

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**INFLUENCIA DEL ESPACIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS
FACTORES SOBRE EL DESARROLLO DE TORCEDURAS Y GRIETAS
EN MADERA PROVENIENTE DE PLANTACIONES DE TECA**
(Tectona grandis L.f.)

PRECIOUS WOODS S.A.
GARZA, GUANACASTE, COSTA RICA.

Vivian Chaves Quirós

CARTAGO NOVIEMBRE, 2001

**INFLUENCIA DEL ESPACIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS FACTORES SOBRE EL
DESARROLLO DE TORCEDURAS Y GRIETAS EN MADERA PROVENIENTE DE
PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*)**

**PRECIOUS WOODS S.A.
GARZA, GUANACASTE, COSTA RICA**

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de bachiller en Ingeniería Forestal.

Miembros del Tribunal

**Ing. Rafael Serrano Montero Ph.D
Profesor Guía**

**Ing. Rafael Córdoba Foglia M.Sc
Profesor Lector**

**Ing. Ronald Guerrero Aguilar
Representante de Precious Woods**

INFLUENCIA DEL ESPACIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS FACTORES SOBRE EL DESARROLLO DE TORCEDURAS Y GRIETAS EN MADERA PROVENIENTE DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*)

**PRECIOUS WOODS S.A.
GARZA, GUANACASTE, COSTA RICA**

Vivian Chaves Quirós¹

RESUMEN

Se evaluó la influencia de 3 distanciamientos de siembra (3.5x3.5, 5x5 y 6x2 m), de la posición de la troza en el árbol y de la posición de las piezas dentro de la troza, sobre el desarrollo de torceduras y grietas en madera proveniente de plantaciones de *Tectona grandis* ubicadas en Garza, Guanacaste, pertenecientes a la empresa Precious Woods S.A. (MACORI); después del aserrío, secado y moldurado realizado en la empresa Panamerican Woods S.A., ubicada en Nandayure, Guanacaste.

El distanciamiento de 5x5 m presentó los mayores valores de torceduras y grietas. El lote de 3.5x3.5 m presentó los menores valores de alabeo (2.3, 1.6 y 2.0 mm) y el de 6x2 m, los menores valores de arqueadura (4.2, 2.4 y 1.9 mm), número de grietas (0.8, 2.1 y 2.5) y longitud de la grieta más larga (12.1, 11.6 y 22.7 cm). En cuanto a la encorvadura, que es muy importante para la producción de piso, el distanciamiento no resultó ser un factor significativo. Esto para los tres estados analizados: verde, seco y moldurado.

La posición de troza A (primera troza) presentó menores valores de torceduras y grietas con respecto a la troza B (segunda troza); y las piezas en posición tangencial mostraron menos torceduras y grietas que las de posición radial.

¹ Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2001.

En el alabeo, se presentó diferencia significativa en la interacción de posición de la troza con distanciamiento. En la encorvadura se presentó diferencia significativa en la interacción de posición de la troza con posición de la pieza dentro de la troza. En la arqueadura se presentó diferencia significativa para los factores distanciamiento y posición de la troza, tomándolos individualmente. En el número promedio de grietas se presentó diferencia significativa para los factores distanciamiento, posición de la troza y posición de la pieza dentro de la troza, tomándolos individualmente. En la longitud de grieta más larga se presentó diferencia significativa en la interacción de posición de la troza con distanciamiento.

Para corregir las torceduras sería muy beneficioso implementar el método de aserrío conocido por sus siglas en inglés como el sistema SDR (Saw-Dry-Rip) para tratar las piezas radiales y las de la segunda troza.

Palabras clave: distanciamiento, posición de troza, posición de pieza, torceduras, grietas, aserrío, secado, moldurado, *Tectona grandis*.

INFLUENCE OF SPACING AND OTHER FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF WARP AND SPLITS IN PLANTATIONS' WOOD OF TECA (*Tectona grandis*)

PRECIOUS WOODS S.A.
GARZA, GUANACASTE, COSTA RICA

Vivian Chaves Quirós*

ABSTRACT

The study evaluated the influence of 3 spacing (3.5x3.5, 5x5 and 6x2 m), the position of log in the tree and the position of the pieces within the log, on the development of warp and splits in plantations' wood of *Tectona grandis* located in Garza, Guanacaste, pertaining to Precious Woods S.A company; after sawing, drying and moulding in Panamerican Woods S.A company, located in Nandayure, Guanacaste.

The spacing of 5x5 m presented the major values of warp and splits. The lot of 3.5x3.5 m presented the smaller values of twist (2,3, 1,6 and 2,0 mm) and the one of 6x2 m, the smaller values of bow (4,2, 2,4 and 1,9 mm), number of splits (0,8, 2,1 and 2,5) and length of the longest split (12,1, 11,6 and 22,7 cm). As far as the crook, that is very important for the floor production, the spacing did not turn out to be a significant factor. This for the three analysed states: green, dry and moulding.

The log position A (first log) presented minors values of warp and splits with respect to log B (second log); and the pieces in tangential position showed less warping and splits than those of radial position.

*Report of Speciality Practice, School of Forestry Engineering, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2001.

For twist, significant difference in the interaction position of log with spacing appeared. In crook significant difference in the interaction position of log with position of the pieces within the log appeared. In bow significant difference for the factors spacing and position of log appeared taking them individually. In the number of splits, significant difference for the factors spacing, position of log and position of the pieces within the log appeared, taking them individually. In the length of longer split significant difference in the interaction position of log with spacing appeared.

In order to correct the defects of warping it would be very beneficial to implement the method of sawing known like SDR, by his abbreviations (Saw-Dry-Rip), to treat the radial pieces and those from the second log.

Key words: spacing, position of log, position of piece, warp, splits, sawing, drying, moulding, *Tectona grandis*.

DEDICATORIA

A mi familia, por brindarme
su apoyo y consejos
en todo momento.

A mami, por toda su ayuda,
dedicación y por ser
siempre mi guía en todo.

A todos los quiero muchísimo.

*El futuro pertenece a aquellos
que creen en la belleza
de sus sueños*

Eleanor Roosevelt

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por darme salud y permitirme concluir mis estudios en esta universidad, con la realización de mi práctica de especialidad.

Quiero agradecer a la Empresa Precious Woods S.A. (MACORI), por el apoyo logístico y económico brindado para llevar a cabo este proyecto, principalmente al Ing. Ronald Guerrero y a los trabajadores, que me ayudaron e hicieron posible la ejecución del mismo.

También un agradecimiento a la Empresa Panamerican Woods S.A., por brindarme su ayuda en las labores de procesamiento de la madera y elaboración de piso. En especial quiero dar gracias al Ing. Sergio Chacón, Gerente de Planta y al Ing. Víctor Zúñiga, Gerente Técnico, por su gran apoyo durante la elaboración de este trabajo.

Quisiera expresar un profundo agradecimiento al Ing. Rafael Serrano Montero, mi profesor guía, por toda su ayuda y acertados consejos, los cuales fueron fundamentales para llevar a cabo este trabajo.

Al Ing. Rafael Córdoba Foglia, por ser mi profesor lector, con su ayuda logré mejorar la redacción del documento.

Finalmente quisiera agradecer a todos mis familiares, profesores, compañeros y amigos que han estado conmigo a lo largo de estos cinco años de universidad y principalmente durante la elaboración de este trabajo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	III
ABSTRACT	V
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTOS 7	VIII
INDICE DE CUADROS	XI
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE ANEXOS	XV
INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVO GENERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
REVISIÓN DE LITERATURA	24
TENSIONES DE CRECIMIENTO	24
TORCEDURAS Y GRIETAS EN TROZAS Y MADERA ASERRADA	26
OTROS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA APARICIÓN DE LAS TORCEDURAS EN LA MADERA	31
ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LOS EFECTOS DE LAS TENSIONES DE CRECIMIENTO	34
TORCEDURAS EN LA MADERA POR EFECTOS DEL SECADO	36
ASERRÍO DE MADERA DE PLANTACIONES	37
PROCESO SDR (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	38
SECADO DE LA MADERA	39
<i>Definición</i>	39
<i>Humedad de la madera</i>	39
<i>Importancia del secado de la madera</i>	39
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	41
SECADO ARTIFICIAL DE LA MADERA	41
MOLDURADO	42
CEPILLADO	42
METODOLOGÍA	43
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	43
DESCRIPCIÓN DEL SITIO	46
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LOS LOTES	48
<i>Selección de los árboles y variables medidas en el campo</i>	48
<i>Variables calculadas para árboles</i>	51
<i>Variables calculadas para trozas</i>	53
ASERRÍO Y SECADO DE LA MADERA Y ELABORACIÓN DE PISO MACHI-HEMBRADO	56
MODELO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	65

Cont... siguiente página

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
VARIABLES DE LOS ÁRBOLES Y LAS TROZAS	67
ANÁLISIS DE MADERA ASERRADA PARA CADA UNO DE LOS ESTADOS ESTUDIADOS.....	70
<i>Madera en estado verde</i>	70
<i>Madera en estado seco</i>	72
<i>Madera en estado moldurado</i>	73
ANÁLISIS DE VARIABLES PARA LOS DIFERENTES ESTADOS EN MADERA ASERRADA	77
ANÁLISIS DE VARIABLES PARA LOS DIFERENTES ESTADOS EN MADERA ASERRADA TOMANDO EN CUENTA DIFERENTES FACTORES	84
VOLÚMENES Y RENDIMIENTOS DE ASERRÍO	96
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto del diámetro sobre el volumen y la producción en tres tipos de trozas para un consumo de 20 m ³ /día.	37
Cuadro 2.. Información de las plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza de MACORI.	47
Cuadro 3. Uso actual de la tierra en finca Garza de MACORI	48
Cuadro 4. Especificaciones del horno utilizado para el secado y su respectivo control en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	59
Cuadro 5. Especificaciones de las máquinas utilizadas para el proceso de lijado y laqueado para la elaboración de piso en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	64
Cuadro 6. Mediciones promedio de variables dasométricas de diferentes lotes de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	67
Cuadro 7. Mediciones promedio de copa de árboles de diferentes lotes de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.....	68
Cuadro 8. Mediciones promedio realizadas en trozas de diferentes lotes de <i>Tectona grandis</i> de finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.....	69
Cuadro 9. Valores promedio de torceduras y grietas en verde para diferentes factores, medidos en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.....	70
Cuadro 10. Valores promedio de torceduras y grietas después del secado para diferentes factores, medidos en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	72
Cuadro 11. Valores promedio de torceduras y grietas después del moldurado para diferentes factores, medidos en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	74
Cuadro 12. Volúmenes y rendimientos para madera de <i>Tectona grandis</i> , procesada en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las tensiones de crecimiento longitudinales en el fuste.	24
Figura 2. Tipos de piezas a medir según la posición en la troza.....	26
Figura 3. Torceduras y rajaduras debidas a la liberación de las tensiones de crecimiento.	27
Figura 4. Grietas típicas en trozas.....	30
Figura 5. Torceduras y grietas en madera aserrada.....	31
Figura 6. Técnica de corte apropiada para evitar rajaduras en trozas	34
Figura 7. Piezas de madera de <i>Tectona grandis</i>	45
Figura 8. Plantaciones de teca (<i>Tectona grandis</i>) de 11 años de edad de finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.....	49
Figura 9. Patrón de corte utilizado para calcular el diámetro requerido de las trozas de finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.....	51
Figura 10. Diagrama imaginario de la copa de un árbol con las proyecciones medidas por puntos cardinales, finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.....	53
Figura 11. Diagrama de una troza con las mediciones realizadas para calcular la excentricidad de médula, finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	54
Figura 12. Aserrío de trozas con la sierra múltiple alternativa, Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.....	57
Figura 13. Apilado de madera de teca (<i>Tectona grandis</i>) para su secado, Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.	58
Figura 14. Proceso de moldurado de piezas de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.	60
Figura 15. Proceso de lijado de madera para la elaboración de piso de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.....	62
Figura 16. Proceso de aplicación de selladores para la elaboración de piso de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.....	62
Figura 17. Proceso de lijado después del sellado de madera para la elaboración de piso de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.	63

Figura 18. Proceso de laqueado para la elaboración de piso de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.	63
Figura 19. Proceso de curado ultravioleta para la elaboración de piso de teca (<i>Tectona grandis</i>), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.....	64
Figura 20. Diagrama del modelo experimental usado en el estudio.....	65
Figura 21. Valores promedio de encorvadura después del moldurado para posición de pieza y posición de la troza en el árbol, medidos en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure. 2001.	75
Figura 22. Alabeo promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.....	77
Figura 23. Trozas irregulares y formas de colocarlas al pasar por los rodillos en el proceso de aserrío.	79
Figura 24. Encorvadura promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	79
Figura 25. Arqueadura promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.....	81
Figura 26. Número promedio de grietas para cada uno de los estados, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	82
Figura 27. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste, Garza. 2001.	83
Figura 28. Alabeo promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	84
Figura 29. Alabeo promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001	85
Figura 30. Encorvadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	86

Figura 31. Arqueadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure. 2001.	88
Figura 32. Arqueadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	89
Figura 33. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y distanciamiento de siembra, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	90
Figura 34. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y posiciones de troza, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	91
Figura 35. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y posiciones de pieza, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	92
Figura 36. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y posiciones de cara, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	93
Figura 37. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y distanciamiento de siembra, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	94
Figura 38. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	95

