica.....	33
<b>Cuadro 7.</b> Resumen de los defectos evaluados visualmente para madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a la Norma INTE 06-07-02, Costa Rica, 2012.....	34
<b>Cuadro 8.</b> Porcentaje de tablas (%) de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica. ..	38
<b>Cuadro 9.</b> Resumen de los estadísticos de las dimensiones evaluadas en madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> en cada uno de las empresas incluidas en el presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica.....	39
<b>Cuadro 10.</b> Porcentaje de tablas evaluadas en espesor nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica. ....	40
<b>Cuadro 11.</b> Porcentaje de tablas evaluadas en ancho nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica. ....	41

<b>Cuadro 12.</b> Porcentaje de tablas evaluadas en largo nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica. ....	43
<b>Cuadro 13.</b> Grados de calidad por defecto para las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> evaluadas de acuerdo a los defectos de la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012. Costa Rica. ....	47
<b>Cuadro 14.</b> Defectos evaluados no incluidos en la norma INTE 06-07-02:2011 en tablas de presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica.....	47
<b>Cuadro 15.</b> Promedio por parámetro para el análisis de los nudos en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	51
<b>Cuadro 16.</b> Dimensiones de médula incluida encontrados en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> . ....	55
<b>Cuadro 17.</b> Porcentaje de tablas (%) que presentaron daño por médula en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> . ....	56
<b>Cuadro 18.</b> Porcentaje de tablas (%) que presentaron agujeros por nudo (n) en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	57
<b>Cuadro 19.</b> Clasificación de las dimensiones por grado de calidad para madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	60
<b>Cuadro 20.</b> Clasificación de los nudos por grado de calidad para madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> .....	60
<b>Cuadro 21.</b> Clasificación de la relación albura-duramen por grado de calidad .....	62
<b>Cuadro 22.</b> Largos (l) y anchos (a) de médula incluida permitidos por grado de calidad .....	62
<b>Cuadro 23.</b> Número de grietas (n) y largo (l) de grietas permitidos por grado de calidad .....	62
<b>Cuadro 24.</b> Largo (l) de grietas permitido por grado de calidad .....	63
<b>Cuadro 25.</b> Número de agujeros por nudo (n) permitidos por grado de calidad.....	63
<b>Cuadro 26.</b> Área de daño por médula (A) permitido por grado de calidad .....	63

<b>Cuadro 27.</b> Largo (l) y ancho (a) de arista faltante permitidos por grado de calidad.....	64
<b>Cuadro 28.</b> Número de pique de montaña (n) permitidos por grado de calidad.....	64
<b>Cuadro 29.</b> Parámetro de marcas de sierra (p) permitidos por grado de calidad.....	64
<b>Cuadro 30.</b> Parámetro de manchas (p) permitidos por grado de calidad.....	65
<b>Cuadro 31.</b> Defectos incluidos en la evaluación de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> por grado de calidad.....	66
<b>Cuadro 32.</b> Porcentaje de dimensiones y defectos (%) por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica. ....	67
<b>Cuadro 33.</b> Precio teca verde y sin cepillo en Pulgadas Madereras Ticas (PMT) en colones y en Metros Cúbicos (m <sup>3</sup> ) en dólares por grado de calidad en colones sin impuesto de venta. ....	68

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Inflorescencia y fruto de <i>T. grandis</i> .....	15
<b>Figura 2.</b> Columna, viga y panel contruidos a partir de madera de plantación de <i>T. grandis</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> Patio de acopio de madera de <i>T. grandis</i> en Guanacaste, Costa Rica. 2012.....	19
<b>Figura 4.</b> Trozas de madera de <i>T. grandis</i> para la exportación al continente asiático. Guanacaste, Costa Rica. 2012. ....	20
<b>Figura 5.</b> Carga de madera rolliza de <i>T. grandis</i> en contenedores para la exportación a Asia, Costa Rica. 2012. ....	22
<b>Figura 6.</b> Tendencia de los precios de teca en colones en rollo o aserrada entre los períodos 2008-2011.....	23
<b>Figura 7.</b> Medición de defectos en una pieza de madera verde sin cepillo de <i>T. grandis</i> . Costa Rica. 2012.....	26
<b>Figura 8.</b> Mapa de ubicación de los aserraderos a evaluar para el presente estudio. ....	31
<b>Figura 9.</b> Mediciones realizadas en cada una de las tablas de madera de <i>T. grandis L.f</i> .....	33
<b>Figura 10.</b> Medición de los nudos en tablas de madera de <i>T. grandis L.</i> .....	36
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de presencia de acebolladura en piezas de madera.....	36
<b>Figura 12.</b> Arista faltante en una pieza de madera.....	37
<b>Figura 13.</b> Frecuencia de los defectos presentes en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> evaluadas de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012. Costa Rica.....	44
<b>Figura 14.</b> Diferenciación entre albura (a) y duramen (b) en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> . Guanacaste, 2012. Costa Rica.....	49
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de una pieza totalmente duramen (D) en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de <i>T. grandis</i> . Guanacaste, 2012. Costa Rica.....	50

**Figura 16.** Clasificación de las piezas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la relación albura-duramen. .... 51

**Figura 17.** Ejemplo de nudos muertos en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica. .... 52

**Figura 18.** Ejemplo de nudos vivos en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica. .... 53

**Figura 19.** Ejemplo de médula incluida en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica. .... 54

**Figura 20.** Frecuencia de médula incluida en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas, febrero-abril 2012. Costa Rica. .... 55

**Figura 21.** Daño por médula en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica. .... 56

**Figura 22.** Agujeros por nudo en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica. .... 57

**Figura 23.** Medición de las dimensiones en una tabla de madera de *T. grandis* L.f..... 59

## I. JUSTIFICACIÓN

---

La región tropical a nivel mundial ha sido reconocida por su gran diversidad de especies forestales maderables de gran valor tanto estético, estructural como de mercado. Esta situación provocó que existiera una sobreexplotación del recurso generando a través de los años una problemática por la conservación de los bosques de la región.

En la región centroamericana, en general, el establecimiento de plantaciones forestales para la producción de madera logró que se disminuyera la presión ejercida sobre los bosques, utilizando especies como la *Gmelina arborea*, *Bombacopsis quinata*, *Tectona grandis*, *Eucalyptus deglupta*, *Accacia mangium*, entre otras.

Keogh (1996) añade que *T. grandis* (teca) supone la mejor oportunidad de producir madera de calidad para un gran número de países tropicales y que según datos de la Sociedad Internacional de Forestales Tropicales (2009), al año 2000 Centro América ocupaba el tercer lugar de área plantada de teca, superando regiones como Sur América y Oceanía.

El auge de mercado de la madera de *T. grandis* a nivel mundial ha provocado que en nuestro país se centren grandes esfuerzos para la elaboración de material de calidad, enfocado desde las actividades primarias como lo son selección de semilla de alta calidad, y/o clones de procedencias hasta actividades de manufactura como lo son la elaboración de vigas, puertas, pisos, muebles y productos para acabado de interiores.

Sin embargo, existen aún vacíos de información en la implementación de normativas de calidad aplicados al campo de la tecnología de la madera. Además que, según Blanco y Benito (2003), aunque la industria maderera está regulada en los mercados internacionales, localmente existe una necesidad de mayor inserción de una normativa de calidad en productos y servicios.

Por lo que un aspecto importante para elevar la eficiencia en la industria de aserrío es la implementación de normas de calidad que garanticen madera de muy alta calidad de acuerdo a las demandas del mercado.

Un desafío que se presenta para los productores y comercializadores en nuestro país es la búsqueda de mercados novedosos para la madera de *T. grandis* que cumplan las exigencias del mercado y sea capaz de posicionarse como un producto competitivo a nivel mundial.

Los pocos estudios realizados en Costa Rica en esta importante temática están relacionados más que todo a clasificaciones estructurales mediante ensayos de procedencia y/o edades pero poco se ha abarcado con el establecer una normativa de clasificación visual.

Teniendo en cuenta lo antes planteado, el presente trabajo tiene como objetivo brindar una metodología para la clasificación visual de madera aserrada en condición verde de *T. grandis* tomando como base la norma INTE 06-07-02:2011 con el fin de mejorar su comercialización.

## II. OBJETIVOS

---

### 2.1 Objetivo general:

Validar la norma INTE 06-07-02:2011 de clasificación visual de madera en grados de calidad en madera verde aserrada sin cepillar de *Tectona grandis. L.f* en diferentes industrias del país

### 2.2 Objetivos específicos:

- Evaluar las dimensiones y defectos presentes en madera aserrada en condición verde, sin cepillar de *T. grandis. L.f* en distintas industrias del país basada en la norma INTE 06-07-02:2011
- Proponer un protocolo y norma de evaluación visual en grados de calidad para madera aserrada en condición verde, sin cepillar de *T. grandis. L.f*
- Establecer una relación calidad-precio para la madera aserrada en condición verde, sin cepillar de *T. grandis. L.f* que mejore su comercialización

### III. MARCO TEÓRICO

---

#### 3.1. Descripción general de *Tectona grandis* L. f

Filum: Spermatophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Sinonimias: *T. Theka* Lour, *Thecka grandis* (L.f.) Lam.



**Figura 1.** Inflorescencia y fruto de *T. grandis*.

Fuente: Dokmai Dogma, 2012.

#### 3.1. 1. Nombres comunes

El nombre común para el mercadeo internacional es *teak*, pero existen muchos otros nombres vulgares también: sagun, tegu, tegina, thekku (India); lyiu, kyun (Birmania); mai sak (Tailandia); jatí (Indonesia); fatí (Malasia); teca (América Latina); y teck (Francia) (Chudnoff, 1984, Keiding, 1985; citado por ISTF, 2009).

### 3.1.2. Distribución natural y hábitat

Es una especie nativa de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. Se ha identificado a Trinidad y Tobago como el primer país del continente americano donde fue introducida la especie; de ahí, fue distribuida a otros países (CATIE, 1991).

Esta especie es nativa del sudeste de Asia, Malasia e Indochina. En el trópico americano, ha sido plantada en gran cantidad en sitios como Puerto Rico, América Central, Belice y Panamá. En América del Sur se ha cultivado en Colombia, Venezuela, Brasil y Guayanas. Se desarrolla en suelos profundos y de buen drenaje, en climas húmedos y elevaciones bajas (Govaere, *et al*/2003).

Los bosques naturales de esta especie se pueden encontrar en el Sur de Asia, India, Myanmar (Birmania), Tailandia y Laos. Su distribución está entre las latitudes de 25°N y 9°N. La distribución natural no es continua, la población oriental de Indochina se considera distinta a la población occidental de India. (ISTF, 2009).

Por su importancia se han realizado múltiples estudios de mejoramiento genético, para identificar el germoplasma ideal para cada zona de interés principalmente en Asia (CATIE, 1991).

### 3.1.3. Características generales de la madera

Es una madera fina y dura, lo cual la hace una especie muy apreciada para diferentes usos, es fácil de trabajar, secar y preservar; presenta buena estabilidad dimensional (CATIE; 1991).

Govaere *et al* (2003) la describen como una madera que en condición verde el duramen es pardo claro y en condición seca es pardo rojizo grisáceo; el grano es medianamente entrecruzado en bandas angostas; la textura es de mediana a ligeramente cerosa y el lustre es regular. La figura presenta arcos superpuestos, con alguna frecuencia muestra bandas

oscuros. El corte radial presenta bandas angostas verticales claras y oscuras alternadas debido al grano entrecruzado. Posee un aroma fuerte y no tiene sabor característico.



**Figura 2.** Columna, viga y panel construidos a partir de madera de plantación de *T. grandis*  
Fuente : Govaere, Carpio y Cruz (2003).

Esta especie se clasifica como muy pesada, con un peso específico básico promedio de 0,61. La velocidad de secado es moderadamente rápida, presentando pocos y leves defectos durante este periodo, tales como rajaduras en la superficie y los extremos. Es fácil de trabajar, el duramen es muy difícil de preservar no así la albura. Esta madera es reconocida por su alta resistencia al ataque de organismos xilófagos (Govaere *et al*,2003).

#### 3.1.4 Durabilidad natural

La madera de teca es bien reconocida por su buena durabilidad y resistencia natural. Es resistente a los agentes degradantes naturales como lo son la temperatura y humedad, insectos, moluscos, otros organismos marinos y hongos (Govaere *et al*, 2003).

CATIE (1991) menciona que los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso han sido de poca importancia; sin embargo, la madera joven en contacto con el suelo no dura más de cinco años.

También tiene reputación de ser resistente al fuego, de manera particular cuando los incendios avanzan con rapidez y no alcanzan temperaturas muy altas (Weaver, 1993).

### **3.2 Industrialización de la madera en Costa Rica**

Existe cierta incertidumbre sobre la persistencia de los aserraderos estacionarios tradicionales, sobre todo aquellos en los que no se ha efectuado una reconversión tecnológica para adecuarlos al procesamiento de madera de pequeñas dimensiones (Quirós *et al*, 2005).

Durante los años 1971 a 1980 el número de aserraderos incrementó en un 60%, existiendo 222 aserraderos en 1980 (Serrano, 2003)

Ya en 1987 operaban 161 aserraderos estacionarios y desde entonces alrededor de un 50% de los que aún permanecían activos cesaron su operación (Rodríguez 2004, citado por Quirós *et al*, 2005).