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Mediciones de variables dasométricas del lote 1 (distanciamiento de 3.5x3.5 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	112
ANEXO 2. Mediciones de variables dasométricas del lote 2 (distanciamiento de 5x5 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	112
ANEXO 3. Mediciones de variables dasométricas del lote 3 (distanciamiento de 6x2 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	113
ANEXO 4. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 1 (distanciamiento de 3.5x3.5 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	114
ANEXO 5. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 2 (distanciamiento de 5x5 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	115
ANEXO 6. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 3 (distanciamiento de 6x2 m) de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	116
ANEXO 7. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> en estado verde.	117
ANEXO 8. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	117
ANEXO 9. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza)	118
ANEXO 10. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde para la posición de troza A de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	118
ANEXO 11. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> en estado verde.	119
ANEXO 12. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde de piezas de posición tangencial de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	119
ANEXO 13. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> en estado seco.	120
ANEXO 14. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	120

ANEXO 15. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza)	121
ANEXO 16. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco para la posición de troza A de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	121
ANEXO 17. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> en estado seco.....	122
ANEXO 18. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco de piezas de posición tangencial de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	122
ANEXO 19. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado.	123
ANEXO 20. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en piezas después del moldurado para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.	123
ANEXO 21. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado.	124
ANEXO 22. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en piezas después del moldurado, para la posición de troza A de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.....	124
ANEXO 23. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado.	125
ANEXO 24. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo después del moldurado, en piezas de posición tangencial de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.....	125
ANEXO 25. Mediciones de torceduras y grietas, en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	126
ANEXO 26. Mediciones de torceduras y grietas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	128
ANEXO 27. Mediciones de torceduras y grietas en piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> , Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.	130
ANEXO 28. Análisis de varianza para el alabeo en madera en estado verde.....	132
ANEXO 29 . Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado verde.	132
ANEXO 30. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado verde.	133

ANEXO 31. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado verde.....	133
ANEXO 32. Análisis de varianza para la longitud de la grieta más larga en madera en estado verde.....	134
ANEXO 33. Análisis de varianza para el alabeo en madera en estado seco.	134
ANEXO 34. Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado seco.....	135
ANEXO 35. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado seco.	135
ANEXO 36. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado seco.	136
ANEXO 37. Análisis de varianza para la longitud de grieta más larga en madera en estado seco.	136
ANEXO 38. Análisis de varianza para alabeo en madera en estado moldurado.....	137
ANEXO 39. Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado moldurado.....	137
ANEXO 40. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado moldurado.	138
ANEXO 41. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado moldurado. .	138
ANEXO 42. Análisis de varianza para la longitud de grieta más larga en madera en estado moldurado.	139
ANEXO 43. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en verde.	139
ANEXO 44. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la encorvadura de madera en verde.	139
ANEXO 45. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en la arqueadura de madera en verde.	140
ANEXO 46. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la arqueadura de madera en verde.	140
ANEXO 47. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en verde.	140
ANEXO 48. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en verde.	141
ANEXO 49. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la longitud de grieta más larga de madera en verde.	141

ANEXO 50. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en estado seco.....	141
ANEXO 51. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la encorvadura de madera en estado seco.	142
ANEXO 52. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la arqueadura de madera en estado seco.	142
ANEXO 53. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en estado seco.	142
ANEXO 54. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en estado seco.	143
ANEXO 55. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en la longitud de grieta más larga de madera en estado seco.	143
ANEXO 56. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la longitud de grieta más larga de madera en estado seco.	143
ANEXO 57. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en estado moldurado.	144
ANEXO 58. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el alabeo de madera en estado moldurado.	144
ANEXO 59. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la encorvadura de madera en estado moldurado.	144
ANEXO 60. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el número de grietas de madera en estado moldurado.	145
ANEXO 61. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en estado moldurado.	145
ANEXO 62. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en estado moldurado.	145
ANEXO 63. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la longitud de grieta más larga de en madera estado moldurado.	146
ANEXO 64. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para el alabeo en los tres estados de la madera aserrada.	146
ANEXO 65. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la encorvadura en los tres estados de la madera aserrada.	146

ANEXO 66. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la arqueadura en los tres estados de la madera aserrada.	147
ANEXO 67. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para el número de grietas en los tres estados de la madera aserrada.	147
ANEXO 68. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la longitud de la grieta más larga en los tres estados de la madera aserrada.	148
ANEXO 69. Análisis de regresión para alabeo en verde, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste.	149
ANEXO 70. Análisis de regresión para alabeo en verde, del distanciamiento de 5x5 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	150
ANEXO 71. Análisis de regresión para la arqueadura en verde, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 5x5 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	151
ANEXO 72. Análisis de regresión para la arqueadura en verde, del distanciamiento de 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	151
ANEXO 73. Análisis de regresión para la longitud de grieta más larga en verde, de piezas de posición radial, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	152
ANEXO 74. Análisis de regresión para alabeo en seco, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	152
ANEXO 75. Análisis de regresión para alabeo en seco, del distanciamiento de 5x5 y 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	153
ANEXO 76. Análisis de regresión para arqueadura en seco, de la posición de troza B, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	153
ANEXO 77. Análisis de regresión para alabeo moldurado, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	154
ANEXO 78. Análisis de regresión para alabeo moldurado, del distanciamiento de 5x5 metros de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	154

ANEXO 79. Análisis de regresión para el número de grietas en moldurado, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 5x5 metros, de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	155
ANEXO 80. Análisis de regresión para la longitud de grieta más larga en moldurado, de la posición de troza B de <i>Tectona grandis</i> en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	155
ANEXO 81. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para el alabeo verde, seco y moldurado.	156
ANEXO 82. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la encorvadura verde, seco y moldurado.	157
ANEXO 83. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la arqueadura en verde, seco y moldurado.	158
ANEXO 84. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para el número de grietas en verde, seco y moldurado.	159
ANEXO 85. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la longitud de grieta más larga en verde, seco y moldurado.	160
ANEXO 86. Volúmenes de trozas de <i>Tectona grandis</i> para cada uno de los lotes evaluados en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	161
ANEXO 87. Volumen de piezas en estado verde sin sanear de madera de <i>Tectona grandis</i> , proveniente de finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	162
ANEXO 88. Volúmenes de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado y saneado, proveniente del lote 1 (3.5x3.5 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	163
ANEXO 89. Volúmenes de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado y saneado, proveniente del lote 2 (5x5 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	165
ANEXO 90. Volúmenes de madera de <i>Tectona grandis</i> después del moldurado y saneado, proveniente del lote 3 (6x2 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	168
ANEXO 91. Volúmenes de piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	170
ANEXO 92. Volúmenes de piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	171
ANEXO 93. Volúmenes de piezas de madera de <i>Tectona grandis</i> sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.	173

INTRODUCCIÓN

En nuestro país las plantaciones forestales iniciaron su actividad con mayor énfasis en la década de los ochenta, por lo que actualmente están produciendo materia prima utilizable para la obtención de madera aserrada y otros productos.

Esta materia prima, de diámetros pequeños, ha podido ser procesada gracias a importantes desarrollos en tecnología que se han podido alcanzar. Se trata de todo un proceso de aserrío y secado para posteriormente convertir esta madera en un producto final, ya sea productos principalmente para construcción o de madera sólida para múltiples usos.

Existen en todos los árboles unas fuerzas catalogadas como esenciales para mantener la verticalidad de los mismos. Estas fuerzas, que se desarrollan en la madera de plantas en crecimiento, se conocen como **tensiones de crecimiento**.

Las tensiones de crecimiento en la madera son liberadas durante el proceso de volteo y conforme se lleva a cabo el proceso de aserrío, provocándose así **grietas** en las trozas y **torceduras** en las piezas aserradas. Además se producen torceduras adicionales, durante el proceso de secado debido a las contracciones de la madera.

Los defectos en la madera no se pueden controlar completamente, ya que la madera es un material de origen natural y presenta una constitución anatómica anisotrópica e higroscópica a base de fibras. Además las condiciones ambientales que afectan al árbol durante su crecimiento provocan que la planta reaccione a éstos produciendo anomalías en su desarrollo, los cuales al ser procesada la madera aparecen en forma de defectos.

Se ha descubierto que las tensiones de crecimiento podrían ser afectadas por prácticas silviculturales y genéticas. Es por esto que el espaciamiento de las plantaciones es un factor importante que se debe tener presente.

En la Empresa Precious Woods S.A. (MACORI), existen plantaciones de *Tectona grandis* sembradas a diferentes espaciamientos y edades. Al identificar el distanciamiento óptimo, aunado a factores como posición de troza en el árbol y posición de las piezas (radial o tangencial) en la troza que proporcionen madera con menos defectos, se va a asegurar un producto de mejor calidad, es decir, menos grietas y menos torceduras cuando se lleve a cabo el proceso de industrialización; dado que al final estos aspectos resultan ser de los más importantes para la comercialización de la madera.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia del espaciamiento y otros factores en plantaciones de *Tectona grandis* sobre el desarrollo de grietas y torceduras en la madera para producción de piso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir grietas y torceduras en madera procesada de plantaciones de *Tectona grandis*, después del aserrío, secado y moldurado.
- Determinar la existencia de posibles diferencias significativas en torceduras y grietas, de acuerdo a los diferentes distanciamientos de siembra, posición de la troza en el árbol y posición de la pieza (radial o tangencial) en la troza.
- Determinar variables en árboles en pie y en trozas para intentar predecir el desarrollo de torceduras y grietas durante el proceso de transformación de la madera.
- Determinar el factor de recuperación de la madera (FRM) para las trozas de *Tectona grandis*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Tensiones de crecimiento

Las tensiones de crecimiento están presentes en todos los fustes leñosos y las ramas. Estas fuerzas, que se desarrollan en la madera de plantas en crecimiento, son esenciales para mantener la verticalidad de los árboles. Las tensiones de crecimiento son generadas en tres direcciones; longitudinal, tangencial o circunferencial y radial. En la dirección longitudinal pueden ser hasta 10 veces mayores que las encontradas en la dirección tangencial. Los niveles más bajos están presentes en la dirección radial. Las tensiones de crecimiento longitudinales causan gran cantidad de torceduras y rajaduras durante el procesamiento de la madera (Boyd 1950 a,b,c; Maeglin 1987; Kubler 1988)². Las tensiones de crecimiento longitudinales son las de mayor importancia debido a que mantienen la zona externa del fuste en tensión y la zona del interior en compresión (Figura 1).

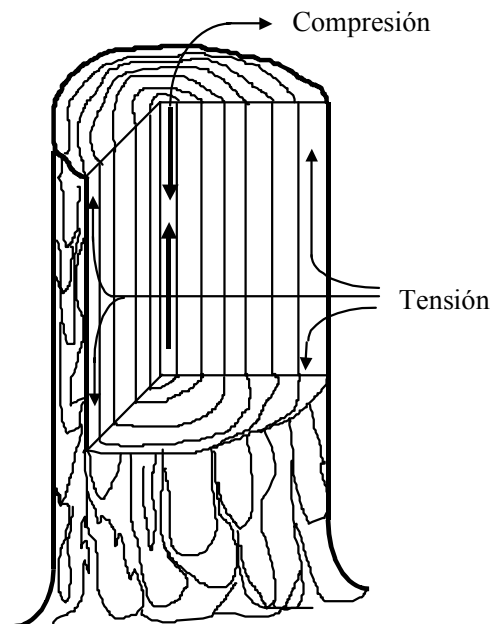


Figura 1. Distribución de las tensiones de crecimiento longitudinales en el fuste.
Fuente: Maeglin y Boone, 1981.²

² Citados por Serrano, 2000 a. Las demás referencias bibliográficas citadas en este documento con el número "2" presentan esta misma procedencia.

Las tensiones de crecimiento no deben ser confundidas con los esfuerzos de secado que se generan conforme la madera se contrae al perder humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. Sin embargo, dichas tensiones interactúan con los esfuerzos generados por el secado, además con madera juvenil, madera de reacción y otros factores (Maeglin, 1987).²

El alivio de las tensiones de crecimiento durante el proceso de volteo y el subsecuente procesamiento resulta y/o contribuye al desarrollo de problemas tales como grietas y rajaduras en los extremos de las trozas así como torceduras de canto y de cara en las piezas obtenidas en el aserrado.

Las tensiones de crecimiento podrían ser afectadas por prácticas silviculturales y genéticas. Se debe procurar obtener un fuste recto y estable y evitar estímulos que generen reorientaciones del árbol. Esto se puede lograr cuando se tiene una distribución de los árboles en estratos de varios niveles como en un bosque natural. En plantaciones forestales es recomendable realizar raleos uniformes progresivos y evitar en lo posible aberturas de luz laterales que fomenten la reorientación de las ramas. En condiciones donde se presentan vientos fuertes, un espaciamiento cercano entre árboles podría minimizar el desarrollo de elevadas tensiones de crecimiento excepto en terrenos con pendientes elevadas donde un espaciamiento mayor es preferido (Kubler, 1988).²

Por otro lado, árboles con mayor esbeltez (relación de la altura del fuste hasta la primera rama viva entre el diámetro a la altura del pecho) tienden a presentar tensiones de crecimiento más elevadas que aquellos árboles más bajos y de mayor diámetro (Kauman et al 1995, Vignote et al 1996, Serrano, 1999).² Según Serrano (1999) árboles de tulipero (yellow poplar), que presenten copas pequeñas y bien formadas tienden a presentar niveles bajos de tensiones de crecimiento.

Así mismo para un rodal de la misma edad, aquellos árboles con diámetros mayores tienden a producir madera menos distorsionada, ya que generalmente exhiben niveles más bajos de tensiones de crecimiento (compresión) en el centro del fuste.

Torceduras y grietas en trozas y madera aserrada

Las torceduras principalmente se dan por canto o encorvadura, por cara o arqueadura y por alabeos (Figura 5). De estas torceduras, la arqueadura está presente principalmente en madera de corte tangencial o plano y la encorvadura generalmente encontrada en piezas de corte radial o cuarteado (Figuras 2 y 3). En zonas de transición de corte plano y cuarteado es posible tener ambas torceduras (Serrano, 1999, 2000 a).

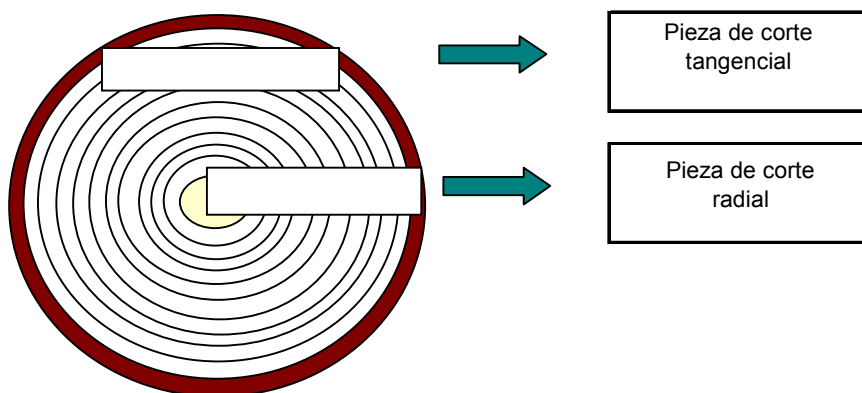


Figura 2. Tipos de piezas a medir según la posición en la troza.

La arqueadura (torcedura de cara), ocurre cuando al liberar la tensión se contraen las fibras de la parte externa de la troza o del tablón y hace que la pieza se flexione hacia fuera conforme la sierra avanza; se observa muy bien en cortes individuales, pues cada uno libera la fuerza necesaria para arquear la pieza hacia fuera de la troza, dejando el resto de la troza curvado levemente en la dirección opuesta (Figura 3). Si otra tabla es cortada del mismo plano de corte, esta tabla será más

delgada en los extremos y más gruesa en el centro, debido al movimiento previo ocurrido en el remanente de troza o tablón (Serrano, 1999, 2000 a).

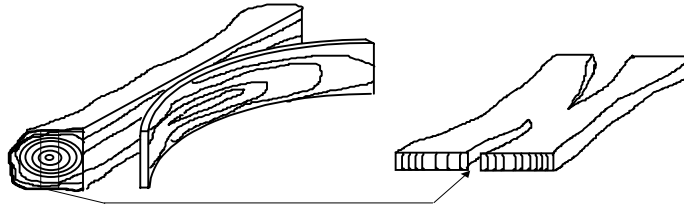


Figura 3. Torceduras y rajaduras debidas a la liberación de las tensiones de crecimiento.

Fuente: Serrano, 1999.

La parte de la corteza en tensión contrae más que la parte hacia la médula, y cuando se hace un corte después del punto cero de estrés, ambas caras se expanden pero es más pronunciado en la cara hacia la médula. Una sección con la médula centrada puede estar libre de arqueadura (Jacobs, 1965 y Serrano, 1999, 2000 a).

La encorvadura (torcedura de canto) es la deformación de los cantos de una pieza de madera con respecto al largo. (Córdoba, 1989). Este defecto ocurre porque la región cercana a la corteza que está en tensión tenderá a contraer, mientras que la región cercana a la médula expandirá debido a la liberación de las fuerzas de compresión (Jacobs, 1965).²

El defecto está también asociado con diferencia de contracción longitudinal en madera adyacente a la médula, madera de reacción, inclinación del grano y madera juvenil (Córdoba, 1989).

Según Jacobs (1965), las piezas de corte radial tienden a encorvarse; y si se tiene un tablón central de posición radial dividido en dos, la región tensada cerca de la corteza se contraerá mientras que la región cerca de la médula se expandirá.

El alabeo en la madera, es cuando una esquina de una pieza está en otro plano diferente al de las otras tres esquinas (Córdoba, 1999).

El alabeo está principalmente asociado al secado de la madera y a la presencia de grano inclinado en la tabla; este puede ser el resultado del grano en espiral o del aserrío. Puesto que el grano se orienta de alguna manera diagonalmente, un componente importante de la contracción tangencial o radial se expresa en la dirección longitudinal produciendo el alabeo (Stevens, 1961).³

Como ya se mencionó anteriormente, la liberación de las tensiones de crecimiento produce torceduras en la madera, por lo que explican en un alto porcentaje las arqueaduras y encorvaduras. Serrano (1999) determinó que la mayor magnitud de torceduras en piezas de 5x10 cm ocurrieron inmediatamente después del aserrado y no tanto después del secado. Esto fue especialmente notable en las torceduras de cara o arqueadura.

³ Citados por Serrano, 1999. Las demás referencias bibliográficas citadas en este documento con el número "3" presentan esta misma procedencia.

En general, considerando la orientación de los anillos, la madera de corte tangencial es propensa a la arqueadura y la madera de corte radial presenta una tendencia a la encorvadura (Hallock, 1965, 1966, 1969; Hallock y Malcolm, 1972, Thompson 1972, 1974; Koch y Rousis 1977, Balaban 1982, Page 1984, Koch 1986, Priest 1986, Archer 1987, Kubler 1987, Waugh y Rozsa 1991, Perstorper et al.1995 b).³

Estudios realizados en álamo han confirmado la presencia de arqueadura y especialmente encorvadura en madera en estado verde y una magnitud mínima de alabeo (en este estado), el cual está muy relacionado con el proceso de secado, esto como consecuencia de la madera juvenil, grano inclinado o entrecruzado (Koch y Rousis, 1977; Wade, 1977; Balaban, 1982).³

Las grietas y rajaduras en los extremos de las trozas recién cortadas, ocurren debido a que la liberación de las tensiones de crecimiento longitudinales contraen las fibras de la zona externa del fuste y a la vez expanden las fibras del centro (Vendham y Archer 1977).²

Las grietas que se presentan por cabeza en las trozas recién cortadas, son consideradas una medida del grado de liberación de las tensiones de crecimiento (Malan, 1984).

Cuando las tensiones longitudinales son severas la troza puede rajarse en forma de estrella (Figura 4). En el aserrío, las piezas diametrales (tablones centrales) también pueden rajarse en forma similar a las trozas, algunas veces en forma explosiva (Vendham y Archer 1977).²

Según estudios realizados por Maeglin y Boone (1980)³, tablones con médula, presentaron a menudo rajaduras por tensiones de crecimiento que se alargaron durante el secado.

Una grieta es la separación de las fibras en sentido radial o tangencial. En el sentido radial de una troza, la grieta aparece a lo largo de los radios y es muy frecuente; en el sentido tangencial, la grieta está en sentido de los anillos de crecimiento y es menos frecuente (Moya, 1994) (Figura 4).

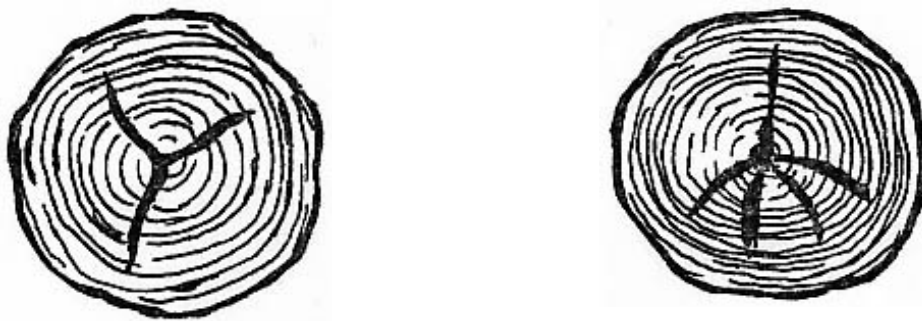


Figura 4. Grietas típicas en trozas.

Fuente: Cotevec, 2000.

Las grietas se clasifican como grietas superficiales (cara y canto) y grietas por extremos (cabeza o sección transversal). Las grietas se producen por una alta velocidad de secado en las primeras etapas del proceso, lo que provoca que las tensiones superficiales sean mayores a la resistencia mecánica de la madera en esfuerzo de tensión (tracción) perpendicular a las fibras. Cuando una grieta profundiza dentro de la madera y se extiende a lo largo de la pieza se denomina rajadura (Córdoba, 1989).

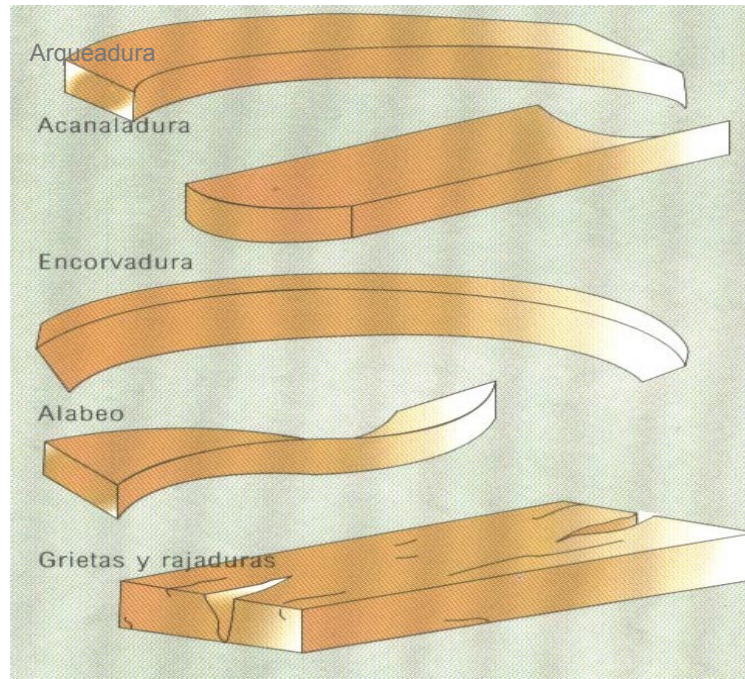


Figura 5. Torceduras y grietas en madera aserrada.

Otros factores que influyen en la aparición de las torceduras en la madera

Según Kubler (1987) y Serrano (1999, 2000 a), además de las tensiones de crecimiento, las torceduras en la madera son también el resultado de varias características de crecimiento y propiedades de la madera interactuando con las tensiones de crecimiento. Las torceduras se pueden considerar debidas, en mayor grado, a la presencia de madera juvenil, médula, madera de reacción tal como madera de compresión en coníferas y madera de tensión en latifoleadas, tensiones de secado, densidad y rigidez de la madera así como alteraciones de tipo anatómico.

La madera juvenil es la formada en las primeras etapas de la existencia de un árbol, se forma alrededor de la médula y es caracterizada por un incremento progresivo en dimensiones y respectivos cambios de forma, y por la estructura y disposición de las células en capas de crecimiento sucesivas. Este tipo de madera es menos probable que se forme en zonas externas del tallo debido a que el cambium, al causar la expansión en diámetro, se aleja progresivamente del meristemo apical y por lo tanto estará menos sujeto a su influencia (Córdoba, 1999).

Comparando la madera juvenil con madera adulta, la primera es de baja resistencia, tiene una mayor tendencia a presentar grano espiral; dentro de la célula el ángulo de las microfibrillas es característicamente mayor en madera juvenil. Este tipo de orientación de las microfibrillas también es típico de madera de reacción (compresión en coníferas) que comúnmente se desarrolla en zonas de madera juvenil. Entre mayor el ángulo de inclinación de las microfibrillas, mayor será el grado de contracción longitudinal y menor el valor de las contracciones transversales. Este ángulo también está asociado con baja resistencia a la tensión (Córdoba, 1999).

Según Malan (1992), dependiendo de la proporción de madera juvenil en el fuste, es de esperar que esta presente menor densidad y resistencia, fibras más cortas, una mayor contracción longitudinal en el secado y un mayor contenido de lignina.

En general, la madera juvenil no es deseable para la producción de la mayoría de productos de madera sólida (Córdoba, 1999).

La típica contracción alta en madera juvenil, como consecuencia del secado, produce la arqueadura y la encorvadura hacia la médula, que contrarrestan la encorvadura producida por el alivio de las tensiones de crecimiento (Kubler 1987).³

Por otra parte, la médula afecta los alabeos y este efecto disminuye conforme se aleje de ella (Hallock, 1965; Hallock y Malcom, 1972; Shelly et al. 1979; Beard et al. 1993).³

El fenómeno de las tensiones de crecimiento no es una característica intrínseca de la madera juvenil, aunque el gradiente longitudinal de las tensiones de crecimiento es más alto durante los primeros años (Boyd 1950 a, b; Bendtsen 1978, Kellison 1981, Hillis, 1997).³

Varios estudios (Balaban 1982, Maeglin y Boone 1983, Koch 1986)³, han confirmado diferencias de torceduras según la posición de la troza en el árbol. Entre más alta sea la posición de la troza más alta es la deformación (torcedura). También descubrieron que la encorvadura aumenta conforme disminuye el diámetro de la troza, lo cual concuerda con la posición de troza, entre más alto esté la troza en el fuste, más pequeño es el diámetro.