A partir de la década los años 90 surge en Costa Rica el desarrollo de la industria comúnmente llamada de diámetros menores, y que a pesar de enfrentar una gran “deficiencia tecnológica” debido al bajo nivel técnico y financiero (bajas inversiones) la industria logró desarrollar paquetes tecnológicos en el aserrío de diámetros menores.

Así también se observa que además de la industria de aserrío el subsector forestal nacional ha evolucionado en temas como el establecimiento, cultivo y manejo de plantaciones forestales lo que ha favorecido la competitividad del subsector al existir una mejor organización en los procesos de aprovechamiento e industrialización. (Quirós *et al*, 2005).

De acuerdo a Moya (2007) en Centroamérica existe una tendencia en que las personas, instituciones, ONG’s, y demás entes relacionadas a la promoción de la reforestación mediante el establecimiento de plantaciones forestales a subestimar el objetivo principal de la reforestación donde no se consideran aspectos como la futura industrialización y comercialización.

Serrano (2003) resalta que son necesarios mayores niveles de integración industrial con el fin de incrementar el valor agregado y obtener mayor rentabilidad, lo que resulta deseable un mercado diferenciado por precios para diversas especies, diámetros y calidades.

Como resultado se ha observado un incremento significativo en la producción de bienes y servicios derivados del cultivo de árboles maderables para fines de aserrío. Actualmente, hay amplia diversidad de productos forestales con mayor valor agregado y calidad apta para su exportación; tales como madera elaborada para construcción, puertas y ventanas, muebles de madera, tableros y artesanías (Arias 2004).

### **3.3 La Comercialización de la madera de *T. grandis***

*T. grandis* es la madera tropical más solicitada para un mercado específico de aplicaciones lujosas como lo es la fabricación de muebles y barcos así como de componentes decorativos para la construcción. Es por lo tanto de gran trascendencia para la economía forestal de los principales países productores (Pandey y Brown, 2000).



**Figura 3.** Patio de acopio de madera de *T. grandis* en Guanacaste, Costa Rica. 2012.  
Fuente: propia.

De acuerdo con Pérez y Kanninen (2003) mercados tanto locales como internacionales están actualmente exigiendo características específicas para la madera de teca así como para los productos derivados.

### 3.3.1 Mercado internacional

Londoño (2007) menciona que a nivel internacional, existen criterios de selección que determinan el precio de la madera; si esta cumple con las normas de calidad para un determinado producto de alto valor, ésta será pagada a un precio alto, y si no lo cumple, pasa a una categoría inferior y por tanto su precio disminuye.

La región asiática desde hace mucho tiempo domina la producción y comercialización de teca, donde se encuentra la mayor parte de las plantaciones existentes en el mundo. Asia posee el 88% de las existencias mundiales y solamente Indonesia tiene más del 40% de las plantaciones mundiales de teca (Fonseca, 2003).



**Figura 4.** Trozas de madera de *T. grandis* para la exportación al continente asiático. Guanacaste, Costa Rica. 2012.

Pandey y Brown (2000) reportan que Myanmar es el único productor en Asia que permite la exportación de trozas de teca con pocos requisitos además que domina el comercio de

exportación de este producto, Côte d'Ivoire figura como otro exportador importante. China y Tailandia se registran como los dos mayores importadores.

Estos mismos autores señalan que respecto a las exportaciones de madera de teca aserrada corresponden principalmente a Myanmar e Indonesia, aunque también Tailandia y Côte d'Ivoire exportan un volumen significativo. En el caso de la India toda la producción de teca se elabora dentro del propio país. Este es también un importante importador neto de teca, incluidos los pedidos de trozas y madera aserrada procedente de África y América Latina.

Con estas cifras, es de esperar que el mercado seguirá estando muy influenciado por las políticas forestales de los principales países productores (Myanmar, Indonesia, la India y Tailandia), y de los consumidores, dentro de los que figura también la India, Tailandia y Singapur, países en donde existe preocupación por el futuro del suministro de teca, como consecuencia de una serie de interrogantes desde la óptica ambiental (Fonseca, 2003).

En Myanmar los precios de la teca están basados en un sistema tradicional de calificación de trozas que separa las trozas de mayor calidad para chapas de las calidades menores de trozas para aserrío. La calificación se basa en la medición del diámetro máximo, el largo de la troza, su rectitud y el número de defectos visibles. Los precios de las trozas en Myanmar se publican en Euros por tonelada Hoppus. A pesar de la caída de los precios después de la crisis económica mundial de septiembre en el 2008 los precios iniciaron una recuperación nuevamente a principios de 2009 (ISTF, 2009).

### **3.3.2 Mercado nacional**

Actualmente dentro de la clasificación de maderas en el país, la teca está considerada dentro de la clase “madera fina”, clase donde se encuentran especies valiosas como almendro (*Dypterix panamensis*), cedro amargo (*Cedrela odorata*) y cenízaro (*Samanea saman*).

De acuerdo con Murillo (2003) en nuestro país cada vez es más frecuente el establecimiento de plantaciones de teca con la posibilidad para los dueños de la tierra de ser vendidas a compañías madereras importantes.

En este tipo de compra de madera en pie, es imprescindible poder determinar su calidad y su potencial como materia prima para la industria, entre otras características. Como opción del uso de la tierra, la forestería compite con los cultivos anuales, ganadería, y otras, que muchas veces tienen flujos financieros más atractivos y retribuciones a un menor plazo (Murillo, 2003).



**Figura 5.** Carga de madera rolliza de *T. grandis* en contenedores para la exportación a Asia, Costa Rica. 2012.

Fuente: propia.

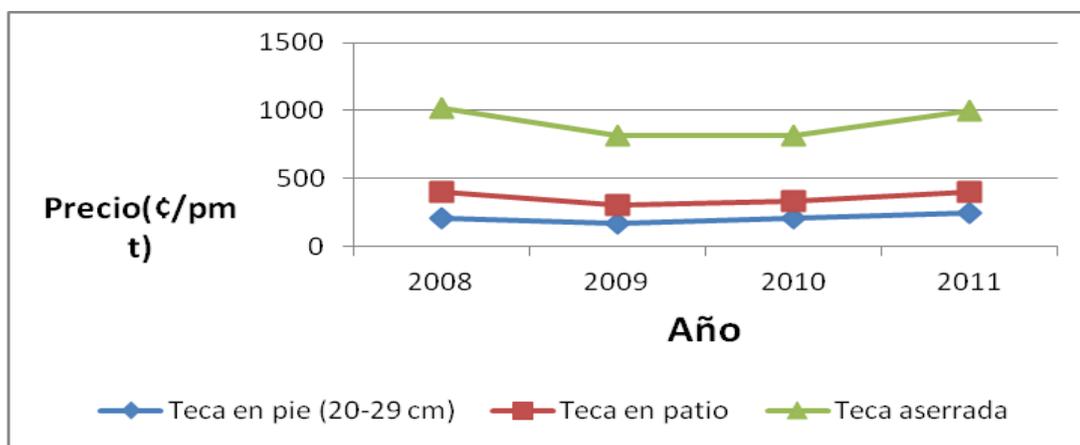
Según datos de Pérez y Kanninen (2003) en Costa Rica, el mercado local está consumiendo la teca de todas las dimensiones, características y edades. Sin embargo, los mejores precios considerados como competitivos son pagados solo por la madera de más edad y mayores dimensiones, de la cual principalmente el volumen de duramen y el libre de defectos es procesado y comercializado en el extranjero, que se pueden resumir en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.** Requisitos dimensionales y cualitativos establecidos, así como precios y rendimientos de producción encontrados para la comercialización de *T. grandis* en Costa Rica.

Mercado	Requisitos de compra	Precio (US\$)	Producto	Rendimiento (%)
Local	Mínimo 20 cm diámetro en cara menor, 4-5 m rectos, >12 años, médula solo de un lado	63 – 160	Pisos, cielo raso, vigas, etc.	50 – 60 (pérdida por médula 20- 50%)
Internacional Local	+ Edad > 18 años	130 – 360	Parquet exteriores (solo duramen) Tablilla (consumo local)	
Internacional Local	+ Edad > 20 años	160 – 530	Muebles (solo duramen) Parquet (consumo local)	15 - 45

Fuente: Pérez y Kanninen, 2003

Los precios de la madera de *T. grandis* varían de acuerdo a la región geográfica y a características como calidad y diámetro. Para el año 2011 la Oficina Nacional Forestal (ONF) reporta que los precios de la madera de *T. grandis* experimentaron un incremento de hasta un 8% respecto al año 2010, a diferencia de la mayoría de especies que mostraron una variación entre un 2% a un 6%. Asimismo menciona que los mayores valores de la madera corresponden a la madera aserrada, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 6.** Tendencia de los precios de teca en colones en rollo o aserrada entre los períodos 2008-2011.

Fuente: Oficina Nacional Forestal, 2011

Donde:

Pmt= Pulgada Maderera Tica

Para el año 2011 la madera de teca aserrada aumentó un 22% respecto al año anterior, tras la baja en el precio que tuvo en el año 2009 (ONF, 2011).

#### ***3.4. El control de calidad de la madera dentro de la industria de aserrío***

Por ser la madera un material poco homogéneo es que se ve la necesidad de realizar su clasificación, para asegurar de esta manera la calidad de comercialización (PN INTE 06 – 07 – 03 – 09, 2008).

El tema del establecimiento de normas de clasificación de calidad de madera aserrada es un tema el cual ha sido ampliamente estudiado en países como Estados Unidos, Chile, España y Brasil. Los estándares utilizados para el control de la industria de aserrío están sumamente definidos, lográndose de esta manera diferentes grados de calidad de acuerdo al producto o uso que posteriormente se le dará a la madera aserrada.

Por más de 100 años la National Hardwood Lumber Association (NHLA) de los Estados Unidos ha venido creando los estándares de calidad para madera aserrada y generalmente es la de mayor utilización en el comercio internacional de la madera aserrada tropical.

Los estándares de calidad de la NHLA se basan en el sistema de rendimientos de cortes limpios y se establecen cuatro categorías de clasificación para la madera aserrada, los cuales son: madera FAS, común 1, común 2 y común 3.

Dentro del control de calidad de la madera, sus propiedades son evaluadas bajo diferentes métodos tanto destructivos como no destructivos; aunque para efectos económicos y de rápida aplicación los métodos no destructivos resultan muy interesantes y eficaces de implementar dentro de la industria de aserrío.

De acuerdo con O'Neill (2004) la tendencia mundial está orientada hacia la evaluación mecánica no destructiva donde actualmente existen muchos equipos y metodologías no

destructivas para la estimación de las propiedades físico mecánicas de la madera, en árboles en pie, en trozas, en rollizos o columnas, como también en vigas, tirantes y tablas.

La clasificación por categorías de calidad de la madera aserrada, permite determinar en gran parte, el valor y uso potencial de cada tabla. Generalmente esta clasificación se realiza de dos maneras: estructural y visual.

La clasificación estructural está basada en las propiedades de resistencia mecánicas reducidas y rigidez promedio, las cuales son utilizadas en el diseño estructural y se puede realizar de manera visual.

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) publicó en el año 2011 una norma de clasificación para madera estructural llamada *“Madera estructural: Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual”*

De acuerdo a esta norma la clasificación visual para madera aserrada se debe realizar un examen de las cuatro caras y extremos de la pieza, donde se debe considerar tanto el tamaño como la naturaleza de los nudos así como otras características que afecten su resistencia. De esta manera se han establecido principios básicos para la clasificación de madera por grados estructurales, los cuales permiten la evaluación de cualquier pieza en términos de una razón de resistencia para cualquier propiedad que esté siendo evaluada (PN INTE 06 – 07 – 03 – 09, 2008).

La valoración de la calidad del producto final tiene dos objetivos. En primer lugar se necesita la información para controlar si el producto final cumple con las especificaciones de calidad y, en segundo lugar, significa un control retro alimentario sobre el proceso corriente.

### **3.4.1 Defectos y patologías de la madera aserrada**

La madera por su naturaleza, presenta defectos y características diferentes que necesitan conocerse y considerarse para cualquier aplicación que se le quiera dar.



**Figura 7.** Medición de defectos en una pieza de madera verde sin cepillo de *T. grandis*. Costa Rica. 2012  
Fuente: propia.

Los defectos de la madera rolliza llevan consigo una pérdida de rendimientos en el proceso de aserrío o bien una transmisión de estos defectos a un porcentaje variable de las piezas obtenidas en dicho proceso (Vignote y Martínez, 2006).

De acuerdo a Londoño (2007), el término defecto, en el campo de la madera, se refiere a cualquier anomalía o irregularidad que disminuya el valor comercial de la madera porque:

- a) Disminuye su resistencia
- b) Afecta adversamente su trabajabilidad, cualidades de acabado o su apariencia

Hay varios defectos que afectan la resistencia de la madera, estos se pueden dividir en aquellos inherentes (propios) a la madera, los debidos a deficiencias en los procesos de transformación y a los defectos producidos por patologías (Vignote y Martínez, 2006).