Las tensiones de crecimiento son máximas cuando se desarrolla la madera de reacción (tensión en latifoleadas). La madera de reacción puede afectar la arqueadura y la encorvadura principalmente y es dependiente de la cantidad presente de madera de tensión o compresión (Beard et al. 1993, Perstorper et al. 1995).³ La madera de tensión en maderas latifoleadas se produce como respuesta para corregir la inclinación en fustes y ramificaciones (Panshin y de Zeeuw 1980, Okuyama et al. 1994, Kubler 1987, 1988, Yoshida et al. 1994)². Sin embargo, las maderas tropicales pueden formar madera de tensión en árboles rectos. Las copas pueden moverse para procurar la luz en bosque denso (Panshin y de Zeeuw, 1980).³

Según Barefoot (1965)³, la madera juvenil en maderas latifoleadas puede tener gran cantidad de madera de tensión.

Las torceduras y otros defectos pueden ser reducidos alterando los patrones de aserrío de las trozas para reducir el número de las piezas que poseen estas características del crecimiento (Hallock 1965; Maeglin 1987).³

Estrategias para reducir los efectos de las tensiones de crecimiento

Al cortar un árbol, las tensiones de crecimiento se liberan en la base de la primera troza. Esta liberación al interactuar con el método de corta puede influir notablemente sobre la aparición de rajaduras.

en árboles con elevadas tensiones de crecimiento, Mattheck y Kubler (1995)³ han reportado que el método más exitoso de volteo incluye un primer corte para hacer la muesca, seguido por una perforación transversal en el centro del árbol (taladrado) a manera de ojo chino y finalizando con un corte trasero inclinado (Figura 6).

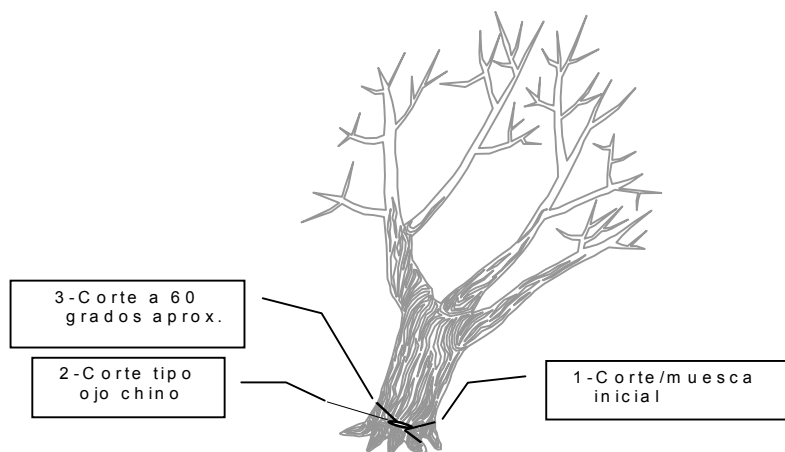


Figura 6. Técnica de corte apropiada para evitar rajaduras en trozas (Mattheck and Kubler 1995).²

Las rajaduras por extremos en las trozas tienden a incrementar en longitud y ancho con el paso del tiempo y el secado. Es por esta razón que se recomienda procesar las trozas tan rápido como sea posible. El desarrollo de las rajaduras se inicia casi inmediatamente después del corte transversal para el troceado y continúa por 5 a 20 días (Malan 1979, Priest 1986).³

Además es importante reducir la exposición de las trozas a la acción directa de los rayos solares y del viento, pues acelera el desarrollo de rajaduras por extremos.

Para evitar el desarrollo de rajaduras es también recomendable que el arrastre y transporte de las trozas se haga en longitudes (de troza) tan largas como sea posible de acuerdo a las limitaciones de los sistemas de producción. Para aquellas especies con altas tensiones de crecimiento como las maderas tropicales de rápido crecimiento, la conversión de los fustes en trozas se debería hacer lo más cercano posible al momento de su aserrado (VanWyk 1978, Priest 1986).²

Según Serrano (2000 a) al procesar trozas de diámetros menores (15 a 25 cm) de maderas tropicales con longitudes de 2.5 metros o menos, se produce madera aserrada más recta que cuando se procesan en longitudes de 3.5 metros o más largas.

Las torceduras, específicamente arqueadura y encorvadura, pueden ser reducidas al acortar la longitud de las trozas (Kubler, 1987).

Torceduras en la madera por efectos del secado

Además de tensiones de crecimiento y otros factores del crecimiento, las torceduras de la madera son comúnmente relacionadas a los cambios en el contenido de humedad, por el gradiente creado conforme la humedad se desplaza del interior a la superficie de la madera (Cech 1964; Simpson 1983-84).³

Las tensiones de secado contrarrestan las tensiones de crecimiento, lo que hace que aquellas torceduras originadas por la liberación de tensión durante el aserrado, se podrían reducir durante el secado (Marshall 1973).³

Durante el secado se produce una contracción asimétrica, causada principalmente por la contracción anisotrópica o por el gradiente del contenido de humedad. La madera se contrae generalmente poco en la dirección longitudinal y casi dos veces en la tangencial, con respecto a la dirección radial (Kollmann y Cote 1968, Skaar 1972).³

Específicamente, la arqueadura y la encorvadura durante el secado, son el resultado del diferencial longitudinal de contracción en lados opuestos de la pieza de madera (Simpson 1983, Simpson y Gerhardt 1984, Kubler 1987).³

Maeglin y Boone (1980, 1981, 1986)³ señalaron que ocurrió una reducción de las tensiones de crecimiento y torceduras al utilizar una alta temperatura de secado arriba de los 212 °F, pues la lignina se plastifica fácilmente a esas temperaturas.

Aserrío de madera de plantaciones

Según Serrano (2000 b), lo primordial para llevar a cabo esta labor es tener presente que se van a procesar trozas de diámetros pequeños (10 a 40 cm), producto de maderas de rápido crecimiento con turnos de rotación finales de 10 a 30 años. El diámetro de las trozas va a afectar el volumen en forma exponencial, por lo que el rendimiento va a ser muy diferente, como se puede apreciar en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Efecto del diámetro sobre el volumen y la producción en tres tipos de trozas para un consumo de 20 m³/día.

Línea	Tipo troza	Diámetro (cm)	Largo (m)	# Trozas en 20 m ³	Long tot en 20 m ³	Rendimiento %
Diámetros menores	Raleos, plant	15	2.5	453	1132 m	30-35 (teca)
Diámetros menores	Cosecha final, plant	30	2.5	83	282 m	40-60
Convencional	Bosque natural	60	3.4	21	71 m	45-75

Fuente: Serrano, 2000 b.

Otro factor importante que se debe tomar en cuenta es la calidad de las trozas, ya que esta afecta la producción; así la calidad puede verse afectada por conicidad, torceduras, achatamientos, médula migrante, nudos vivos o muertos, que junto a las elevadas tensiones de crecimiento internas, dificulta el procesar trozas largas. Trozas cortas de 2.5-3.35 metros pueden disminuir el efecto de algunas de estas características (Serrano, 2000 b).

En el procesamiento de trozas de diámetros menores se realiza un corte múltiple, para obtener semi-bloques o bloques y el reaserrío de los mismos. Los cortes simultáneos y paralelos proporcionan alivio en las tensiones de crecimiento, en la uniformidad dimensional de las piezas, y aceleran el flujo de producción. En Costa Rica preferentemente son usadas las sierras circulares (Serrano, 2000 b).

Los patrones de corte están orientados para obtener un bloque o semi-bloque con 2 ó 4 caras paralelas, además de dos costillas. De los bloques o semibloques se obtienen tablas con ancho igual al espesor de estos, y de las costillas se obtienen tablas o piezas para aumentar el aprovechamiento de la madera (Serrano, 2000 b).

Proceso SDR (por sus siglas en inglés)

El proceso aserrar-secar-reaserrar la madera (***Saw-Dry-Rip***), es un buen sistema para superar los problemas de torceduras, principalmente encorvadura, en las piezas, que se producen en el momento de aserrarlas y secarlas debido a los problemas de tensiones de crecimiento (Adams, 1990).

Este método ha sido probado con éxito en la producción de piezas de 5x10 cm (2x4 pulgadas) obtenidas de trozas de diámetros pequeños (menores a 30 cm) de baja calidad. El proceso SDR consiste en la selección de una cara de la troza sobre la cual se hacen cortes en un mismo plano, para producir tablones que usualmente tienen 50 mm de espesor (“fitches” de 2 pulgadas). Dichos tablones son desorillados en forma leve inmediatamente después del corte principal, con el fin de maximizar espacio al formar la pila de secado. Después del secado, los tablones son reaserrados generalmente con una sierra de corte recto (straight-line-ripsaw) en diferentes combinaciones de ancho (5, 8, 10, 15 cm ó 2, 3, 4, 6 pulgadas) para maximizar el rendimiento (Marshal, 1973).² El aspecto importante a considerar es que al secar la madera en forma de “fitches”, se puede asegurar que las encorvaduras ocurran antes de reaserrar la madera (Hallock y Bulgrin, 1977).²

En un estudio de ciprés realizado por la autora, comprobó que las torceduras (alabeo, encorvadura y arqueadura) disminuyeron al utilizar el sistema SDR comparándolo con el sistema convencional de aserrío y secado.

Secado de la madera

Definición

El secado de la madera es el resultado de la pérdida de humedad al ser esta afectada por el ambiente. En un secado apropiado se requiere que la pérdida de humedad se dé sin ocasionar daños (rajaduras, torceduras), hasta alcanzar el contenido de humedad final deseado y a una condición estructural conveniente para el uso predeterminado (Arce et al, 1990).

Humedad de la madera

La humedad que se encuentra en la madera es un elemento natural en la existencia de los árboles, que como cualquier otra planta viva requieren de agua para su proceso de subsistencia. Sin embargo una vez cortado el árbol y aserrada la troza, esta humedad puede provocar muchos defectos, por lo que se requiere un contenido de humedad idóneo para su uso (construcción, muebles, etc.) (Arce et al, 1990).

Importancia del secado de la madera

Al ser la madera un material higroscópico, si esta no se somete a un proceso de secado antes de su transformación en productos finales, un secado “informal” ocurrirá en servicio produciendo frecuentemente efectos indeseables, y en algunos casos resultados desastrosos (Arce et al, 1990).

Según Arce et al. (1990), existen diferentes ventajas que se presentan al utilizar madera con un contenido de humedad final deseado, producto de un proceso de secado apropiado; estas son las siguientes:

a) Reducción del peso:

Al realizar el secado de la madera, se elimina gran parte de su humedad, lo que ocasiona una reducción del peso, esta disminución varía desde un 25% hasta un 50% con respecto al peso total.

b) Estabilidad dimensional:

Siempre y cuando se seque la madera a un contenido de humedad similar al que obtendría en servicio, la madera no sufrirá cambios apreciables en cuanto forma y dimensión.

c) Pudrición y mancha:

La madera a un contenido de humedad menor del 20% no sufrirá degradación por hongos y mohos.

d) Resistencia mecánica:

La madera seca a contenidos de humedad de servicio aumenta su resistencia mecánica.

e) Tratamientos de preservación:

La madera seca tiene mayor capacidad para captar sustancias preservantes.

f) Adhesivos:

En general los adhesivos están formulados para ser aplicados a madera con contenido de humedad de 12%, ya que la madera seca favorece sus propiedades adherentes.

g) Acabados:

La madera seca tendrá una mayor capacidad para aceptar y retener en buen estado pinturas, barnices o cualquier otro tipo de recubrimiento superficial.

h) Trabajabilidad:

La madera con bajo contenido de humedad es más apta para el aserrado, cepillado, moldurado, lijado, etc.; lo que permite obtener productos mejor terminados.

Determinación del contenido de humedad

La cantidad de agua en la madera o en un producto de madera es expresada como el contenido de humedad, este se puede definir como la relación del peso del agua con respecto al peso seco (libre de humedad) de la madera, expresada en porcentaje.

En términos matemáticos se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ CH} = (\text{Peso del agua} / \text{Peso seco al horno}) \times 100$$

Secado artificial de la madera

En el secado artificial se tiene estricto control sobre las condiciones de calefacción, ventilación, humedad de la madera, humedad relativa y contenido de humedad de equilibrio. Para secar madera se utilizan secadores con temperaturas inferiores a los 100° C, que utilizan una cámara con aire relativamente seco que circula a una velocidad de 1.5 m/s o más a través de la madera. En un sentido el aire es portador de calor que ha tomado de áreas de alta temperatura y luego lo transmite a la madera, la cual se calienta y hace que se produzca vapor del agua presente en esta; luego este aire sirve de transporte para el vapor que está saliendo de la madera (Arce et al, 1990).

Moldurado

Esta es una operación que se realiza con el objetivo de darle una mayor apariencia y terminado a la madera. Con el moldurado se obtiene una gama amplia de formas y varía con el tipo de herramienta con que se hacen los productos. Estos productos pueden ser marcos para puertas y ventanas, cantos o esquinas de muebles y otras formas que el mercado demande (CUPROFOR, 2001).