Existen defectos como nudos, desviaciones del grano, rajaduras, torceduras y marcas de sierras los cuales difieren en su efecto dependiendo del tipo de sollicitación de carga a que la pieza de madera se someta. Por lo que es necesario realizar su clasificación y de esta manera asegurar la calidad de comercialización (PN INTE 06 – 07 – 03 – 09, 2008).

### **3.5. Normas de clasificación de calidad para madera aserrada en Costa Rica**

En el mercado de productos forestales, Costa Rica al igual que el resto del mundo, se encuentra inmerso en un obligado proceso de inserción a una dinámica y alta competitividad, sin embargo, este continúa siendo un tema donde es muy poco lo que se ha investigado.

Esta situación evidentemente exige al productor nacional ser competitivo y requiere de un apoyo estructurado para que la calidad funcione bajo un marco de reconocimiento global.

INTECO (2012) menciona sobre la situación actual de los sectores productivos de Costa Rica los cuales no cuentan con suficientes normas de calidad nacionales que regulen el control de materias primas y de productos.

Debido a esto se hace necesario el desarrollo de un fuerte proceso de normalización técnica, por lo que, la confección de un **Plan Nacional de Normalización** es de suma importancia ya que permite definir las prioridades necesarias para cada industria y de otros sectores (INTECO, 2012).

Entre las normas más importantes que han sido utilizadas en Costa Rica para evaluar la calidad de madera estructural se encuentran:

- a. INTE 06 -07-01:09 “Norma de terminologías de madera”.
- b. INTE 06-07-02:2011 “Madera aserrada para uso general”.
- c. INTE 06-07-03:2011 ”Madera estructural: Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual”.

Estas normas a su vez se originaron tomando como base las siguientes normas mundialmente conocidas:

- d. ASTM E 105-2004 “Practice for Probability Sampling of Materials”.

- e. ASTM D143: 2007 “Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber”.
- f. ASTM D 4442: 2007 “Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood – Base Materials”.
- g. ASTM D 2555 “Practice for Establishing Clear Wood Strength Values”.

En la actualidad 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 (Castro y Raigosa, 2000).

### 3.6 Norma INTE 06-07-02:2011 “Madera aserrada para uso general. Requisitos”

En esta norma se establece la clasificación para madera aserrada, tanto cepillada como sin cepillar de uso general en tres grados de calidad. Además se especifica como madera verde aquella con un contenido de humedad mayor al 19%, y como seca aquella con una humedad menor o igual que 19 %.

Se establecen las medidas nominales con sus respectivas tolerancias tanto para espesor como ancho (cuadro 2) en tres categorías de calidad.

**Cuadro 2.** Medidas nominales establecidas para el espesor y ancho de aserrío en piezas de madera verde y seca.2011.

Nominal mm (pulgadas)	Espesor		Nominal mm (pulgadas)	Ancho	
	Seca	Verde		Seca	Verde
13 (1/2)	10	10	50 (2)	47	47
19 (3/4)	16	16	75 (3)	72	72
25 (1)	22	22	100 (4)	97	97
31 (1-1/4)	28	28	120 (5)	117	117
38 (1-1/2)	35	35	150 (6)	147	147
50 (2)	47	47	175 (7)	172	172
75 (3)	72	72	200 (8)	197	197
100 (4)	97	97	225 (9)	222	222
-	-	-	250 (10)	247	247
-	-	-	280 (11)	277	277
-	-	-	300 (12)	297	297
-	-	-	350 (14)	347	347
-	-	-	400 (16)	397	397

En el cuadro 3 se presentan las dimensiones permitidas ( $\pm$  en mm) a lo largo de las piezas de madera aserrada cepillada tanto para condición verde y seca.

**Cuadro 3.** Clasificación por tolerancias para piezas de madera cepillada verde y seca. 2011.

Dimensiones	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Dimensiones en espesor o ancho menor que 50 mm	$\pm 1$ mm	$\pm 1,5$ mm	$\pm 2$ mm
Dimensiones en espesor o ancho mayor que 50 mm	$\pm 2$ mm	$\pm 3,0$ mm	$\pm 4$ mm
Longitud menor que 2,5 m	$\pm 0,25$ %	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,75$ %
Longitud mayor que 2,5 m	$\pm 0,5$ %	$\pm 1$ %	$\pm 1,50$ %

La madera aserrada para uso general se clasifica según sus defectos a lo largo de la misma pieza en tres categorías de calidad para madera verde (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Defectos y grados de calidad para piezas de madera en condición verde de acuerdo a la norma INTE 06 – 07 – 02 – 09. Costa Rica, 2011.

Defectos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Marcas de moto sierra	No se permiten	No se permiten	Se permiten
Nudos	Se permiten vivos o sanos.	Se permiten	Se permiten
Pudrición	No se permite	No se permite	En un área concentrada igual a máximo el 10 % de la superficie de la pieza.
Rajaduras	No se permiten	Se permiten rajaduras cortas (menor o igual que el ancho de la pieza)	Se permiten rajaduras medianas (mayor que el ancho de la pieza pero menor que dos veces el ancho)
Agujero (mm)	Diámetro menor que 4	Diámetro entre 4 y 25	Diámetro mayor que 25 pero inferior a un 33 % del ancho de la pieza
Corteza incluida	No se permiten	No se permiten	No se permiten
Arista faltante	No se permite	Se admite siempre y cuando abarque hasta un cuarto de la longitud y un ancho máximo igual a un cuarto del espesor de la pieza.	Se admite siempre y cuando abarque hasta la mitad de la longitud y un ancho máximo igual a la mitad del espesor de la pieza.
<b>Nota:</b> las piezas deben ser observadas por la cara con mayores defectos.			

Existe además la clasificación de defectos por grados de calidad para madera aserrada en condición seca, tal como lo muestra el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Defectos y grados de calidad para piezas de madera en condición seca de acuerdo a la norma INTE 06 – 07 – 02 – 09. Costa Rica, 2011.

Efecto	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Acebolladura	No se permite	No se permite	No se permite
Torcedura (mm/m lineal)	Menor que 2	Entre 2 y 6	Mayor que 6
Arqueadura (curvatura por cara) (mm/m lineal)	Menor que 4	Entre 4 y 6	Mayor que 6
Acanalado (mm)	Menor que 3, sin importar el ancho	Entre 3 y 6	No se considera
Encorvadura (curvatura por canto) (mm/m lineal)	Menor que 2	Entre 2 y 6	Mayor que 6
Agujero (mm)	Diámetro menor que 4	Diámetro entre 4 y 25	Diámetro mayor que 25 pero inferior a un 33 % del ancho de la pieza
Arista faltante	No se permite	Se admite aristas faltantes que abarquen hasta 33% del espesor, 33% del ancho, y que esté ubicada en uno de los cuartos extremos de la pieza	Se admiten siempre y cuando abarquen hasta 33% del espesor y 33% del ancho
Bolsas de resina (aplicable en pino)	Pequeñas (5 cm de longitud y 0,5 cm de ancho): máximo 1 por metro lineal	Pequeñas (5 cm de longitud y 0,5 cm de ancho): no se consideran Medianas (10 cm de longitud y 1 cm de ancho): máximo 1 por metro lineal	No se considera
Falla de cepillado (No aplica para madera sin cepillar)	No se permite	No se permite	Se permite un máximo 10 % de la pieza
Mordidas de cuchillas (No aplica para madera sin cepillar)	No se permite	Se permite en máximo 1 por pieza	No se considera
Grano levantado, velloso, rasgado (excepto que sea característico de la especie)	No se permite	5 % de la longitud de la pieza de madera	No se considera
Corteza incluida	No se permite	No se permite	Cuando el diámetro no sobre pase el 30 % del espesor de la pieza
Quebrantadura	No se permite	No se permite	No se permite
Grano inclinado (el característico de la especie no se tiene en cuenta)	Con máximo de 1:12	Con máximo de 1:8	Con máximo de 1:6
Grietas	Longitud menor que 20 mm. Profundidad menor o igual que 2 mm. Se permiten como máximo 5 por metro lineal	Longitud entre 20 mm y 50 mm. Profundidad entre 2mm y 5 mm. Se permiten como máximo 5 por metro lineal	Se permiten como máximo 5 por metro lineal
Rajaduras	Se permite hasta 150 % de la dimensión mayor de la sección transversal	Se permite hasta 150 % de la dimensión mayor de la sección transversal	Se permite hasta 150 % de la dimensión mayor de la sección transversal
Manchas	No se permiten	Se permiten superficiales	No se consideran
Marcas de sierra (aplica para madera cepillada)	No se permiten	Presentes en el 10 % de la longitud.	No se consideran
Nudos	Sanos y firmes: máximo 2 por metro lineal	Sanos y firmes: máximo 5 por metro lineal	No se consideran
Pudrición	No se permite	No se permite	No se permite
Taladrado	Pequeño (1 mm de diámetro o menos): máximo 10 por metro lineal	-Pequeño (1 mm de diámetro o menos): máximo 20 por metro lineal -Grande (mayor que 1 mm de diámetro): máximo 3 por metro lineal	-Pequeño (1 mm de diámetro o menos) no se considera -Grande (mayor que 1 mm de diámetro): máximo 5 por metro lineal

## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 Descripción del sitio de estudio:

Se realizó una evaluación en seis diferentes industrias forestales que actualmente industrializan madera de *T. grandis* en el país. La ubicación de las industrias se detalla a continuación:

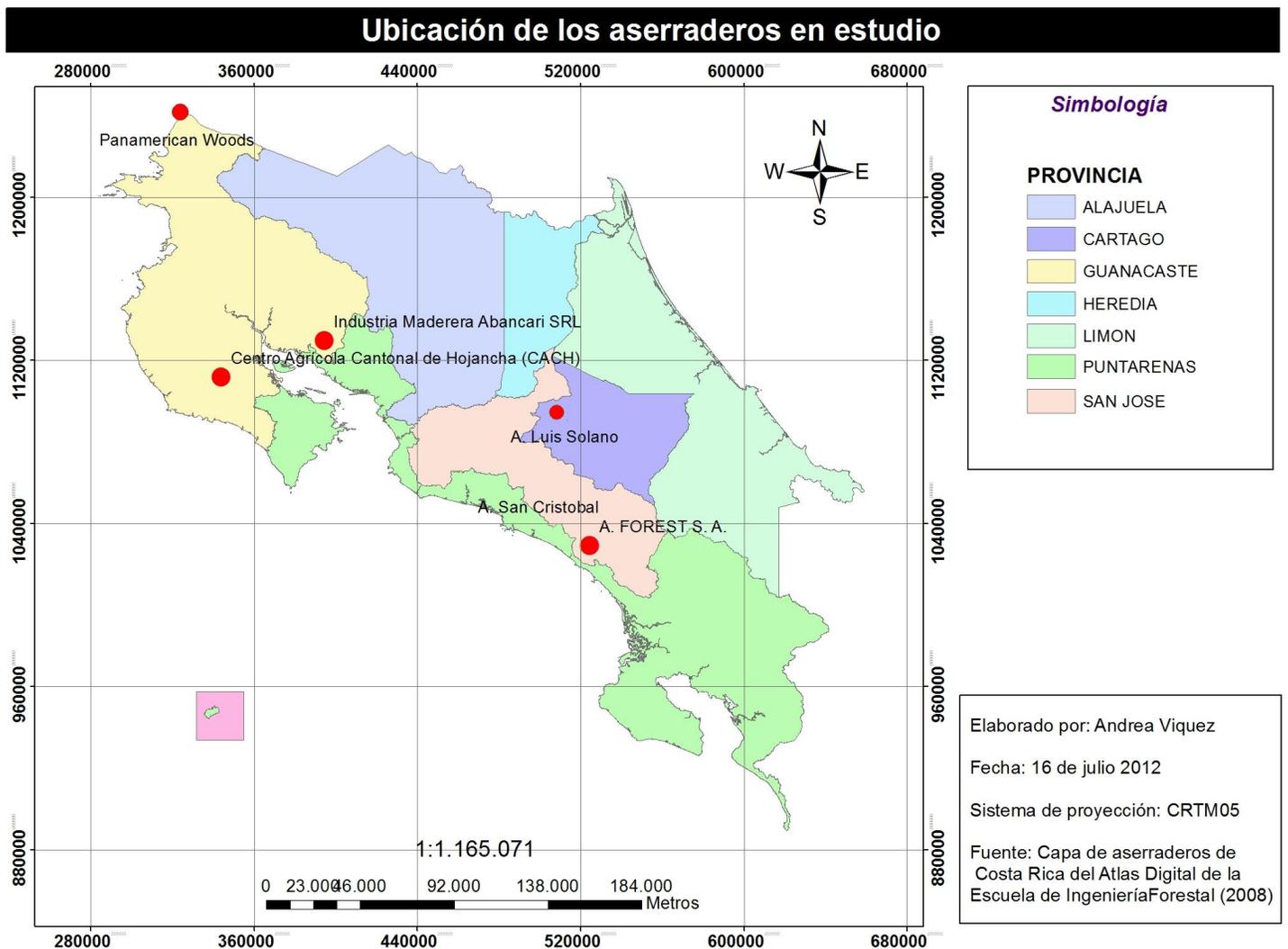


Figura 8. Mapa de ubicación de los aserraderos a evaluar para el presente estudio.

#### **4.2 Selección de los lotes evaluados:**

Para la evaluación de la calidad de madera en condición verde aserrada sin cepillar se seleccionó de manera aleatoria el material disponible en inventario (stock), en cada una de las industrias seleccionadas.

#### **4.3 Evaluación de la calidad de madera de *T. grandis* L.f de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011**

La metodología de evaluación de la calidad se basó en la Norma PN INTE 06-07-02:2011 "Madera aserrada para uso general" elaborada por INTECO (2011).

En esta norma no se establece un protocolo de evaluación de dimensiones y defectos por lo tanto se determinó la calidad de la madera aserrada en condición verde sin cepillar de *T. grandis* L.f de forma visual, tomando en cuenta las siguientes variables:

##### **4.3.1 Dimensionado de madera aserrada:**

Dentro de la norma INTE 06-07-02:2011, para la clasificación en grados de calidad respecto a las medidas nominales se establece un grado de tolerancia ( $\pm$ ) permitido para la clasificación de madera en tres grados de calidad tanto para el espesor, ancho y largo.

Sin embargo solamente se encuentran establecidas las medidas nominales para el espesor y el ancho.

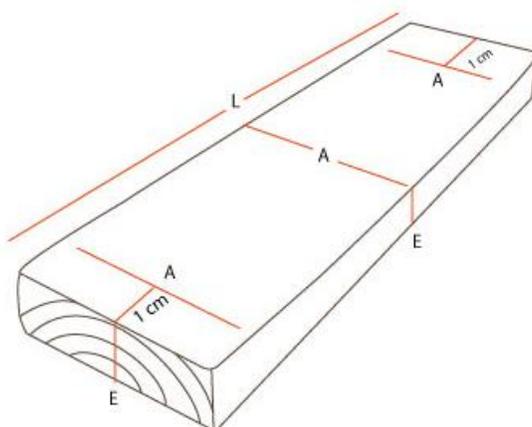
Se tomó como referencia los largos comerciales (en varas) más utilizados en los que se aserra madera en el país, esto debido a que solamente se establecen las tolerancias ( $\pm$  en m), no existiendo así dentro de la norma los largos nominales (tamaños estándares) para madera aserrada cepillada o sin cepillar de uso general, tal como lo muestra el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Medidas utilizadas como nominales en largo para la clasificación de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a las medidas comerciales más utilizadas en Costa Rica.

Medida comercial (en varas)	Largo (m)	Tolerancia (m)		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
1,0	0,84			
1,5	1,26			
2,0	1,68	± 0,25%	± 0,5%	± 0,75%
2,5	2,10			
3,0	2,52			
3,5	2,94			
4,0	3,36			
4,5	3,78			
5,0	4,20	± 0,5%	± 1%	± 1,50%
5,5	4,62			
6,0	5,04			
6,5	5,46			
7,0	5,88			

Fuente: Elaboración propia. 2012.

Se evaluó las dimensiones de espesor, ancho y largo de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 9.** Mediciones realizadas en cada una de las tablas de madera de *T. grandis* L.f

Para la evaluación del espesor se tomó medidas en ambos extremos y al centro de la pieza, utilizando un Calibrador Vernier Digital ( $\pm 0,001$  mm).

El ancho se evaluó en ambos extremos (a un centímetro del mismo) y al centro utilizando una cinta métrica extensible ( $\pm 0,01$  cm) al igual que el largo que se evaluó en la totalidad de la pieza utilizando el mismo instrumento.

#### 4.3.2 Defectos a evaluar para la clasificación visual de la madera en condición verde aserrada sin cepillar de *T. grandis* L.f:

Inicialmente se realizó un examen de las dos caras, evaluando los defectos solamente en la cara que se presentó mayor número de defectos.

Dado que en la norma se establecen los parámetros de clasificación en tres grados de calidad tanto para madera verde como para madera seca, se utilizó la combinación de ambos logrando así involucrar un mayor número de defectos (así como de parámetros) para la clasificación de madera de *T. grandis*, tal como lo muestra el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Resumen de los defectos evaluados visualmente para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la Norma INTE 06-07-02, Costa Rica, 2012.

Defectos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
<b>Marcas de moto sierra</b>	No se permiten	No se permiten	Se permiten
<b>Nudos</b>	Max 2 por metro lineal	Max 5 por metro lineal	No se consideran
<b>Pudrición</b>	No se permite	No se permite	En un área concentrada igual a máximo el 10 % de la superficie de la pieza.
<b>Rajaduras</b>	No se permite	Se permiten rajaduras cortas (menor o igual que el ancho de la pieza)	Se permiten rajaduras medianas (mayor que el ancho de la pieza pero menor que dos veces el ancho)

*Continúa...*

<b>Agujeros</b>	Diámetro menor que 4	Diámetro entre 4 y 25	Diámetro mayor que 25 pero inferior a un 33 % del ancho de la pieza
<b>Corteza incluida</b>	No se permiten	No se permiten	No se permiten
<b>Arista faltante</b>	No se permiten	Se admite siempre y cuando abarque hasta un cuarto de la longitud y un ancho máximo igual a un cuarto del espesor de la pieza.	Se admite siempre y cuando abarque hasta la mitad de la longitud y un ancho máximo igual a la mitad del espesor de la pieza.
<b>Acebolladura</b>	No se permite	No se permite	No se permite
<b>Agujero (mm)</b>	Diámetro menor que 4	Diámetro entre 4 y 25	Diámetro mayor que 25 pero inferior a un 33 % del ancho de la pieza
<b>Grietas</b>	Longitud menor que 20 mm. Se permiten como máximo 5 por metro lineal	Longitud entre 20 mm y 50 mm. Se permiten como máximo 5 por metro lineal	Se permiten como máximo 5 por metro lineal
<b>Taladrado</b>	Pequeño (1 mm de diámetro o menos): máximo 10 por metro lineal	Pequeño (1 mm de diámetro o menos): máximo 20 por metro lineal Grande (mayor que 1 mm de diámetro): máximo 3 por metro lineal	Pequeño (1 mm de diámetro o menos) no se considera Grande (mayor que 1 mm de diámetro): máximo 5 por metro

Además se estableció la técnica de medición de los siguientes defectos como:

#### 4.3.2.1 Nudos:

Se evaluarán la cantidad y tamaño de los nudos presentes en la superficie seleccionada tomando el ancho del mismo en dos direcciones perpendiculares entre sí (en cruz).



**Figura 10.** Medición de los nudos en tablas de madera de *T. grandis L.*  
Fuente: propia.

#### 4.3.2.2 Acebolladura:

En los extremos de las tablas se determinó la presencia o ausencia de acebolladuras



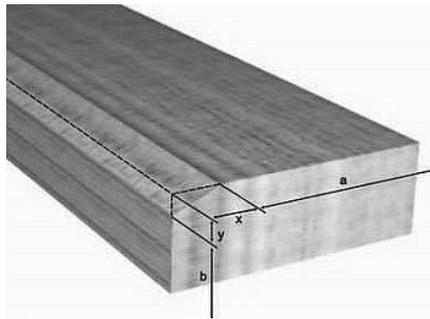
**Figura 11.** Ejemplo de presencia de acebolladura en piezas de madera  
Fuente: INTE 06-07-01, 2011.

#### 4.3.2.3 Pudrición:

Se determinó el área de pudrición presente en la pieza de madera y el porcentaje que esta corresponde al total de la pieza

#### 4.3.2.4 Arista faltante:

Se midió el largo o suma de largos en centímetros (cm).



**Figura 12.** Arista faltante en una pieza de madera

#### ***4.4 Determinación de precios de mercado para madera en condición verde aserrada sin cepillar de *T. grandis* L.f:***

Para cada uno de los sitios donde se evaluó madera de *T. grandis* se tomaron precios de venta. Además se utilizó otras fuentes como consultas a empresas que industrializan madera de *T. grandis* así como también comunicaciones personales, informe 2011 de la Oficina Nacional Forestal (ONF) e internet.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Número de tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el estudio:

Se evaluaron en total 742 tablas de madera de *T. grandis* en condición verde sin cepillar (cuadro 8).

En el siguiente cuadro se presenta el número total de piezas evaluadas para cada una de las empresas incluidas en el presente estudio.

**Cuadro 8.** Porcentaje de tablas (%) de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica.

Empresa	Ubicación	Principal actividad de la empresa	%
ABANCARI S.R.L	Abangares, Guanacaste	Exportación de madera en troza y venta al mercado local de madera	26,68
Centro Agrícola Cantonal de Hojanca	Hojanca, Guanacaste	Venta de servicios (aserrío y cepillado)	10,11
Precious Woods S.A	Peñas Blancas, Guanacaste	Exportación de madera en troza	33,69
Aserradero San Cristóbal S.A	San Cristóbal, Pérez Zeledón	Aserrío y venta de madera	23,45
Aserradero Forest S.A	San Cristóbal, Pérez Zeledón	Aserrío y venta de madera	3,64
Solano y Tenorio Muebles y Acabados	San Blas, Cartago	Mueblería	2,43

La razón por la que la provincia de Guanacaste presenta el mayor número de industrias incluidas en este estudio se debe a que es la región con mayor área de plantación de *T. grandis* en el país. Además, la calidad de madera de *T. grandis* es reconocida en el mercado nacional e internacional tanto por sus cualidades físicas y estéticas (Padmanabha, 2006).

## 5.2. Evaluación de las dimensiones (y tolerancias) en las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* en cada uno de las empresas incluidas de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011

Para la totalidad de tablas evaluadas en el cuadro 9 se resumen los resultados obtenidos en dimensiones para las tablas evaluadas de *T. grandis*.

**Cuadro 9.** Resumen de los estadísticos de las dimensiones evaluadas en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* en cada uno de las empresas incluidas en el presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica.

Dimensión	Max	Min	PROMEDIO	SX
Ep (mm)	92,67	10,40	35,15	17,01
Ap (mm)	329,00	48,67	142,42	52,91
L (m)	5,94	1,20	2,46	0,71

Fuente: Datos de campo, 2012.

Donde:

Ep= espesor promedio

Ap= ancho promedio

L= largo

Se encontró que existe una gran variabilidad dimensional de aserrío en madera de *T. grandis* de acuerdo con los sitios evaluados, tanto para largo, como para ancho y espesor, puesto que cada industria establece sus propios patrones de corte. Además, existe diferente tecnología de aserrío y capacitación del recurso humano disponible en cada industria.

### 5.2.1 Evaluación del espesor

Para la clasificación en grados de calidad del espesor respecto a las medidas nominales se establece un grado de tolerancia ( $\pm$  en mm) permitido para la clasificación de madera en tres grados de calidad.

En el cuadro 10 se muestra la cantidad de tablas evaluadas en porcentajes de acuerdo al espesor y clasificadas por grado de calidad.

**Cuadro 10.** Porcentaje de tablas evaluadas en espesor nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica.

Espesor (mm)	Calidad (%)			
	1	2	3	SC
13	4,04	0,00	0,54	0,00
19	3,37	0,00	4,45	0,00
25	12,53	0,00	7,68	0,00
31	23,05	0,00	5,80	0,00
38	0,94	0,00	0,13	0,00
5,0	2,29	0,00	1,48	0,00
75	0,13	0,00	0,00	0,00
SMN	NA	NA	NA	33,56
<b>Total general (%)</b>	<b>46,36</b>	<b>0,00</b>	<b>20,08</b>	<b>33,56</b>

Fuente: Datos de campo, 2012.

Donde:

SC= sin clasificación

SMN= sin medida nominal

NA= no aplica

En el caso de los espesores un 46,36% de tablas se clasificaron como calidad 1. No se presenta ninguna tabla como calidad 2 y un 20,08% de las tablas clasifican como calidad 3.

Los espesores evaluados en las tablas de *T. grandis* corresponden a un comportamiento diferente a los anchos tal como se verá más adelante.

Sin embargo, existen aún medidas de tablas de *T. grandis* que no se ajustan a las medidas nominales establecidas dentro de la norma. Un 33,56% de las tablas evaluadas no correspondían a ninguna medida nominal esto posiblemente se deba a que no existe conocimiento sobre las medidas nominales establecidas para el espesor.

### 5.2.2. Evaluación del ancho

Para la clasificación en grados de calidad del ancho respecto a las medidas nominales se establece un grado de tolerancia ( $\pm$  en mm) permitido para la clasificación de madera en tres grados de calidad.

El cuadro 11 muestra la proporción de tablas evaluadas en porcentajes de acuerdo al ancho y clasificadas por grado de calidad.

**Cuadro 11.** Porcentaje de tablas evaluadas en ancho nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica.

Ancho (mm)	Calidad (%)			
	1	2	3	SC
50	0,40	0,00	0,00	0,00
75	4,45	1,08	1,08	0,00
100	4,99	2,56	3,10	0,00
120	1,75	0,54	0,13	0,00
150	2,02	1,21	2,16	0,00
175	1,62	0,27	0,40	0,00
200	0,67	0,13	0,54	0,00
225	0,40	0,00	0,27	0,00
250	0,67	0,13	0,00	0,00
280	0,54	0,27	0,13	0,00
300	0,81	0,13	0,00	0,00
SMN	NA	NA	NA	67,52
<b>Total General (%)</b>	<b>18,33</b>	<b>6,33</b>	<b>7,82</b>	<b>67,52</b>

Fuente: Datos de campo, 2012

Donde:

SC= sin clasificación

SMN= sin medida nominal

NA= no aplica

De acuerdo al cuadro anterior se observó que del total de tablas evaluadas de acuerdo al ancho nominal existe un 18,33% que se encuentra en calidad 1, un 6,33% de las tablas en calidad 2 y un 7,82% en calidad 3.