Cepillado

La acción de cepillado es una operación en la cual se genera una superficie plana y se elimina un exceso de la madera aserrada, por medio de la producción de virutas. En el cepillado con máquinas, las cuchillas colocadas en el cabezal levantan virutas cortas en forma de arco, dejando una superficie con pequeños trazos semicirculares (marcas de cuchillas). Aquí las virutas se forman por las acción intermitente de las cuchillas que están colocadas en el cabezal en asocio con el movimiento de la pieza de trabajo (Serrano, 2000 c).

METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Nombre científico: *Tectona grandis* L.f.

Familia: Verbenaceae

Nombre común: Teca

Tectona grandis L.f es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India (Chaves y Fonseca, 1991).

Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28° C, una precipitación media anual de 1250 a 2500 mm y altitudes entre los 0 y 1000 msnm (Chaves y Fonseca, 1991).

Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere los franco-arenosos o arcillosos, profundos, fértiles, bien drenados y con pH neutro o ácidos (Chaves y Fonseca, 1991).

Entre los factores limitantes más importantes para la especie se consideran los suelos poco profundos, compactados o arcillosos, con bajo contenido de calcio o magnesio, con pendiente, mal drenaje y altitudes mayores a los 1000 msnm (Chaves y Fonseca, 1991).

La albura es amarillenta blancuzca, el corazón es de color verde oliva y al cortarse se torna café oscuro. La madera es moderadamente dura, pesada y presenta anillos de crecimiento (Little y Dixon, 1969; citados por Chaves y Fonseca, 1991).

La madera de teca es fina y dura, cualidad muy apreciada para diversos usos, es una madera que presenta un contenido de sílice relativamente alto; con una densidad de 0.61 a 0.69; fácil de trabajar, secar y preservar; su durabilidad natural es buena (duramen) y tiene buena estabilidad dimensional. Tiene un aceite antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de diversos organismos. Por las características anteriores y por su belleza, se considera una de las especies más valiosas del mundo (Webb, 1980; Little y Dixon, 1969; Torres y Silverborg, 1972; Keogh, 1979; Universidad de Costa Rica, 1979; Grupo de Tecnología Apropriada, 1984; citados por Chaves y Fonseca, 1991).

La dificultad dominante de la teca de raleos son sus tensiones de crecimiento, las cuales pueden ser fuertes. Esto implica sistemas de aserrados de tipo balanceado, con cortes opuestos y frecuentes volteos, lo que permite reducir las deformaciones de cara y de canto en las piezas aserradas. El aserrío múltiple simultáneo también es recomendable para aliviar las tensiones de crecimiento y disminuir dichos problemas (Serrano, 2000 b).

La madera se estabiliza bien con el secado, pero esto ocurre lentamente. Seca fácilmente al aire presentando ligeras deformaciones, pero no endurecimiento ni tensiones superficiales. El secado al horno es bueno, sin tendencia a rajaduras o alabeos, pero ocurren variaciones considerables en las tasas individuales de secado de las tablas. Procesos de acondicionamiento intermedios durante el secado, podrían ayudar a disminuir este problema. La madera presenta una contracción baja (seca al aire); tangencial (T) de 2.69% y radial de 1.61% para una relación T/R de 1.67, lo que la ubica como una madera estable después de seca. En piezas de madera de raleos que presentan médula incluida (madera juvenil), existe una tendencia a agrietar con la pérdida de humedad (Serrano, 2000 b).

Los horarios de secado que se utilizan para la especie son: T10-D4S (4/4) y T8-D3S (8/4) U.S. (Caye Hardwoods, 2001).

La teca se ha cultivado con éxito en Costa Rica desde 1940 y parece que la madera de teca producida en la región tropical seca de Costa Rica, presenta la mejor calidad de la madera (Bosque Puerto Carrillo, 1999 b; citado por Fallas, 2000).



Figura 7. Piezas de madera de *Tectona grandis*.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Para la realización de este proyecto se trabajó en plantaciones de *Tectona grandis*, ubicadas en la finca Garza, propiedad de la Empresa Precious Woods S.A. (MACORI), ubicada en Garza, Nicoya, Guanacaste.

La finca tiene un total de 1024 hectáreas. Tiene comunicación con la ciudad capital a través de la carretera interamericana por la ciudad de Liberia, o también por el Ferry Tempisque de Colorado de Abangares y por el Ferry Nicoyano a través del paso playa Naranja y Puntarenas (Acosta, 1989).

La finca se encuentra en la Hoja Cartográfica Garza entre las coordenadas Lambert verticales 358-362 y horizontales 208-216 (Acosta, 1989).

Existen en el área tres subgrupos de suelos:

- 1) Ustic Distropept: del orden de los inceptisoles, con textura franca.
- 2) Fluvaquentic hapludoll, Typic tropaquept, Fluvaquentic haplaquoll: formado por dos suelos del orden Mollisoles y un suelo del orden de Inceptisoles, con textura franca.
- 3) Fluventic ustropept, Fluventic haplustoll: formado por un suelo del orden de los Inceptisoles y otro del orden de los Mollisoles, con textura franca.

En general el grado de acidez (pH) del suelo es moderadamente ácido a neutro. Los suelos son de fertilidad moderada y carecen de materia orgánica (Acosta, 1989).

En la zona la precipitación anual total es de 3080.6 mm, con una temperatura media anual de 26.8°C y una humedad relativa del 80% (INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1999).

El Mapa Ecológico de Costa Rica define la zona de vida del área en estudio como Bosque Húmedo Tropical (Bh-T) (Acosta, 1989).

Desde 1990 se han establecido las plantaciones con distanciamientos de 4x4, 4.5x4.5, 5x5 y 6x4 metros para pochote; y 3.5x3.5, 5x5 y 6x2 metros para teca. Además la empresa cuenta con ensayos de especies nativas y zonas de protección. La información general de los lotes de teca se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2.. Información de las plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza de MACORI.

Lote	Cárdenas 1	Cárdenas 2	Cima 1 y 2
Edad (años)	9	9	11
Distanciamiento (m)	3.5x3.5	5x5	6x2
Material utilizado para siembra	pseudoestaca	pseudoestaca	plantón
Area (ha)	5	8	28
Origen material	Hojancha	Hojancha	Garza
Raleo (%)*	11	50	19
Arb/ha promedio*	450	280	333
Dap promedio (cm)*	21.52	20.55	20.40
Alt tot promedio (m)*	17.38	16.01	15.97
Area basal/ha promedio (m ²)*	16.81	9.23	14.40
Vol/árbol promedio (m ³)*	0.34	0.33	0.37

*Raleos y mediciones realizadas en el 2001.

Fuente: Unidad de Planificación y Desarrollo, 2001.

En el siguiente cuadro se aprecia el uso actual de la tierra con sus respectivas áreas (Acosta, 1989).

Cuadro 3. Uso actual de la tierra en finca Garza de MACORI .

Uso Actual del suelo	Area en Ha
Teca	206
Pochote	621
Nativas	41
Protección	-
Total	868

Fuente: Unidad de Planificación y Desarrollo., 1998.

Recolección de la información en los lotes

Selección de los árboles y variables medidas en el campo

El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto; la primera parte se realizó en la empresa Precious Woods S.A. (MACORI). Se trabajó en tres lotes (Cárdenas 1, Cárdenas 2 y Cima 1) con diferentes espaciamientos de siembra: 3.5x3.5, 5x5 y 6x2 metros respectivamente, con edades de 9 años para los lotes de Cárdenas y 11 años para Cima 1 (Figura 8).



Figura 8. Plantaciones de teca (*Tectona grandis*) de 11 años de edad de finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Se escogieron 10 árboles por distanciamiento (30 en total); de manera que todo el lote quedara representado. Para su selección se realizó un patrón de corte, de acuerdo con la Figura 9, se determinó un diámetro mínimo de 18 cm para las trozas; por lo que a los árboles escogidos se les corroboró si cumplían esta condición en la segunda troza, utilizando una escalera y midiendo el diámetro a esa altura (aproximadamente 5 metros).

A los árboles seleccionados se les midió el diámetro a la altura de pecho (DAP) con una cinta diamétrica, la proyección de copa, utilizando los cuatro puntos cardinales:

noreste (NE), noroeste (NO), sureste (SE) y suroeste (SO). Para esto, se utilizó una cinta métrica, la cual se colocó en la base del árbol y se midió en las cuatro diferentes direcciones estimando a simple vista hasta donde se consideró que se extendía la copa (Figura 10).

Además se midió la altura total y la altura hasta la primera rama viva, utilizando una cinta métrica, ya que se realizó después de voltear los árboles, actividad que se realizó con una motosierra Huqvarna 61. El arrastre de la madera en troza se realizó con una yunta de bueyes, y se ubicaron todas las trozas juntas cerca de uno de los lotes, con el fin de continuar con las mediciones posteriores.

Se obtuvieron dos trozas por árbol (60 en total), de 2.5 metros de largo cada una. A estas se les midieron dos diámetros por cara (mayor y menor). Esto se realizó con una cinta métrica y realizando las mediciones en forma de cruz para obtener un promedio por cara.

También se les midió la cantidad de grietas por cara mayor y menor, la longitud de la grieta más larga y la excentricidad de médula. Para esta última se dibujó con crayón en cada una de las caras de las trozas un cuadrante, de manera que la médula quedara centrada donde se formaba la cruz; luego con una regla en centímetros, se midió cada uno de los radios que se formaron en la cara. (Figura 11).

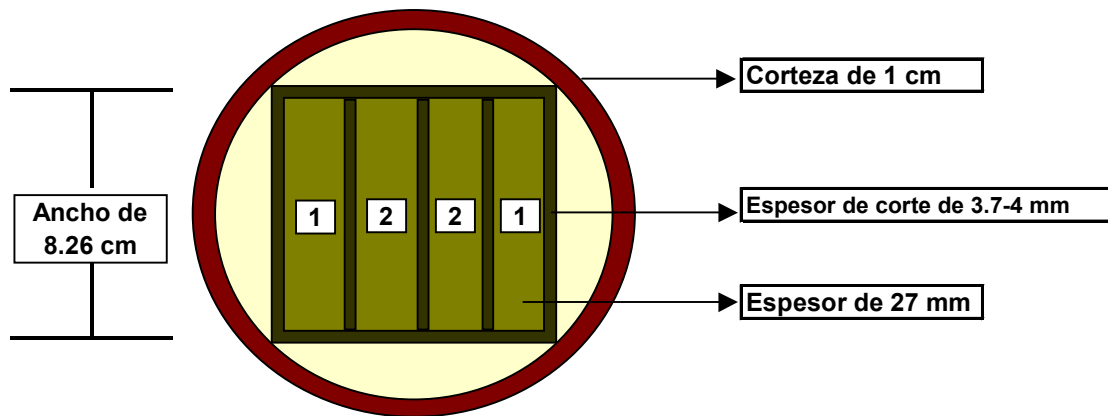


Figura 9. Patrón de corte utilizado para calcular el diámetro requerido de las trozas de finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Variables calculadas para árboles

Se estimaron la proyección de copa máxima y la mínima para cada árbol, mediante la suma de las dos proyecciones mayores y la suma de las dos menores, respectivamente.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las demás variables se detallan a continuación:

1) Área de copa de árbol:

$$AC = ((P_{\max} + P_{\min})/4)^2 * \pi$$

Donde:

AC = area de copa en metros cuadrados

P_{max} = proyección máxima de copa en metros

P_{min} = proyección mínima de copa en metros

Pi = 3.141592654

2) Volumen de copa:

$$VC = (AC * (H_{Tot} - H_{1^{ra}} \text{ rama}))/3$$

Donde:

VC = volumen de copa en metros cúbicos

AC = area de copa en metros cuadrados

H_{Tot} = altura total en metros

$H_{1^{ra}} \text{ rama}$ = altura hasta la primera rama viva en metros

3) Área de cuadrante de copa:

$$ACC = (Pi * Pr^2)/4$$

Donde:

ACC = area de cuadrante de copa en metros cuadrados (puede ser NE, SE, NO o SO)

Pi = 3.141592654

Pr = proyección de copa en metros (puede ser NE, SE, NO o SO)

Para calcular esta variable se tomó cada una de las proyecciones como los radios en cada cuadrante imaginado en la copa del árbol como se explica en la siguiente figura:

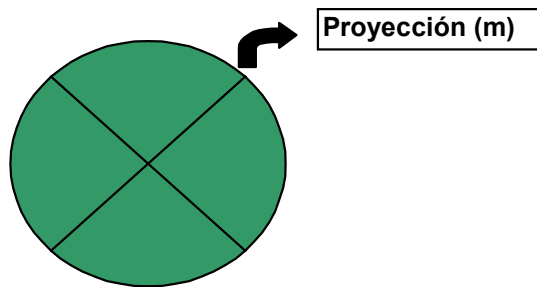


Figura 10. Diagrama imaginario de la copa de un árbol con las proyecciones medidas por puntos cardinales, finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Variables calculadas para trozas

A cada una de las trozas se les midieron dos diámetros por cara (mayor y menor). Esto se realizó con una cinta métrica y realizando las mediciones en forma de cruz, para posteriormente calcular un diámetro promedio por cara.