Se encontró que el 67,52% de las piezas no se clasificaron dentro de ninguna de las medidas nominales. Estas mediciones no incluidas dentro de ninguna corresponden a medidas que se encuentran entre una medida nominal y otra; por lo que no fue posible establecerle una medida nominal como patrón para posteriormente clasificar en alguna calidad, por esta razón es que se incluyó la clasificación “Sin Categoría” (SC).

Se observa la falta de estandarización en patrones de corte para los anchos, donde la razón podría estar justificada en problemas del equipo industrial (calibraciones) o falta de capacitación del personal en planta que desconozca las medidas nominales para el ancho establecidas dentro de la norma.

### **5.2.3. Evaluación del largo**

Los grados de tolerancia establecidos para cada una de las mediciones nominales no establecen parámetros claros con los que se pueda establecer una diferenciación marcada de una clase (calidad) a otra.

Se observó que el 96,36% de tablas no se establecieron en algún grado de calidad (cuadro 12) debido a la falta de medida nominal que sirviera como base para su posterior clasificación.

Este comportamiento nuevamente evidencia que no existe un patrón de corte estandarizado en las industrias evaluadas. Las trozas dimensionadas en el campo carecen de parámetros claros lo que produce que los largos iguales entre sí sean diferentes.

Cada una de estas establece sus propios parámetros para la corta de madera a criterio del operario, además que no existe para cada industria un sistema de supervisión profesional.

**Cuadro 12.** Porcentaje de tablas evaluadas en largo nominal por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica.

Largo nominal (m)	Calidades			
	1	2	3	SMN
1,26	0,13	0,00	0,00	0,00
1,68	0,00	0,00	0,13	0,00
2,1	0,27	0,00	0,00	0,00
2,52	0,94	0,27	0,27	0,00
2,94	0,00	0,13	0,00	0,00
3,36	0,13	0,13	0,00	0,00
4,2	0,00	0,13	0,00	0,00
4,62	0,27	0,13	0,67	0,00
5,46	0,00	0,00	0,00	0,00
5,88	0,00	0,00	0,00	0,00
SMN	0,00	0,00	0,00	96,36
<b>Total general</b>	<b>1,75</b>	<b>0,81</b>	<b>1,08</b>	<b>96,36</b>

Fuente: Datos de campo, 2012

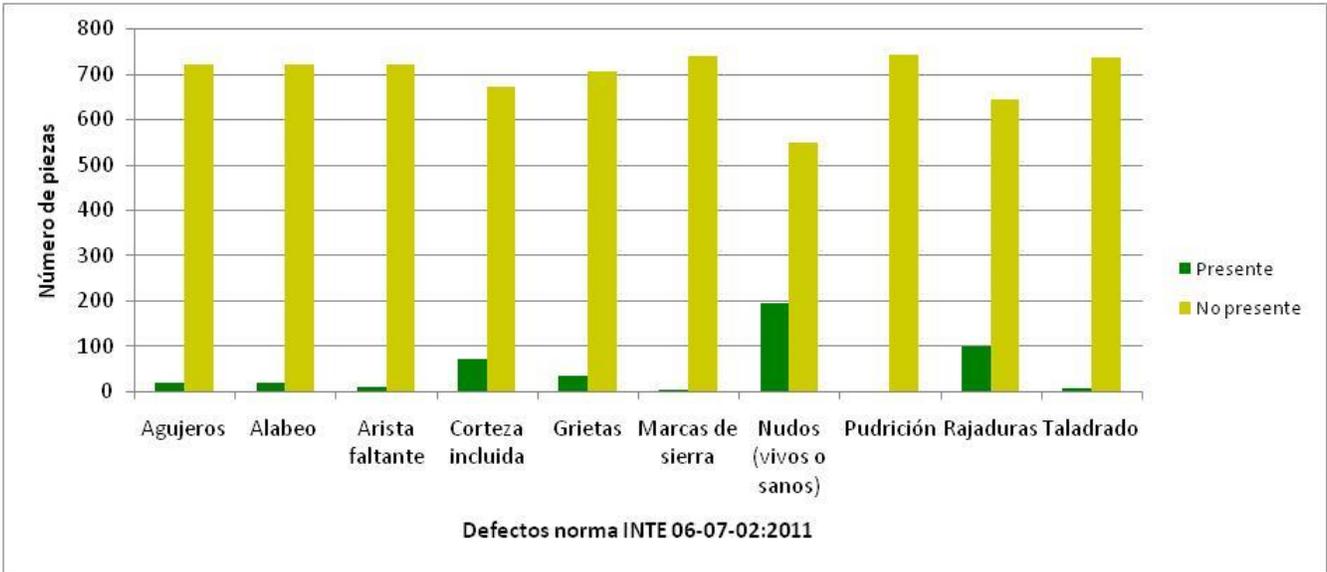
Para el espesor, ancho y largo existe en promedio un 63,39% de las tablas evaluadas que no se ajustan a las medidas establecidas como nominales dentro de la norma INTE 06-07-02:2011, donde esto se deba a problemas de dimensionado del largo de las trozas en campo y personal con poca capacitación en la implementación de esta norma.

### **5.3. Principales defectos presentes en las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas en cada uno de las empresas incluidas en el estudio de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011**

Es importante destacar que ciertos defectos incluidos en la norma como: falla de cepillado, mordidas de cuchilla, grano inclinado y grano levantado no fueron incluidas en la evaluación de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. La razón se debe a que estos defectos Sáenz y Serrano (2003) reportan que se presentan en procesos como el cepillado lo cual no son parte de los objetivos de este estudio.

Se eliminó la evaluación de acebolladuras, quebrantaduras, bolsas de resina y manchas dado que no estuvieron presentes para ninguna de las tablas de madera de *T. grandis* evaluadas.

De acuerdo a los defectos contemplados dentro de la norma INTE 06-07-02:2011 se encontró que la frecuencia de los principales defectos encontrados en las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* fueron los siguientes:



**Figura 13.** Frecuencia de los defectos presentes en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012. Costa Rica.

La mayoría de defectos incluidos en la norma INTE 06-07-02:2011 para el total de las tablas de madera evaluadas se presentan en porcentajes bajos, menor al 50%, por esta razón se establecieron tres grupos de defectos de acuerdo al porcentaje de presencia de defectos en la totalidad de las tablas de *T. grandis* evaluadas, definiendo un grupo para frecuencias menor o igual al 5%, entre 5 y menor o igual al 10% y un último grupo mayor al 10% (figura 13).

Se observó frecuencias de defectos menores al 5% tales como: alabeo en un 2,83%, agujeros en un 2,83%, arista faltante en un 1,35%, marcas de sierra en un 0,67%, pudrición en un 0,27% y grietas en un 4,99%

Berrocal y Rojas (2007) señalan que la madera de *T. grandis* es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos, lo cual se evidencia al encontrar que el 0,3% de las tablas evaluadas presentaron daños por pudrición y ataque de hongos.

Para la clasificación de calidad para estos defectos de acuerdo a la norma se encontró que la totalidad de las trozas cumplían con los parámetros establecidos para ser clasificados en una categoría u otra.

Corteza incluida se encontró en una frecuencia del 9,7% siendo el único defecto entre el 5 y 10%. Sin embargo, cabe destacar que este defecto es manipulable dado que se soluciona con un posterior aserrío.

Defectos como nudos y rajaduras fueron los defectos encontrados con frecuencia mayor al 10%, en un 26,28% y 13,34% respectivamente.

En el cuadro 13 se especifican los grados de calidad para las tablas evaluadas de acuerdo a los defectos.

Se observa que para ninguna de las tablas evaluadas hubo presencia de pudrición, clasificando el 100% de las tablas como calidad 1.

Agujeros no presentes en un 97% de las tablas evaluadas, en ninguna se encontró que estos excedieran los 4 mm establecidos para ser clasificados como calidad 1.

El 97% de las tablas no tuvieron presente el defecto de alabeo, eso se debe a que de acuerdo a Londoño (2007) este defecto está más asociado a procesos de secado que de aserrío.

Otro defecto con un 97% de las tablas en calidad 1 es la arista faltante, donde se pudo observar que al igual que los anteriores defectos, no es un defecto con alta incidencia en las empresas evaluadas.

Grietas y rajaduras fueron los únicos defectos presentes en las tres calidades. Respecto a las grietas se encontró que el 95% de las tablas no presentaron ninguna grieta. Se encontró que apenas un 1% de las tablas presentaron grietas entre 20 y 50 mm de longitud lo que se clasificaron como calidad 2; sin embargo, existieron tablas que presentaban grietas mayores a los 50 mm de longitud clasificándose el 4% de las tablas en calidad 3.

No se encontraron rajaduras en un 87% de tablas lo que clasifica como calidad 1, se encontraron rajaduras menor o igual que el ancho de la pieza en un 8% (en calidad 2) y en un 5% rajaduras mayores que el ancho de la pieza pero menor que dos veces el ancho (calidad 3).

El 90% de las tablas evaluadas no presentaron corteza incluida, lo que para el 10% restante de las tablas se clasificó como calidad 3. Esto se debe a que la presencia de “costillas” en la muestra, pero cabe destacar que este defecto como anteriormente se mencionó es solucionado con un posterior aserrío.

En el 99% de las tablas no se presentó defectos de taladrado ni marcas de moto sierra.

Respecto a los nudos (vivos o sanos) es necesario destacar que dentro de la norma INTE 06-07-02:2011 se permite la presencia de nudos para madera verde en las tres calidades por lo que se utilizó el parámetro de clasificación de madera seca, ya que establece el número de nudos (vivos o sanos) permitidos por metro lineal en cada calidad.

En el 99% de las tablas evaluadas no se presentaron más de 2 nudos por metro lineal lo que se clasificaron como calidad 1; apenas un 1% se clasificó como calidad 2, estas tablas presentaron más de 2 pero menos de 5 nudos por metro lineal.

**Cuadro 13.** Grados de calidad por defecto para las tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas de acuerdo a los defectos de la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012. Costa Rica.

Defecto	Calidades		
	1	2	3
<b>Agujeros</b>	97,17	0	2,83
<b>Alabeo</b>	97,17	0	2,83
<b>Arista faltante</b>	97,17	2,83	0
<b>Pudrición</b>	99,73	0,27	0
<b>Grietas</b>	95,15	0,67	4,18
<b>Rajaduras</b>	86,66	7,95	5,39
<b>Corteza incluida</b>	90,3	0	9,7
<b>Nudos (vivos o sanos)</b>	99,19	0,81	0
<b>Marcas de moto sierra</b>	99,33	0	0,67
<b>Taladrado</b>	99,06	0,94	0

Fuente: Datos de campo, 2012

Se encontraron además otro tipo y clasificación de defectos de madera los cuales no se encuentran evaluados dentro de la norma INTE 06-07-02:2011 y necesarios en la evaluación de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

#### **5.4. Defectos evaluados no incluidos en la norma INTE 06-07-02:2011 en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.**

Se establecieron cuatro nuevos defectos en la evaluación de calidad de la madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Estos nuevos defectos resultaron muy importantes en la evaluación de madera aserrada de *T. grandis*, debido a que proporcionan información no antes contemplada dentro de la clasificación en grados de calidad dentro de la norma INTE 06-07-02:2011 y que resultan determinantes en la comercialización de madera de esta especie (cuadro 14).

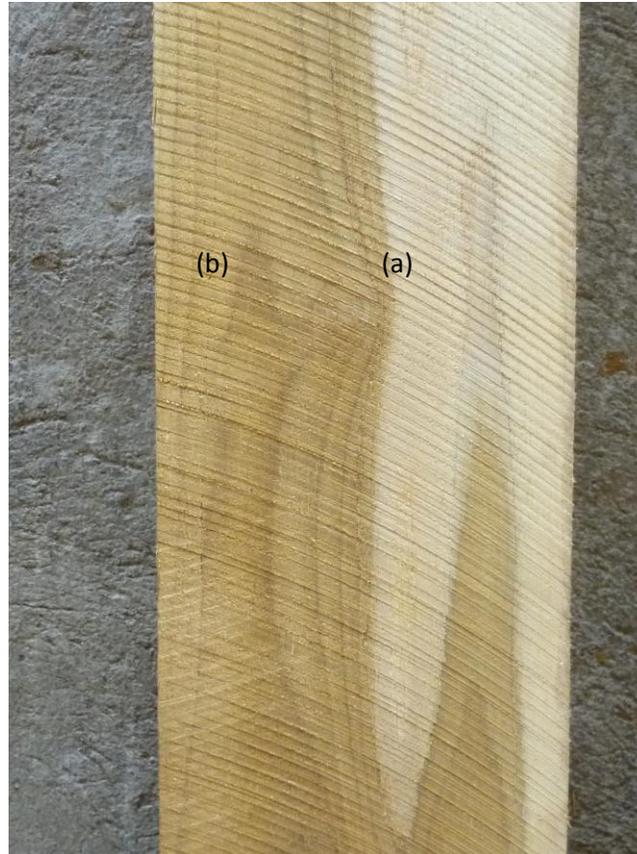
**Cuadro 14.** Defectos evaluados no incluidos en la norma INTE 06-07-02:2011 en tablas de presente estudio, febrero-abril 2012. Costa Rica.