Las fórmulas de las demás variables calculadas para cada troza se explican a continuación:

Para entender el cálculo de la excentricidad de médula se hace referencia a la siguiente figura:

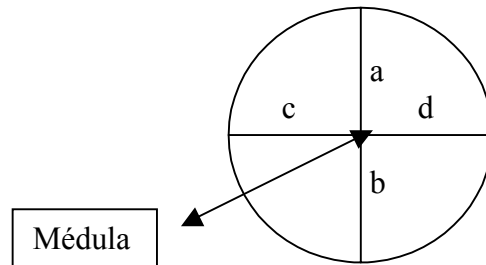


Figura 11. Diagrama de una troza con las mediciones realizadas para calcular la excentricidad de médula, finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

1) Excentricidad de médula:

Exc = $(a + b)/2 - a$ ó b (dependiendo de cuál medición resultó con mayor longitud) en centímetros

Se procedió de la misma manera con las mediciones c y d.

Donde:

Exc = excentricidad de médula en centímetros

a = longitud en centímetros

b = longitud en centímetros

c = longitud en centímetros

d = longitud en centímetros

2) Porcentaje de rajaduras o grietas:

$$\% R = (L/D \text{ prom}) * 100$$

Donde:

% R = porcentaje de rajaduras o grietas en la cara

L = longitud de la grietas más larga en centímetros

D prom = diámetro promedio sin corteza de la cara de la troza en centímetros

3) Conicidad:

$$C = (D \text{ prom} - d \text{ prom}) / L$$

Donde:

C = conicidad en centímetros por metro

D prom = diámetro promedio de la cara mayor en centímetro

d prom = diámetro promedio de la cara menor en centímetros

L = longitud de la troza en metros

4) Achatadura:

$$A = ((D_1 + d_1)/(D_2 + d_2)) * 100$$

Donde:

A = achatadura en porcentaje

D_1 = diámetro menor de la cara mayor en centímetros

d_1 = diámetro menor de la cara menor en centímetros

D_2 = diámetro mayor de la cara mayor en centímetros

d_2 = diámetro mayor de la cara menor en centímetros

Aserrío y secado de la madera y elaboración de piso machi-hembrado

Una vez realizadas todas las mediciones de la madera en troza se procedió con la segunda parte, en la empresa Panamerican Woods S.A. en San Francisco de Coyote, Nandayure, Guanacaste. Aquí se realizó el aserrío, secado de la madera y elaboración de piso machi-hembrado.

Para el aserrío se utilizó una sierra alternativa marca WURSTER Y DIETZ, modelo GDZ GE 71; de 16 sierras con un espesor de corte de 3.7-4 mm, con un ancho de 10 cm (4 pulgadas) y una longitud de 1 m. Posee una velocidad de avance de 6-20 m/min; con una capacidad de aserrar trozas con diámetros de hasta 60 cm y con capacidad de aserrar 30 m³ diarios.

El patrón de corte utilizado es el especificado en las Figuras 9 y 12, donde de una troza se procuró obtener al menos cuatro piezas (dos radiales y dos tangenciales), con un ancho de 8.26 centímetros (3.25 pulgadas). Esto se obtuvo mediante tablones con un grosor de 27 milímetros, que se reaserraron con una listonera marca PAUL tipo K 34 G/1200, con guías infrarrojas, sierras circulares de 25 cm (10 pulgadas) de diámetro, un espesor de corte de 3 mm y una velocidad de avance de 15-25 m/min. Cuenta con una capacidad de aserrar tablones de hasta 50 mm de espesor.

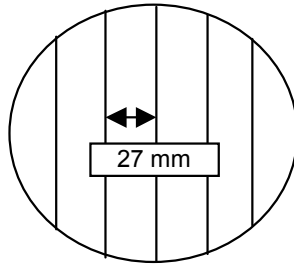


Figura 12. Aserrío de trozas con la sierra múltiple alternativa, Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

Una vez hecho esto se procedió a realizar las mediciones de torceduras (alabeo, encorvadura y arqueadura,) y grietas (número de grietas y longitud de la grieta más larga) en cada una de las piezas obtenidas.

Para medir la arqueadura y la encorvadura se utilizó una cuerda, de aproximadamente 3 metros de longitud. Esto se hizo pasando la cuerda por los dos extremos de la pieza y midiendo la longitud del arco por cara en la parte de la tabla donde la deflexión fuera mayor, en el caso de la arqueadura; en la encorvadura, midiendo la deformación presentada por el canto de las piezas. Estas mediciones se hicieron con una cuña calibrada, la cual mide en pulgadas. Para el alabeo, se colocó en tres extremos de las tablas, una barra calibrada de 10 mm de espesor y en el otro extremo sobrante, se midió con la misma cuña utilizada para las mediciones anteriores.

Para el número de grietas se contó la cantidad presentada por cada pieza y se midió la longitud de la grieta más larga con una regla en centímetros.

Obtenidas estas mediciones en estado verde, se procedió al secado artificial de la madera, donde primeramente se apiló la madera en camas con separadores (Figura 13). El secado tuvo una duración aproximadamente de dos semanas y se llegó a un contenido de humedad entre 10 y 12%.



Figura 13. Apilado de madera de teca (*Tectona grandis*) para su secado, Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

Para el secado se utilizó un horno convencional, donde el tipo de apilado es longitudinal sobre carros y con ventilas para la disminución de la humedad relativa. Además se utilizan baldosas de concreto como peso sobre las pilas para disminuir las torceduras por secado restringido. El horno posee un rango de temperatura que oscila desde temperatura ambiente hasta los 90° C. Cuenta con un motor con fajas para poder mover el abanico de eje corto que utiliza, el cual es de circulación inversa. Utiliza como fuente de energía térmica, generada con la utilización de residuos que la alimentan, una caldera de agua caliente con intercambiadores de calor. Además cuenta con un pulverizador de agua (spray) para aumentar la humedad relativa.

El control que se hace en el horno es automático (controlador-registrador), existen dos termómetros para registrar la temperatura de la cámara (temperatura de bulbo seco), dos medidores de contenido de humedad de equilibrio, el cual es eléctrico y seis sondas para introducir en la madera para la medición del contenido de humedad.

Las características del horno y el control del secado se especifican a continuación:

Cuadro 4. Especificaciones del horno utilizado para el secado y su respectivo control en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Especificación	Horno	Control secado
Marca	V. Vanicek	COPCAL SPA 4001 1P PC
Tipo	V 641/3CSS	
Dimensiones	7.50 x 19.30 x 4 m	
Capacidad	120 m ³	

Fuente: PANAMERICAN WOODS. 2001.

Después del secado se realizaron las mismas mediciones de torceduras y grietas para cada una de las piezas, utilizando la misma metodología descrita anteriormente.

Una vez hecho esto, se procedió al moldurado de las piezas (Figura 14) y se realizaron las mismas mediciones de torceduras y grietas que se que hicieron para la madera en estado verde y seco.

La molduradora empleada es marca A Costa modelo Mistral/PA 6 con capacidad de 6 cabezales, ancho máximo de 180 milímetros, alto máximo de 100 milímetros y con dimensiones de 1.5 x 1.5 x 5.5 metros (PANAMERICAN WOODS, 2001). Presenta una velocidad de avance hasta de 25 m/min. El espesor de salida de las piezas es de 19 milímetros.

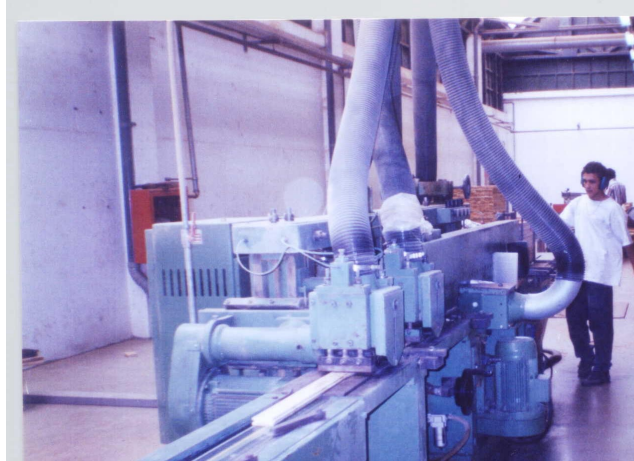


Figura 14. Proceso de moldurado de piezas de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

Se hizo un saneado de las piezas para la fabricación del piso machi-hembrado con los parámetros de calidad empleados por la empresa, los cuales incluyen grietas, nudos que atraviesan la pieza, ya que los que no lo hacen son rellenados con masilla; médula que afecte las piezas porque esté presente en la cara donde se aplica el lijado; y piezas o parte de ellas con defecto de moldurado y que no se pueden unir con otra pieza.

El moldurado se hizo solamente por canto, por cabeza no se realizó, debido a que las piezas por presentar largos diferentes a los usados por la empresa, con el fin de maximizar el rendimiento, no se pudieron pasar por la escuadradora de la empresa.

Después del moldurado y saneado, a cada pieza se le hizo un despunte con una sierra de corte inferior accionada por un pistón, de 80 dientes y de 356 mm de diámetro y se procedió a medir los largos de las piezas.

Para cuantificar la madera aserrada se utilizó la siguiente fórmula para cada pieza:

$$V = L \times A \times E$$

Donde:

V = volumen en metros cúbicos

L = largo en metros

A = ancho en metros

E = espesor en metros

El factor de recuperación de la madera (% de rendimiento) se calculó de la siguiente manera:

$$FRM = V_{\text{aserrado}} / V_{\text{troza}} * 100$$

Donde:

FRM = Factor de recuperación de la madera

V_{aserrado} = Volumen aserrado en metros cúbicos

V_{troza} = Volumen en troza en metros cúbicos

El proceso siguiente fue el lijado y laqueado de la madera. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

1) Lijado: se utilizaron tres lijas de grano 120-120-150 PS 23 Corindon con óxido de silicio, las cuales devastan de 2 a 3 décimas de milímetro.



Figura 15. Proceso de lijado de madera para la elaboración de piso de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

2) Selladores: “High Taber” con óxido de aluminio y el “High Viscosity” para cerrar poros.



Figura 16. Proceso de aplicación de selladores para la elaboración de piso de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

3) **Lijado otra vez:** con una lija PS 21 grano 280 Corindon de Circonio.



Figura 17. Proceso de lijado después del sellado de madera para la elaboración de piso de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

4) **Laqueado:** se aplican dos capas, es laca resistente a golpes y con óxido de aluminio.



Figura 18. Proceso de laqueado para la elaboración de piso de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

5) Después de cada capa de sellador o laca se aplicó un curado ultravioleta.



Figura 19. Proceso de curado ultravioleta para la elaboración de piso de teca (*Tectona grandis*), Panamerican Woods S.A., Nandayure, Guanacaste. 2001.

Las especificaciones de las máquinas utilizadas en este proceso se mencionan a continuación:

Cuadro 5. Especificaciones de las máquinas utilizadas para el proceso de lijado y laqueado para la elaboración de piso en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Especificación	Lijadora	Laqueadora	Lijadora de Sellador
Marca/Modelo	Steinemann	ELMAG SPA	TAGLIABUE
Tipo	OS NOVELLAK-K-NS	RU/PF 3	TAG 12 C
Elect	440 V /60 H, 206 KW	440 V/60 Hz	440 V/ 60 Hz

Fuente: PANAMERICAN WOODS. 2001.

Modelo experimental y análisis estadísticos

El modelo experimental se detalla en la siguiente figura:

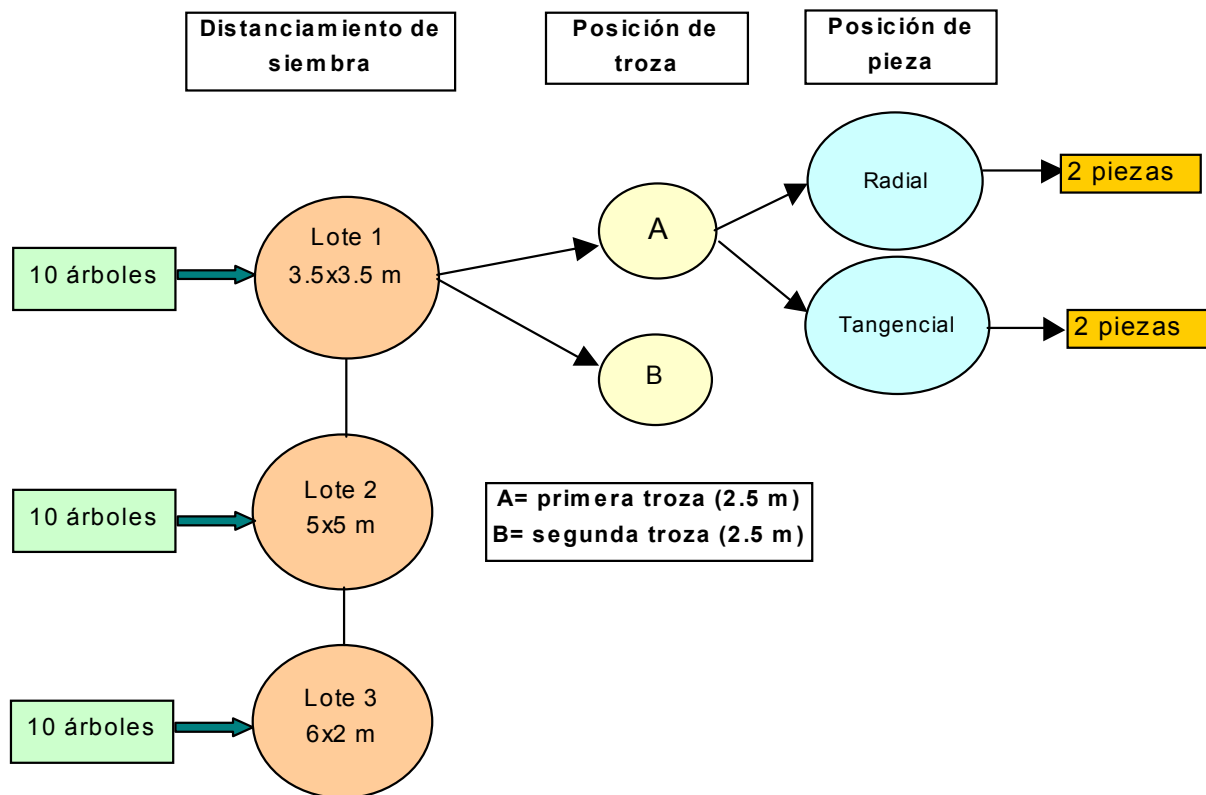


Figura 20. Diagrama del modelo experimental usado en el estudio.