Defecto	Definición	Parámetros de clasificación
<b>Relación Albura-Duramen</b>	Porcentaje de zona en la pieza de madera con células vivas en relación a la que no las tiene. Por lo general la zona de células vivas (albura) es de color más claro que el duramen (área sin células vivas de color más oscuro). En algunos casos resulta difícil diferenciar ambas zonas. Ver figura 14	A D C1 C2 C3 C4
<b>Nudos muertos</b>	Inclusión de la porción de una rama que en el momento de la corta o ha desaparecido o se encuentra muerta de forma natural. La duramización sufrida evita el posible ataque de hongos de pudrición en la zona de la herida (Vignote y Martínez, 2006). Ver figura 17	Número de nudos y clasificación (vivo o muerto)
<b>Médula incluida</b>	Tejido parenquimático sobre el cual se inicia el crecimiento de la madera, de textura suave, cercano al centro del árbol (INTECO 06-07-01:2011). Ver figura 19	Área (cm <sup>2</sup> ) de médula por metro lineal
<b>Daño por médula</b>	Daño que se provoca en una pieza de madera por la presencia de médula. Ver figura 21	Área (cm <sup>2</sup> ) de daño por pieza de madera
<b>Agujeros por nudo</b>	Espacio vacío que deja la prolongación de la existencia de médula o corazón en una pieza de madera. Ver figura 22	Área (cm <sup>2</sup> ) de agujeros por metro lineal

#### 5.4.1 Relación albura-duramen

Para especies como la *T. grandis*, el porcentaje de albura (en rollo y aserrada) es sumamente importante a tomar en cuenta en venta de madera tanto a nivel regional como internacional. Londoño (2007) menciona que existen criterios de calidad utilizados por los compradores en la comercialización internacional de madera de *T. grandis* donde la madera libre de albura o con una pequeña tolerancia de albura es utilizado tanto en la venta de madera en troza como aserrada.

En la figura 14 se muestra un ejemplo de la relación albura-duramen presente en una de las tablas de madera de *T. grandis* evaluadas.



**Figura 14.** Diferenciación entre albura (a) y duramen (b) en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

Dado que este trabajo se basa en una norma de clasificación visual, se buscó que para los nuevos defectos incluidos los criterios de clasificación fueran también de manera visual. Para la relación albura-duramen se establecieron cuatro grados de clasificación en cada pieza de madera de *T. grandis*:

**-Totalmente Albura (A):** aquella pieza de madera constituida al 100% por células vivas, generalmente reconocida por ser madera de color más claro que el duramen.

**-Totalmente duramen (D):** pieza de madera que en su totalidad o más del 95% de la misma está constituida por células biológicamente inactivas o muertas. Por lo general es de un color totalmente distinto a la albura, mucho más oscuro.



**Figura 15.** Ejemplo de una pieza totalmente duramen (D) en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

**-Combinación de albura-duramen (C):** se establecieron cuatro grados de relación albura-duramen.

**C1:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue menor o igual al 25%.

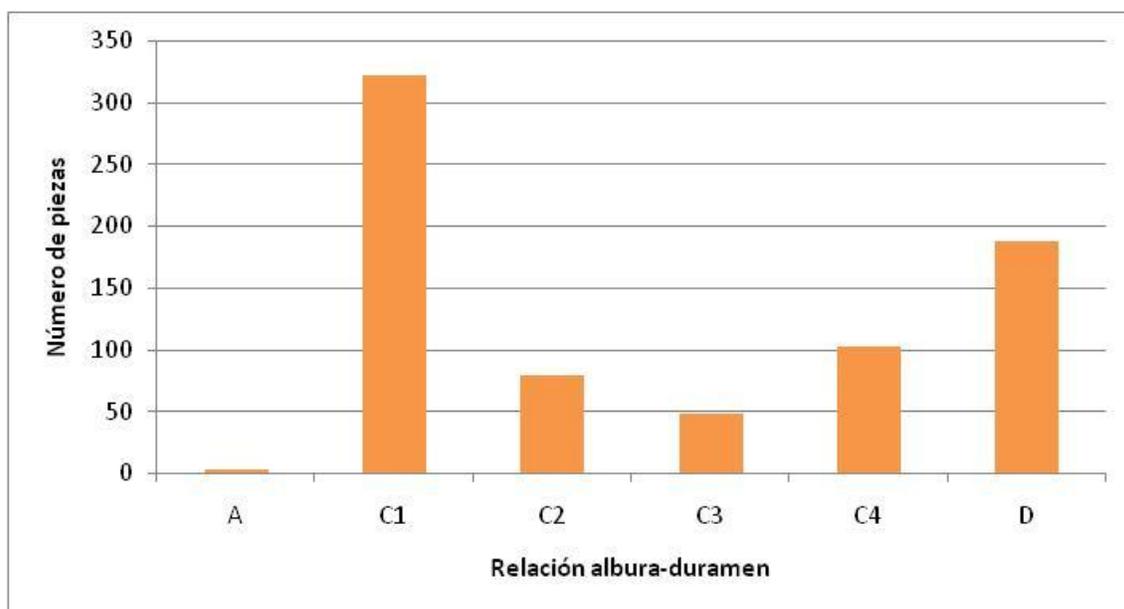
**C2:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 25% y menor o igual al 50%.

**C3:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 50% pero menor o igual al 75%.

**C4:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 75 pero menor o igual al 95%.

En la evaluación de la relación albura- duramen se encontró que apenas un 0,27% de las tablas evaluadas que clasifican como A y un 25,34% como D. El mayor porcentaje de tablas se clasificó como C1 con un 43,53%, mientras que C2 y C3 obtuvieron un porcentaje del 10,65% y 6,47% respectivamente. C4 obtuvo apenas un 13,75% de las tablas.

Se observa por lo tanto que las piezas de madera de *T. grandis* evaluadas presentan una relación de albura duramen aceptable en la comercialización a nivel internacional, dado que existe un alto porcentaje de tablas con un porcentaje menor o igual al 25% de madera con albura.



**Figura 16.** Clasificación de las piezas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la relación albura-duramen.

#### 5.4.2 Nudos

A pesar que dentro de la norma INTE 06-07-02:2011 se contemplan defectos como los nudos, en esta sólo se evalúan los nudos vivos o sanos. Sin embargo, se encontró que más de la mitad de los nudos totales presentes en las tablas evaluadas correspondían a nudos muertos (cuadro 15).

**Cuadro 15.** Promedio por parámetro para el análisis de los nudos en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Parámetro	Nudos	
	Vivos	Muertos
Porcentaje de nudos (%)	35,09	64,90
No. nudos/ m lineal	0,19	0,36
Área de nudos (cm <sup>2</sup> )	4,38	6,27
Área nudo/Área tabla (m <sup>2</sup> )	0,14	0,20
Área nudos/m (cm <sup>2</sup> /m)	1,84	2,72

Fuente: Datos de campo, 2012.

Se encontró un total de 1020 nudos en tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. El porcentaje de nudos muertos fue de 64,9% respecto al total, lo que evidencia la importancia de incluir este defecto en la evaluación de calidad de madera verde aserrada de *T. grandis*.

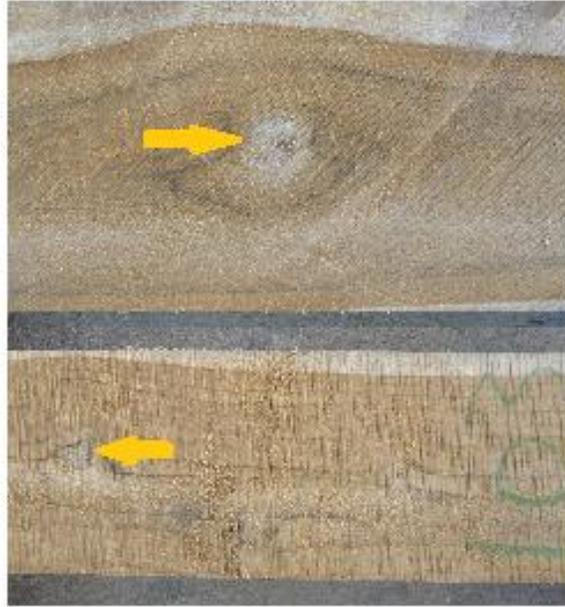


**Figura 17.** Ejemplo de nudos muertos en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

El número de nudos por metro lineal fue de 0,19% para los nudos vivos y de 0,36 para los nudos muertos. Esto pone en manifiesto que el parámetro establecido para la clasificación de nudos (vivos o sanos) dentro de la norma se ajusta de acuerdo a las tablas evaluadas.

Se observa también que el promedio de área de nudos fue de 4,38 cm<sup>2</sup> para los nudos vivos y de 6,27 cm<sup>2</sup> para los nudos muertos. El área de nudos respecto al área total de la tabla en promedio representó un porcentaje del 0,14% para los nudos vivos y de un 0,20% para los nudos muertos.

De acuerdo al área de nudos por metro ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) se encontró que representó en promedio 1,84  $\text{cm}^2$  por metro lineal de tabla para los nudos vivos y 2,72  $\text{cm}^2$  por metro lineal para los nudos muertos.



**Figura 18.** Ejemplo de nudos vivos en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

La presencia de nudos (tanto vivos como muertos) es un defecto directamente relacionado a labores silviculturales lo que además pone en manifiesto que en aspectos de calidad para madera es sumamente necesario enfocar desde tempranas etapas silviculturales la obtención de material de calidad con un bajo número de nudos.

Vignote y Martínez (2006) establecen que a pesar que las podas tempranas no son la única solución al problema de los nudos, es necesario además conseguir que estos sean poco numerosos y pequeños, por lo que la elección de buenas procedencias puede ser una muy buena solución. Además, de las labores del aserrador en las que se podrían emplear labores de saneado.

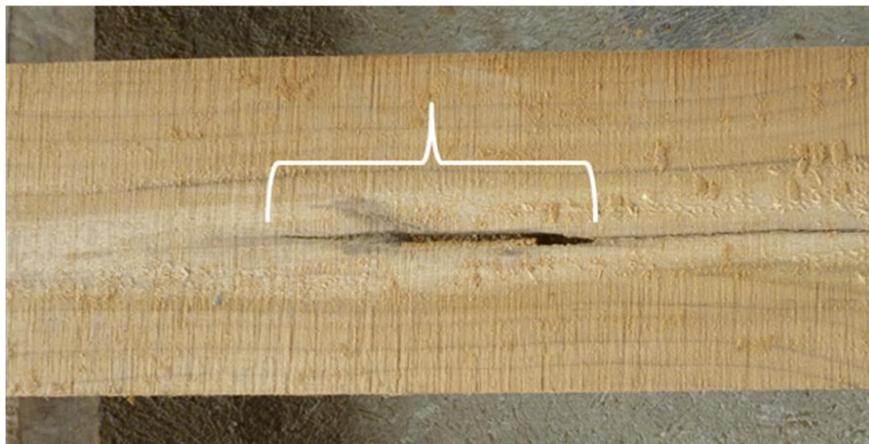
El problema que presentan los nudos muertos es que son defectos que disminuyen las propiedades de resistencia en madera además que, incluyendo el aspecto estético, se muestra cierto interés a la compra de material “homogéneo”, con poca nudosidad. De acuerdo

a Londoño (2007) establece que criterios de calidad en la compra de madera de *T. grandis* los nudos muertos aplican ciertos castigos mientras que se permiten la presencia de nudos vivos.

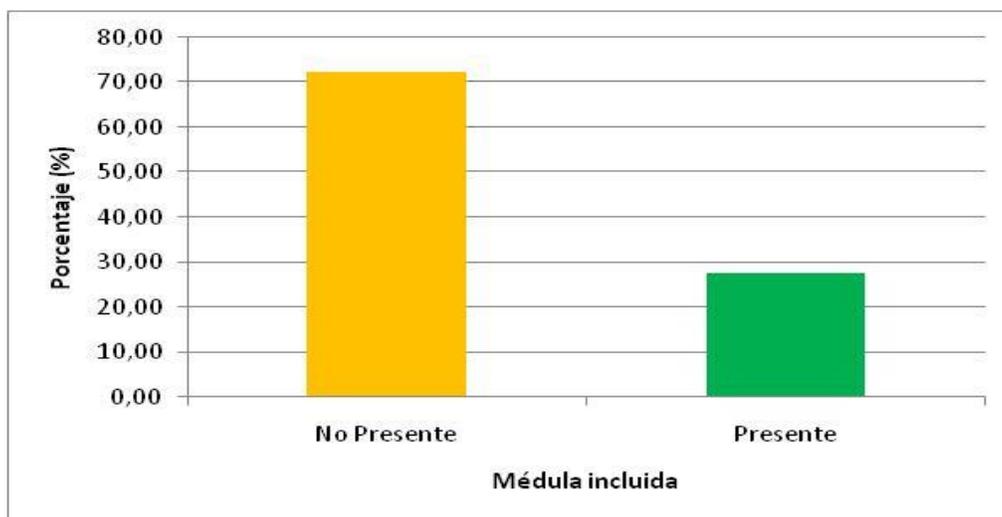
Los nudos vivos o sanos son defectos que pueden ser mejorados una vez que se efectúa el cepillado, disminuyendo visiblemente la presencia de estos, lo que se puede considerar como una variable la cual no influye con tanta importancia como lo son los nudos muertos.

#### 5.4.3 Médula incluida

La presencia de médula no es un defecto sino más bien un elemento anatómico característico. Se considera defecto debido a que su constitución es totalmente diferente a la madera, dado que presenta características de blandura, escasa resistencia y color que hace despreciables a las piezas de madera que lo contienen (Vignote y Martínez 2006).



**Figura 19.** Ejemplo de médula incluida en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.



**Figura 20.** Frecuencia de médula incluida en tablas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* evaluadas, febrero-abril 2012. Costa Rica.

Fuente: Datos de campo, 2012.

Se observó que apenas el 27,63% de las tablas evaluadas presentaron médula, sin embargo, es necesario contemplar este defecto debido a que la médula ejerce influencia sobre la resistencia de la madera (figura 20).

De acuerdo a lo que se encontró también para la médula incluida se resumen en el cuadro 16.

**Cuadro 16.** Dimensiones de médula incluida encontrados en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Dimensiones	Parámetro	Dimensión (cm)
<b>Ancho</b>	Min	0,01
	Max	2,43
<b>Largo</b>	Min	0,59
	Max	222,50

Fuente: Datos de campo, 2012.

Se encontró que en el bajo porcentaje (27,63%) de tablas con médula incluida, el largo máximo fue de 222,50 cm y el mínimo de 0,59 cm, mientras que el ancho máximo fue de 2,43 cm y el mínimo de 0,01 cm.

Dado que las características de la médula son bastante constante no existen medidas silviculturales que puedan reducir el tamaño de esta; sin embargo, se puede reducir su porcentaje del total de la madera al aumentar el turno de cosecha (Vignote y Martínez 2006).

#### 5.4.4 Otros defectos

Se incluyeron otros defectos como los daños por médula (figura 21) así como los agujeros por nudo (figura 22).

Se encontró que en el 99,6% de las tablas de madera no se presentaron daños por médula, sin embargo, en las tablas restantes el daño provocado fue necesario de tomar en cuenta debido a que ejerce una influencia directa tanto en su valor estético y de resistencia. Además que este defecto puede disminuir notablemente su valor comercial y en el peor de los casos tener que ser rechazado el material (cuadro 17).

**Cuadro 17.** Porcentaje de tablas (%) que presentaron daño por médula en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Area de daño (cm <sup>2</sup> )	%
0	99,60
26,40	0,13
96,87	0,13
280,89	0,13

Fuente: Datos de campo, 2012



**Figura 21.** Daño por médula en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

De acuerdo al cuadro 18 se observó que a pesar que el 96% de las tablas evaluadas no presentó nudos, es importante destacar que un 3,1% de las tablas presentó un nudo, un 0,54% dos nudos, un 0,27% tres nudos y un 0,13% presentó cuatro nudos. Este tipo de defectos a pesar que no son tan comunes son fundamentales en la clasificación de madera dado que disminuyen la categoría de calidad y en el peor de los casos podrían eliminar la tabla por completo.

**Cuadro 18.** Porcentaje de tablas (%) que presentaron agujeros por nudo (n) en las tablas evaluadas de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Número de nudos/tabla	%
0	96
1	3,1
2	0,54
3	0,27
4	0,13

Fuente: Datos de campo, 2012.



**Figura 22.** Agujeros por nudo en una tabla de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*. Guanacaste, 2012. Costa Rica.

A pesar que estos defectos (médula incluida y agujeros por nudo) se encontraron en bajas frecuencias para todas las tablas evaluadas, resultan importantes de tomar en cuenta dado que el efecto que tiene sobre la calidad de la madera es muy alto, disminuyendo su calidad y en el peor de los casos podría eliminar en su totalidad la pieza de madera del inventario.

### **5.5. Protocolo de medición de dimensiones y defectos para madera aserrada sin cepillo de *T. grandis*.**

El siguiente protocolo es una propuesta de medición para determinación visual de la calidad para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

La misma puede ser utilizada como base para otras especies maderables, pero es importante que se tomen en cuenta las características propias de la especie a clasificar. Esto se debe a que en el caso de maderas tropicales existe mucha variabilidad, ya sea por propiedades anatómicas, fisiológicas, así como las físico-mecánicas.

Esta norma es una re-estructuración de la norma INTE 06-07-02:2011 “Madera aserrada para uso general”, dado que contempla defectos y parámetros de clasificación establecidos dentro de esta norma pero incluye otros defectos no incluidos en la norma y necesarios en la evaluación de madera aserrada de *T. grandis*.

#### **5.5.1 Pasos para determinar la calidad:**

1. Determinar la especie
2. Determinar la peor cara de la tabla, la cara con mayor número de defectos.
3. Medir las dimensiones
4. Medir los defectos
5. Clasificar el grado de calidad

Se debe evaluar la tabla de madera en ambas caras y definir la cara más defectuosa o con mayor número de defectos. En el caso de que en ambas caras se presenten defectos, se establecerá la siguiente jerarquía de defectos, en orden descendente de importancia:

1. Médula incluida

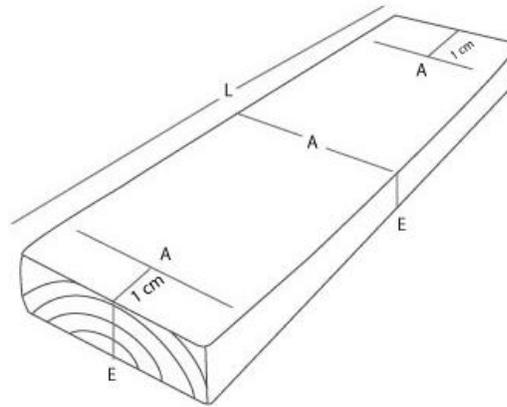
2. Albura
3. Nudos muertos

### 5.5.2 Medición de las dimensiones:

Tanto para el espesor, ancho y largo, se tomarán las unidades correspondientes al Sistema Internacional de Unidades.

Para la medición del espesor (en cm) se realizarán tres mediciones, una al centro y en cada extremo. Se puede utilizar un vernier o pie de rey si se desea

El ancho (en cm) se medirá de igual manera en tres puntos, una al centro pero para los extremos se realizarán a un centímetro (1 cm) de estos, tal como lo muestra la figura 23.



**Figura 23.** Medición de las dimensiones en una tabla de madera de *T. grandis* L.f

Para la medición del largo (en m) se realizará de extremo a extremo en la pieza de madera. Para cada grado de calidad se permite:

|

**Cuadro 29.** Clasificación de las dimensiones por grado de calidad para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*

Variable	Calidad		
	1	2	3
<b>Espesor (cm)</b>	Más 3 mm (1/8")	Más 3 mm (1/8")	No se contempla
<b>Ancho (cm)</b>	Más 3 mm (1/8")	Más 3 mm (1/8")	No se contempla
<b>Largo(cm)</b>	Más 50 mm (1/8")	Más 50 mm (1/8")	No se contempla

### 5.5.3 Medición de los defectos:

Se presenta la medición de defectos como: nudos, relación albura duramen, médula incluida, grietas, rajaduras, agujeros por nudo, daño por médula pique de montaña, arista faltante, corteza incluida, pudriciones, manchas y marcas de sierra.

De ser necesario se recomienda consultar la norma INTE 06-07-01:2010 “Norma de terminología de maderas”.

#### 5.5.3.1 Nudos:

Se clasificarán los nudos en vivos y muertos. Una vez clasificados se contarán la cantidad de nudos de cada tipo. Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 20.** Clasificación de los nudos por grado de calidad para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

Nudo	Calidad		
	1	2	3
<b>Vivo</b>	Max 2 por metro lineal	Max 5 por metro lineal	No se contemplan
<b>Muerto</b>	No se permiten	Max 1 por metro lineal	Max 1 por metro lineal

### 5.5.3.2 Relación albura- duramen:

Se establecerá la relación albura-duramen presente en cada pieza de madera.

Esta relación se establecerá en seis categorías, las cuales son:

**-Totalmente Albura (A):** aquella pieza de madera constituida al 100% por células vivas, generalmente reconocida por ser madera de color más claro que el duramen.

**-Totalmente Duramen (D):** pieza de madera que en su totalidad o más del 95% de la misma está constituida por células biológicamente inactivas o muertas. Por lo general es de un color totalmente distinto a la albura, mucho más oscuro.

**-Combinación de albura-duramen (C):** se establecieron cuatro grados de relación albura-duramen.

**C1:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue menor o igual al 25%.

**C2:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 25% y menor o igual al 50%.

**C3:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 50% pero menor o igual al 75%.

**C4:** cuando la relación de albura respecto al duramen en la pieza de madera fue mayor al 75 pero menor o igual al 95%.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 21.** Clasificación de la relación albura-duramen por grado de calidad

Relación albura-duramen	Calidad		
	1	2	3
%	Se admite D y C1	Se admite C2 y C3	A y C4

**5.5.3.3 Médula incluida:**

Se medirá el largo (en cm) y ancho (en cm) de médula incluida en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 22.** Largos (l) y anchos (a) de médula incluida permitidos por grado de calidad

Médula incluida	Calidad		
	1	2	3
Ancho (cm)	No se permite	Max 0,1 cm	Max 2,5 cm
Largo (cm)	No se permite	Max 1 cm	Max 200 cm

**5.5.3.4 Corteza incluida:**

No se permite la presencia de corteza para ninguna de los grados de calidad. Es importante destacar que este defecto se elimina con un posterior re aserrado.

**5.5.3.5 Grietas:**

Se medirá el largo (en cm) y número de grietas (n) en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 23.** Número de grietas (n) y largo (l) de grietas permitidos por grado de calidad

Grietas	Calidad		
	1	2	3
n	No se permite	Max 2 por metro lineal	Max 5 por metro lineal
l (cm)	No se permite	Menor o igual a 2 cm	Entre 2 y 5 cm

### 5.5.3.6. Rajaduras:

Se medirá solamente el largo (en cm) en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite.

**Cuadro 24.** Largo (l) de grietas permitido por grado de calidad

Rajaduras	Calidad		
	1	2	3
l (cm)	Máy. 3 cm y solamente en los extremos	Menor o igual a 2 cm	Entre 2 y 5 cm

### 5.5.3.7 Agujeros por nudo:

Se medirá solamente el número de agujeros por nudo (n) en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 25.** Número de agujeros por nudo (n) permitidos por grado de calidad

Agujeros por nudo	Calidad		
	1	2	3
n	No se permiten	Máximo 1 agujero	Máximo 2 agujeros

### 5.5.3.8 Daño por médula:

Se medirá el área (en cm<sup>2</sup>) de daño por médula en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 26.** Área de daño por médula (A) permitido por grado de calidad

Daño por médula	Calidad		
	1	2	3
A (cm <sup>2</sup> )	No se permiten	No se permiten	Máximo 25 cm <sup>2</sup>

### 5.5.3.9 Arista faltante:

Se medirá el ancho (cm) y el largo (en cm) en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 27.** Largo (l) y ancho (a) de arista faltante permitidos por grado de calidad

Arista faltante	Calidad		
	1	2	3
a (cm)	No se permite	Máx. 1/4 del espesor	Máx. 1/2 del espesor
l (cm)	No se permite	Máx. 1/4 de la longitud total	Máx. 1/2 de la longitud total

### 5.5.3.10 Pique de montaña:

Se medirá el número de piques de montaña (n) en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 28.** Número de pique de montaña (n) permitidos por grado de calidad

Pique de montaña	Calidad		
	1	2	3
N	No se permiten	Máx. 20 por metro lineal	No se consideran

### 5.5.3.11 Marcas de sierra:

Se evaluará la presencia de marcas de sierra en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 29.** Parámetro de marcas de sierra (p) permitidos por grado de calidad

Marcas de motosierra	Calidad		
	1	2	3
P	No se permiten	No se permiten	Se permiten

### 5.5.3.12 Pudriciones:

No se permite la presencia pudriciones para ninguno de los grados de calidad.

### 5.5.3.13 Manchas:

Se evaluará la presencia de manchas en cada pieza de madera aserrada.

Para cada grado de calidad se permite:

**Cuadro 30.** Parámetro de manchas (p) permitidos por grado de calidad

Manchas	Calidad		
	1	2	3
P	No se permiten	Sólo superficiales	No se consideran

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros de clasificación por grado de calidad para los diferentes defectos evaluados para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*

**Cuadro 31.** Defectos incluidos en la evaluación de madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* por grado de calidad.