El modelo es considerado como un factorial cruzado con 12 experimentos. En total son 3 distanciamientos de siembra, 10 repeticiones por lote (30 árboles en total), 2 posiciones de troza en el fuste (60 trozas en total), 2 posiciones de la pieza en la cara transversal (posición radial y posición tangencial) y obteniendo 2 piezas por posición, para obtener finalmente 240 piezas. Es decir se tiene:

3 distanciamientos x 2 posiciones troza x 2 posiciones pieza x 2 piezas x 10 repeticiones = 240 piezas totales.

3 distanciamientos x 2 posiciones troza x 2 posiciones pieza = 12 experimentos.

Para los análisis estadísticos realizados se utilizaron los paquetes estadísticos Minitab 11.3 y SAS 7. Se obtuvieron las estadísticas descriptivas para cada uno de los estados en que se midió la madera aserrada (verde, seco y moldurado), tanto para las torceduras como para las grietas. Se hicieron análisis de varianza mediante modelos lineales generales, tomando cada uno de los estados de la madera, los tres factores estudiados (distanciamiento de siembra, posición de troza y posición de pieza) y cada uno de los defectos de las piezas: torceduras y grietas. Además se aplicaron pruebas comparativas de Tukey, para saber qué factores son significativamente diferentes. Se realizaron análisis de mediciones repetidas para analizar los tres estados de la madera juntos con todas las variables. Se utilizó un nivel de confianza del 95% para todas las pruebas.

Las mediciones de árboles y trozas se consideraron como variables predictoras y se analizaron con las torceduras y grietas (variables de respuesta) mediante análisis de regresión múltiple. En estas regresiones se utilizaron solamente las variables de respuesta que presentaron factores con diferencia significativa, según los diferentes análisis de varianza. Es decir, si por ejemplo el factor distanciamiento de siembra no

afectó el alabeo (variable de respuesta), entonces la regresión se realizó sin tomar en cuenta este factor; así de la misma manera se procedió con los otros factores analizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de los árboles y las trozas

A continuación se presentan las principales variables medidas en el campo a cada uno de los árboles seleccionados de los tres diferentes lotes evaluados. Es importante mencionar aquí que los valores de diámetros y alturas no son los datos promedio de los lotes, dado que se seleccionaron árboles que presentaran al menos 18 cm a una altura de 5 m.

Cuadro 6. Mediciones promedio de variables dasométricas de diferentes lotes de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Lote No	Dap (cm)	H 1 ^{ra} rama viva (m)	H Tot (m)	Edad (años)	Dist (m)
1	25.76	8.10	18.95	9	3.5x3.5
2	26.33	6.81	18.69	9	5x5
3	27.32	6.33	20.11	11	6x2

H = altura Dist = distanciamiento Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

El lote 3 presenta un mejor comportamiento en cuanto al diámetro y altura total promedio. Se debe tomar en cuenta que este lote tiene 11 años de edad, mientras que los otros dos tienen 9 años; también puede afectar el tipo de manejo que se les ha aplicado, la procedencia del material utilizado al establecer la plantación, además las condiciones del sitio (microclimas, erosión, etc.) y características del suelo.

El lote 1 tiene en promedio árboles con un fuste más limpio, pues la altura hasta la primera rama viva es de 8.10 metros, superando a los otros dos lotes.

Cuadro 7. Mediciones promedio de copa de árboles de diferentes lotes de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Lote No	Proy copa (m)				AC (m ²)	VC (m ³)	ACC		ACC	
	NE	SE	NO	SO			NE (m ²)	SE (m ²)	NO (m ²)	SO (m ²)
1	2.63	3.08	3.03	3.14	29.37	102.49	5.96	8.38	7.99	8.37
2	3.30	3.73	3.31	3.69	39.18	156.10	9.05	11.49	9.04	11.04
3	2.95	3.17	2.91	3.45	30.84	142.37	7.54	8.45	7.16	9.99

Lote 1=3.5x3.5 m Lote 2=5x5 m Lote 3=6x2 m Proy=proyección NE=noreste SE=sureste

NO=noroeste SO=suroeste AC=área copa VC=volumen copa ACC=área cuadrante copa

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

Con respecto a las proyecciones de copa, se puede observar que los valores inferiores son los correspondientes a la dirección Noreste, ya que, los vientos en la zona corren en esa dirección. Además las copas de menores áreas tanto la total como por cuadrante y su volumen las presentan los lotes 1 y 3. Esto ya que, el lote 2 por presentar un distanciamiento de siembra mayor, sus árboles tienen copas más amplias.

En el siguiente cuadro se muestran las principales variables medidas a cada una de las trozas obtenidas de los árboles seleccionados de los tres diferentes lotes evaluados.

Cuadro 8. Mediciones promedio realizadas en trozas de diferentes lotes de *Tectona grandis* de finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Lote	Dist (m)	D prom (cm)	E méd (cm)	Grietas #	Long (cm)	Raj %	Conic (cm/m)	Achat (%)
1	3.5x3.5	23.43	1.47	2.73	4.50	19.76	2.11	91.25
2	5x5	23.67	1.68	2.56	4.36	18.78	2.17	92.76
3	6x2	24.63	2.13	1.85	5.50	22.62	2.15	91.06

D prom=diámetro promedio Eméd=excentricidad de médula Long=longitud de la grieta más larga Raj=rajaduras o grietas Conic=conicidad achat=achatadura Fuente: Anexo 4, 5 y 6.

Aquí se aprecia que se sigue dando el mismo comportamiento que en los árboles, en cuanto al diámetro de las trozas, pues es el lote 3 el que presenta el valor más alto. En cuanto a excentricidad de médula y conicidad en las trozas, es el lote 1 el que tiene menores valores, en número de grietas y achatadura es el lote 3, y en longitud de grietas y porcentaje de rajaduras es el lote 2.

A pesar de esto, estos valores tanto de árboles como trozas, según el análisis de regresión múltiple realizado, no ayudan a predecir en alto porcentaje las torceduras y grietas de la madera aserrada, por lo que no se puede basar en estos valores para decir qué lote o qué características de árboles pueden producir madera de mejores características. Esto demuestra que la teca tiene un comportamiento complejo en cuanto a la predicción de torceduras y grietas tomando características de los árboles en pie y las trozas, o también que se necesita medir más variables en los árboles que ayuden a predecir los defectos en madera aserrada, tomando en cuenta que en este estudio se tomó la mayor cantidad posible de variables y se incluyeron en los análisis de regresión (Anexos 69 al 80).

Análisis de madera aserrada para cada uno de los estados estudiados

Las estadísticas descriptivas para cada uno de los estados y defectos de la madera se encuentran en los Anexos 7 al 24 y la totalidad de los datos se encuentran en los Anexos 25, 26 y 27. Los valores que se presentan de torceduras y grietas son solamente los que presentaron diferencia significativa según el análisis de varianza realizado entre los diferentes factores evaluados, para los tres estados: verde, seco y moldurado (Anexos 28 al 42); y las pruebas de Tukey se presentan en los Anexos 43 al 63.

Madera en estado verde

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedio de las torceduras y grietas medidas en piezas de madera en verde y los factores que presentaron diferencia significativa.

Cuadro 9. Valores promedio de torceduras y grietas en verde para diferentes factores, medidos en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Factor		Alabeo (mm)	Encorvadura (mm)	Arqueadura (mm)	Grietas (#)	Long Grieta (cm)
Distanc siembra (m)	3.5x3.5	2.286		6.197		
	5x5	4.008		6.805		
	6x2	2.262		4.155		
Posición pieza	T		1.277		0.4	5.3
	R		2.439		1.6	20.5
Posición troza	A			4.916	0.8	
	B			6.522	1.2	

T= tangencial R= radial A= primera troza B= segunda troza

En el alabeo, el factor que tuvo una diferencia significativa, fue el distanciamiento de siembra. Como se observa en el Cuadro 9 el distanciamiento que presenta un mayor valor es el de 5x5 m, el cual según la prueba de Tukey, es significativamente diferente a los otros, los cuales presentan valores muy parecidos entre sí.

En el caso de la encorvadura, la posición radial presentó un valor promedio 1.91 veces mayor a la posición tangencial. Esto concuerda con la literatura, pues según estudios realizados por Jacobs (1965), la madera de corte radial (cercana a la médula) presenta mayores valores de encorvadura.

En la arqueadura, existe diferencia significativa en el distanciamiento de 6x2 metros con respecto a los otros dos, mientras que estos entre sí no presentan diferencia; esto ya que el primero es menor 1.64 y 1.49 veces menor que los distanciamientos de 5x5 y 3.5x3.5 metros respectivamente. Se da el mismo comportamiento que en el alabeo, el valor más bajo de arqueadura lo presenta el distanciamiento de 6x2 metros.

En cuanto a la posición de troza en el árbol, es clara la diferencia y se aprecia que la troza A (troza de la base) es la que mostró un mejor comportamiento en lo que se refiere a la arqueadura. Esto se comprueba con estudios realizados por Balaban (1982), Maeglin y Boone (1983) y Koch (1986)²; los cuales descubrieron que entre más alta sea la posición de la troza en el árbol, habrá mayores deformaciones en la madera.

En cuanto al número promedio de grietas, se repiten los patrones anteriores, pues son la posición tangencial y la troza A las que muestran valores menores de grietas. Esto coincide con un estudio de eucalipto realizado por Miranda y Rabelo (1999), en el que obtuvieron menos rajaduras en la madera aserrada proveniente de las primeras trozas (trozas A)

La última variable analizada, longitud de la grieta más profunda, al igual que el número de grietas, muestra un valor promedio mucho menor en la posición tangencial con respecto a la radial (3.87 veces menor).

Madera en estado seco

A continuación se presentan los valores promedio de las torceduras y grietas medidas en piezas de madera seca con sus respectivos factores significativos.

Cuadro 10. Valores promedio de torceduras y grietas después del secado para diferentes factores, medidos en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Factor		Alabeo (mm)	Encorvadura (mm)	Arqueadura (mm)	Grietas (#)	Long Grieta (cm)
Distanc siembra (m)	3.5x3.5	1.614				22.2
	5x5	2.375				26.0
	6x2	2.024				11.6
Posición pieza	T		1.553		1.4	7.2
	R		3.365		3.6	32.8
Posición troza	A			2.382	2.0	
	B			3.055	3.1	

T= tangencial R= radial A= primera troza B= segunda troza

Como se observa en el Cuadro 10, el distanciamiento que presenta un mayor valor promedio de alabeo es el de 5x5 metros, el cual según la prueba de Tukey, es significativamente diferente al de 3.5x3.5 metros; con el de 6x2 metros no hay diferencia, así como tampoco entre este último y el de 3.5x3.5 metros.

En el caso de la encorvadura, la posición radial es 2.17 veces mayor que la tangencial. Esto puede deberse a la presencia de madera juvenil (en piezas de corte radial), ya que, esta al poseer una alta contracción longitudinal en el secado, se produce encorvadura hacia la médula. Esto tendería a reducir la encorvadura debida a la liberación de las tensiones de crecimiento en verde (hacia la corteza)

(Kubler (1987)).

En la arqueadura, es evidente la diferencia de la posición de la troza en el árbol, pues la troza A presenta un valor 1.28 veces menor que la B, pues entre más alta esté la troza más deformaciones tendrá.

En cuanto al número promedio de grietas, una vez más la posición tangencial y la troza A son las que muestran valores menores.

Por último, en el promedio de la longitud de la grieta más profunda, los factores significativos fueron el distanciamiento de siembra y la posición de la pieza en la troza, tomando estos factores individualmente.

En cuanto al distanciamiento, el de 6x2 metros presenta una diferencia con respecto a los otros dos, ya que muestra un valor 1.91 y 2.24 veces menor con respecto a los distanciamientos de 3.5x3.5 y 5x5 metros respectivamente. Además la posición de pieza tangencial muestra un valor 4.6 veces menor que la radial.

Madera en estado moldurado

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedio de las torceduras y grietas medidas en piezas de madera moldurada y sus respectivos factores significativos.

Cuadro 11. Valores promedio de torceduras y grietas después del moldurado para diferentes factores, medidos en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Factor		Alabeo (mm)	Grietas (#)	Long Grieta (cm)
Distanc	3.5x3.5	2.005	3.3	
siembra	5x5	2.591	3.8	
(m)	6x2	2.111	2.5	
Posición	T	2.067	2.2	7.9
pieza	R	2.404	4.1	37.9
Posición	A		2.2	
troza	B		4.1	

T= tangencial R= radial A= 1^{ra} troza B= 2^{da} troza

En este caso la arqueadura no se tomó en cuenta, pues no existió diferencia significativa entre sus factores y la encorvadura se analizó aparte, pues una interacción de dos factores presentaron diferencia significativa (Anexo 39).