Defecto		Calidad		
		1	2	3
Nudo	Vivo	Max 2 por metro lineal	Max 5 por metro lineal	No se contemplan
	Muerto	No se permiten	Max 1 por metro lineal	Max 3 por metro lineal
Relación albura duramen		Se admite D y C1	Se admite C2 y C3	A y C4
Médula incluida	a (cm)	No se permite	Max 0,1 cm	Max 2,5 cm
	l (cm)	No se permite	Max 1 cm	Max 200 cm
<i>Continúa...</i>				
Corteza incluida	p	No se permite	No se permite	No se permite
	n	No se permite	Max 2 por metro lineal	Max 5 por metro lineal
Grietas	l (cm)	No se permite	Menor o igual a 2 cm	Entre 2 y 5 cm
Rajaduras	l (cm)	Máx. 3 cm y solamente en los extremos	Menor o igual a 2 cm	Entre 2 y 5 cm
Agujeros por nudo	n	No se permiten	Máximo 1 agujero	Máximo 2 agujeros
	a (cm)	No se permite	Máx. 1/4 del espesor	Máx 1/2 del espesor
Arista faltante	l (cm)	No se permite	Máx. 1/4 de la longitud total	Máx. 1/2 de la longitud total
Daño por médula	A (cm)	No se permiten	No se permiten	Máximo 25 cm <sup>2</sup>
Pique de montaña	n	No se permiten	Máx. 20 por metro lineal	No se consideran
Marcas de motosierra	p	No se permiten	No se permiten	Se permiten
Pudriciones	p	No se permiten	No se permiten	No se permiten
Manchas	p	No se permiten	Sólo superficiales	No se permiten
Pudriciones	p	No se permiten	No se permiten	No se permiten

### 5.6. Comportamiento de los precios de madera aserrada sin cepillo de *T. grandis*.

El cuadro 32 muestra el grado de calidad de las piezas de madera evaluadas de *T. grandis* tanto para las dimensiones como para los defectos.

**Cuadro 32.** Porcentaje de dimensiones y defectos (%) por grado de calidad en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* de acuerdo a la norma INTE 06-07-02:2011, febrero-abril 2012, Costa Rica.

Variable	Calidades		
	1	2	3
<b>Espesor*</b>	46,36	0,00	20,08
<b>Ancho*</b>	18,33	6,33	7,82
<b>Largo*</b>	1,75	0,81	1,08
<b>Agujeros</b>	97,17	0,00	2,83
<b>Alabeo</b>	97,17	0,00	2,83
<b>Arista faltante</b>	97,17	2,83	0,00
<b>Pudrición</b>	99,73	0,27	0,00
<b>Grietas</b>	95,15	0,67	4,18
<b>Rajaduras</b>	86,66	7,95	5,39
<b>Corteza incluida</b>	90,30	0,00	9,70
<b>Nudos (vivos o sanos)</b>	99,19	0,81	0,00
<b>Marcas de moto sierra</b>	99,33	0,00	0,67
<b>Taladrado</b>	99,06	0,94	0,00
<b>Promedio</b>	<b>79,03</b>	<b>1,59</b>	<b>4,20</b>

\*Estos valores no completan el 100% debido a que los valores faltantes se clasificaron como SMN que para efectos de precios no se incluyeron en este apartado.

El 79,03% de las piezas de madera evaluada se clasificó en calidad 1 lo que indica que a nivel general la calidad de la madera aserrada de *T. grandis* presenta características idóneas de comercialización tanto a nivel nacional como internacional.

En el cuadro 33 se presenta un resumen de los precios para madera aserrada sin cepillo de *T. grandis* tanto para empresas como lo reportado de acuerdo a los boletines de la Oficina Nacional Forestal (ONF).

De acuerdo a este cuadro la calidad de la madera de *T. grandis* evaluada tiene un precio de mercado de ¢1174,33/PMT y de \$1074/m<sup>3</sup>. Por otra parte el 1,59% de las piezas evaluadas en

general presentó calidad 2, lo que en el mercado esta madera tiene un valor de ¢ 880,75/PMT y de \$805,76/m<sup>3</sup>.

Esta situación resulta muy favorable para las empresas nacionales tanto para comercializar la madera evaluada a nivel nacional como internacional ya que por una parte la calidad de las piezas de madera evaluadas en su mayoría se establecieron como calidad 1 y 2 y por otro lado el precio de venta es muy interesante de tomar en cuenta dado que el total de las piezas de madera evaluadas tienen un valor de ¢ 2 055,08/PMT y de \$1 880,1/m<sup>3</sup>.

Se eliminó la calidad 3 para establecer un precio de venta ya que esta calidad no establece ni el mínimo de requisitos (en dimensiones y defectos) como para poder comercializar madera con estas características, realmente el mercado nacional no lo utilizaría y mucho menos el internacional.

Es importante señalar que el mercado nacional se enfoca en vender solamente calidad 1 y 2; por lo que esto nos evidencia que existe una gran cantidad de material como calidad 3 la cual se está clasificando como 2.

**Cuadro 33.** Precio teca verde y sin cepillo en Pulgadas Madereras Ticas (PMT) en colones y en Metros Cúbicos (m<sup>3</sup>) en dólares por grado de calidad en colones sin impuesto de venta.

Industria	Calidad		
	1	2	3
<b>ABANCARÍ S.R.L</b>	1200	900	0
<b>Aserradero San Cristóbal</b>	1100	825	0
<b>Oficina Nacional Forestal (2011)</b>	1223	917,25	0
<b>Promedio (¢/PMT)</b>	<b>1174,33</b>	<b>880,75</b>	<b>0,00</b>
<b>Promedio (\$/m3)</b>	<b>1074,34</b>	<b>805,76</b>	<b>0,00</b>

De acuerdo a Molano y Mejía (2010) en cuanto a la comercialización de madera, los autores comentan que el desafío más importante para los propietarios con plantaciones de *T. grandis* es la producción de madera aceptable en los mercados internacionales de ahí la importancia

de establecer un sistema de calificación estandarizado para madera aserrada y otros productos.

Mencionan además que la estandarización ayudaría a los compradores a saber exactamente lo que se está ofreciendo para la venta, sin necesidad de visitar a cada productor para inspeccionar sus productos personalmente.

## VI. CONCLUSIONES

---

Al validar la norma INTE 06-07-02:2011 se concluye que:

- En el aserrío de *T. grandis* no existe un patrón de corte ajustado a las medidas nominales establecidas para el espesor, ancho y largo en todas las industrias evaluadas debido a la falta de capacitación del personal en la norma.
- Los parámetros de clasificación por defecto establecidos en la norma se ajustaron a los defectos encontrados para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis*.
- Los defectos más comunes en madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* fueron médula incluida y nudos muertos.
- Los nudos muertos y médula incluida fueron defectos no incluidos dentro de la norma; necesarios en la evaluación visual en grados de calidad para madera aserrada de *T. grandis*.
- El protocolo de medición para madera verde aserrada sin cepillo de *T. grandis* estableció la medición y clasificación de defectos por grados de calidad así como las dimensiones de aserrío en espesor, ancho y largo.
- Los precios para *T. grandis* en Costa Rica no están influenciados por la calidad de madera aserrada.

## VII. RECOMENDACIONES

---

### A las empresas

- Establecer un patrón de corte ajustado a las medidas nominales establecidas en la norma INTE 06-07-02:2011
- Examinar continuamente el calibrage de la maquinaria utilizada en el aserrío de madera.
- Realizar raleos oportunos con miras de mejoramiento de calidad de la madera a cosechar.
- Realizar capacitaciones al personal en planta en cuanto a clasificación en grados de calidad de madera aserrada
- Establecer los precios de acuerdo a la calidad de madera con el fin de dar mayor valor agregado a la madera aserrada.

### Al comité Técnico de la norma INTE 06-07-02:2011

- Realizar una evaluación en madera de *T. grandis* seca y cepillada.
- Establecer para el largo las medidas nominales.
- Dar a conocer las diferentes normas publicadas por INTECO a las diferentes industrias existentes en el país.
- Crear personal capacitado en la inspección de maquinaria de aserrío.

## V. BIBLIOGRAFÍA

---

- Arias, G. 2004. Análisis del impacto económico y social de las plantaciones forestales en Costa Rica. Fundación para el desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR). San José, CR. 25 p.
- Berrocal, A; Rojas, I. 2007. Resistencia de la madera de teca (*Tectona grandis* L.f.) proveniente de plantaciones forestales ante el ataque de termitas de madera seca *Cryptotermes brevis* (Walker). Revista Kurú Forestal: 4(10): 1-15.
- Castro, F; Raigosa, J. 2000. Crecimiento y propiedades físico mecánicas de la madera de teca (*Tectona grandis*) de 17 años de edad en San Joaquín de Abangares, Costa Rica. Agronomía Costarricense (CR): 24(2): 7-23.
- Dokmai Dogma, 2012. Consultado el 12 de noviembre, 2011. Disponible en: <http://dokmaidogma.files.wordpress.com/2011/07/tectona-grandis-blossom-72-2011.jpg>
- Govaere, G; Carpio, I; Cruz, L. 2003. Descripción anatómica y Propiedades físicas y mecánicas de *Tectona grandis*. In Memoria del “Seminario y grupo de discusión virtual sobre teca, 26-27 y 28 de 18 noviembre de 2003”. Heredia, CR, Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Consultado el 26 octubre 2011. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/ARTICULO%20LPF%201.pdf>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). 2012. Normalización Técnica: Herramientas para la Competitividad. INTECO; Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). 23 p.
- ISTF (Sociedad Internacional de Bosques Tropicales, US). 2009. Manejo de plantaciones de la teca para productos sólidos. Maryland, US.

- Keogh, R.M. 1996. TEAK 2000: A consortium support for greatly increasing the contribution of quality tropical hardwood plantations to sustainable development. Londres, IIMAD.
- Londoño, A. 2007. Defectos en la madera y estándares de calidad para la venta de madera. In Foro economía de la madera. 2007. Ponencia. CO.
- Molano, Juan C; Mejía, L. 2010. Estudio de Mercado de madera de Teca para exportación desde el Urabá antioqueño. Tesis. Universidad de Medellín. Disponible en: <http://cdigital.udem.edu.co/TESIS/CD-ROM52142010/08.Capitulo2.pdf>
- Moya, R. 2007. Industrialización y comercialización de madera proveniente de plantaciones forestales en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente. No 49-50: 154-162.
- Murillo, O. 2003. ¿Cómo estimar la calidad de las plantaciones de la materia prima desde el árbol del pie?: El caso de la Teca en Costa Rica. In Memoria del Seminario “Industria y comercialización de productos forestales en Latinoamérica”. Heredia, CR, 9-10 y 11 de abril 2003. Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales (UNA). Instituto de Investigaciones en Ingeniería (UCR).pp 91-100.
- O’Neill, H. 2004. Estimación de la calidad de la madera producida en el Uruguay para uso estructural y su evaluación en servicio por métodos no destructivos. En Notas Técnicas, Departamento de Proyectos Forestales, Nota Técnica N° 4. Noviembre 2004.
- Oficina Nacional Forestal (ONF). 2011. Precios de la madera en Costa Rica 2011 y tendencias de las principales especies comercializadas. Heredia, CR, ONF. 19 p.
- Padmanabha, H.S . 2006. Informe Internacional sobre la Teca. 6 p. (Product Disclosure Statement-Rewards Group Teak Project “International Teak Market Report”).
- Pandey, D; Brown, C . 2000. Teca: Una Visión Global. Unasyuva v. 51 (201). pp

Pérez, LD; Kanninen, M. 2003. Hacia el manejo intensivo de la Teca (*Tectona grandis*) en Centroamérica. Consultado el 23 octubre 2011. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/PerezyKanninen1.pdf>

PN INTE 06 – 07 – 01. 2011. Norma de terminología de maderas. Primera Edición. INTE CTN 06. San José, Costa Rica. 37 p.

PN INTE 06 – 07 – 03 – 09, 2008. Madera estructural – Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual. Primera Edición. INTE CTN 06. San José, Costa Rica. 37 p.

Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Consumo de madera en troza por dos aserraderos portátiles con sierra de banda horizontal. *Agronomía Costaricense* 29(2):17-25.

Sáenz, M.; Serrano, J.R. 2003. Trabajabilidad de teca (*Tectona grandis*) de Costa Rica y Panamá. Seminario y grupo de discusión virtual de Teca. INISEFOR, UNA. Heredia, Costa Rica.

Schmincke, H. 2000. Plantaciones de teca en Costa Rica: la experiencia de la empresa Precious Woods. *Unasylva* v. 51 (201). pp 29-35

Serrano, R. 2003. La Industria Forestal en Costa Rica y su desenvolvimiento. La Industria y la comercialización de productos forestales en Latinoamérica. INISEFOR (Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional); INII (Instituto de Investigaciones en Ingeniería, Universidad de Costa Rica). Heredia, CR. 262 p.

Sociedad Internacional de Forestales Tropicales. 2009. Manejo de Plantaciones de la Teca para productos sólidos. Informe Especial, diciembre 2009. Consultado el 25 octubre 2011. Disponible en: [http://www.istf-bethesda.org/specialreports/teca\\_teak/teca.pdf](http://www.istf-bethesda.org/specialreports/teca_teak/teca.pdf)

Vignote, S; Martínez. I. 2006. Tecnología de la madera. MUNDI-PRENSA Libros S.A. 3 ed.

Weaver, P. 1993. *Tectona grandis* L.f Teak. New Orleans, US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Forest Experiment Station. SO-ITF-SM-64. 18 p.