En el caso del alabeo el distanciamiento, una vez más, fue el factor que presentó una diferencia significativa. El de 5x5 metros, que es el que presentó el alabeo más alto, es diferente a los otros dos, mientras que entre estos dos últimos no se presentó diferencia significativa.

La posición de pieza para el alabeo, aunque no presentó estrictamente una diferencia significativa, se consideró pues el nivel de confianza fue de un 94% ($p= 0.060$); siendo siempre la posición radial la que resultó con más problemas de la torcedura; al igual que en la variable de longitud de la grieta más profunda, donde es sobresaliente la diferencia, siendo la tangencial 4.8 veces menor que la radial.

Para el caso del número de grietas, en el distanciamiento se presentan diferencias entre el de 5x5 y 6x2 metros, mientras que entre 3.5x3.5 con respecto a 5x5 y 6x2

metros, no mostró diferencia; siendo siempre el de 5x5 metros el que presenta un valor más alto.

Para el caso de posición de pieza y de troza, de nuevo la posición tangencial y la troza A presentaron los menores valores de número de grietas.

En el caso de la encorvadura, la interacción de troza con posición de pieza fue la que presentó diferencia significativa.

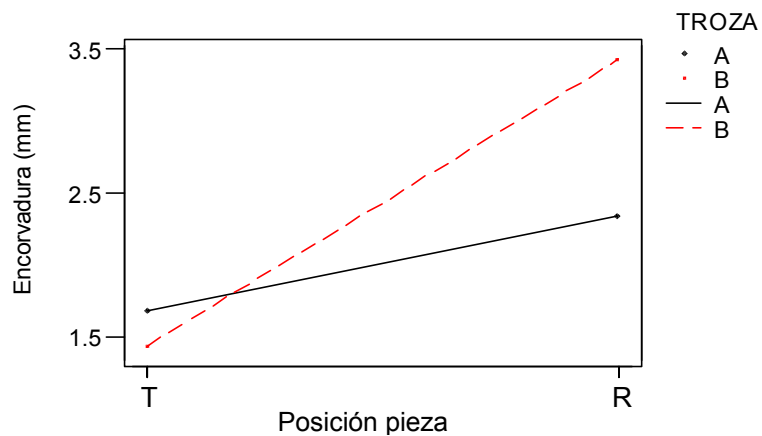


Figura 21. Valores promedio de encorvadura después del moldurado para posición de pieza y posición de la troza en el árbol, medidos en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure. 2001.

En este caso, el valor más bajo de encorvadura se presenta en la posición de pieza tangencial junto con la troza B, aunque los valores para la troza A y B no difieren mucho (no es significativo); y el más alto si es siempre la posición radial con la troza B. Con esto se comprueba que la encorvadura aumenta conforme se disminuye el diámetro en el árbol, es decir que es de esperar que en la segunda troza se presenten valores mayores de esta torcedura.

A manera de síntesis, para el caso de los distanciamientos, el de 5x5 metros en los tres estados de la madera, fue el que presentó mayores valores de torceduras y grietas; el de 6x2 metros presentó los menores valores en verde, en seco en longitud de grieta y en moldurado en número de grietas. El de 3.5x3.5 metros obtuvo los menores valores en seco y moldurado para el alabeo.

Estas diferencias en los lotes de estos distanciamientos, obviamente además del espacio ocupado por árbol, que son 12, 12.25 y 25 m², para 6x2, 3.5x3.5 y 5x5 metros respectivamente; pueden deberse a cambios en microclimas dentro de las plantaciones, pues por ejemplo en el caso del lote de 5x5 metros que fue el que resultó con más problemas en defectos de madera aserrada, se encuentra ubicado al frente del lote de 3.5x3.5 metros, además el primero presenta más pendiente (30-40% aproximadamente).

En el caso del de 6x2 metros, se encuentra a una mayor distancia de los otros dos, a unos 6 kilómetros y a una mayor altitud (80 msnm), mientras que los otros pueden estar a 40 msnm. Otro aspecto que puede influir es la procedencia del material con el que se establecieron las plantaciones, que en el caso de los lotes de Cárdenas (3.5x3.5 y 5x5 m) tienen una procedencia distinta al lote de Cima 1 (6x2 m).

Según el estudio realizado por Millán (2001) sobre mediciones en árboles de teca en pie de las tensiones de crecimiento (para los mismos lotes del presente estudio), se presentó una diferencia significativa en la interacción distanciamiento-punto cardinal. El lote de 5x5 metros mostró un comportamiento desuniforme en la distribución de las tensiones de crecimiento, alrededor de la circunferencia del fuste en los puntos cardinales opuestos, siendo el Norte y el Este los mayores. Por el contrario el distanciamiento de 6x2 metros presentó un comportamiento más uniforme de las tensiones alrededor del fuste. Esto podría explicar las torceduras y grietas en los diferentes lotes, ya que, al existir una mayor desuniformidad en las distribuciones de

las tensiones de crecimiento, en el momento de aserrar la madera se pueden liberar las tensiones de manera desigual, lo cual podría favorecer la aparición de defectos en la madera (torceduras y grietas).

Análisis de variables para los diferentes estados en madera aserrada

En esta sección se incluye el análisis de todos los factores juntos (distanciamiento de siembra, posición de troza y posición de pieza) para los tres estados de la madera estudiados (verde-seco-moldurado). Los análisis de varianza y las pruebas de Tukey se presentan los Anexos 64 al 68.

En la Figura 22 se presenta el alabeo promedio obtenido para cada estado de la madera aserrada.

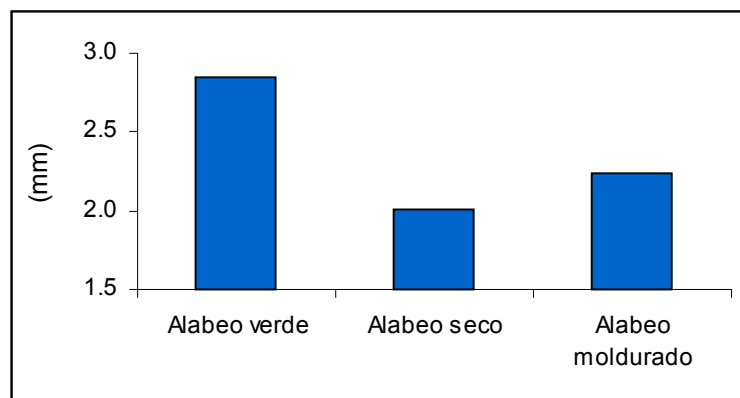


Figura 22. Alabeo promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Aquí el alabeo verde es el que presenta una diferencia significativa según el análisis de varianza realizado, tanto con el alabeo en seco como moldurado, mientras que entre el seco y el moldurado no se presenta diferencia significativa, a pesar de que en seco es menor.

Es notorio que el alabeo disminuye al pasar la madera del estado verde al seco y posteriormente de seco a moldurado aumenta un poco. Del total del alabeo en verde el 70.39% se presenta en el estado seco y el 78.71% en el estado moldurado, por lo que hay una disminución de la torcedura del 29.61% después del secado; y del 21.29% después del moldurado. Esto puede deberse a que las tensiones del secado, según Marshal (1973)³, al contrarrestar las tensiones de crecimiento, hacen que las torceduras originadas por la liberación de tensión durante el aserrado, se reduzcan durante el secado.

Por otro lado la mayor magnitud de alabeo se está dando en el estado verde (2.9 mm), lo que indica que esta torcedura se presenta en mayor proporción debido al aserrío y a la manera de liberarse las tensiones de crecimiento durante el mismo. Esto es inusual dado que, el alabeo es un defecto asociado principalmente al secado de la madera y otros factores. Sin embargo el aserrío influye ya que, las trozas con deformaciones al pasar por los rodillos circulares (Figura 23), por el agarre de estos en las trozas, copian sus defectos y hacen que la troza gire (Figura 23 b), además cuando los tablones salen de las sierras no hay guías que los sostengan, lo que ayuda a que se presenten problemas de alabeo en las piezas.

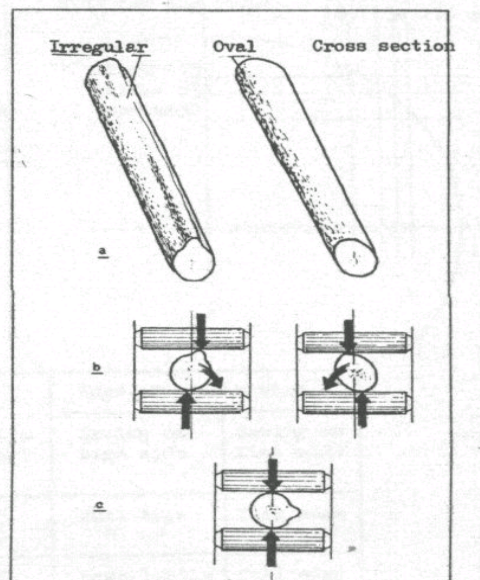


Figura 23. Trozas irregulares y formas de colocarlas al pasar por los rodillos en el proceso de aserrío.

Fuente: FAO, 1982.

En la siguiente figura se muestran los valores promedio para el caso de la encorvadura.

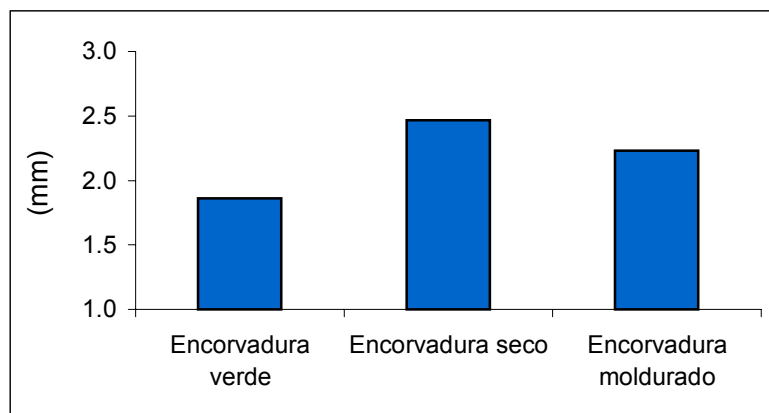


Figura 24. Encorvadura promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de *Tectona grandis* en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

La encorvadura en verde presentó diferencia significativa con respecto a la encorvadura en seco, mientras que con la encorvadura en estado moldurado no presentó diferencia significativa, tampoco seco con moldurado presentan diferencia significativa.

Para este caso, se dio un comportamiento diferente al alabeo, pues al pasar de verde a seco la encorvadura aumenta y luego en el moldurado disminuye un poco. Del total de la encorvadura en seco el 75.61% ya estaba presente en el estado verde, es decir se dio un aumento del 24.39% después del secado de las piezas. Es evidente que el secado afecta este tipo de torcedura. Esto según Kubler (1987), ocurre por el diferencial longitudinal de contracción en caras opuestas de la pieza durante el secado.

Tomando en cuenta que el producto deseado es piso machi-hembrado, la encorvadura es un defecto que afecta mucho el producto, ya que una pieza con una alta encorvadura después del moldurado no se puede unir adecuadamente a otra, disminuyendo así el rendimiento, ya que debe ser eliminada, esto en producto de exportación.

En la Figura 25, se presentan los promedios para la arqueadura.

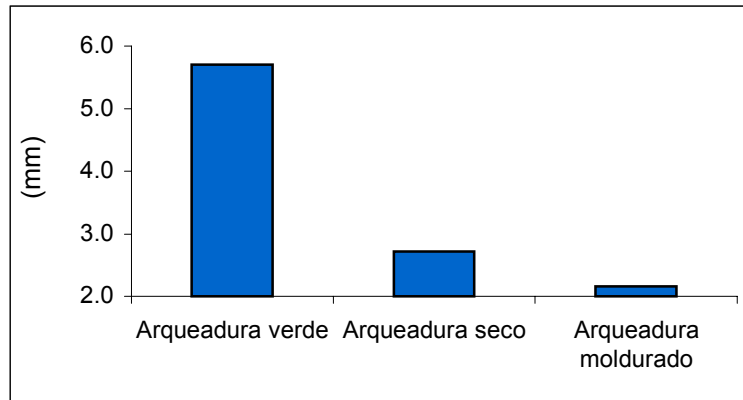


Figura 25. Arqueadura promedio para cada uno de los estados, en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En este caso la arqueadura en estado verde muestra una gran diferencia significativa con respecto a las otras dos, mientras que entre la arqueadura seca y moldurada no se presenta diferencia significativa. El mayor valor de arqueadura en verde (5.7 mm) se puede explicar por la liberación de las tensiones de crecimiento, las cuales se manifiestan al aserrarse la madera y provocan la arqueadura. Del total de la arqueadura en verde el 47.62% se sigue presentando en el estado seco, por lo que hubo una disminución del 52.38% después del secado. Esto ocurre por el tipo de secado (con pesos) que se realizó, el cual ayudó mucho en la corrección de este defecto; que al pasar al estado moldurado disminuye aún más (20.47%), también analizando la arqueadura en verde y después del moldurado, se presentó una disminución del 62.13%; lo que indica que al reducir el espesor en las piezas y al someter las piezas al lijado, la arqueadura puede llegar a disminuir también.

En la Figura 26 se presenta el número promedio de grietas para cada estado de la madera.

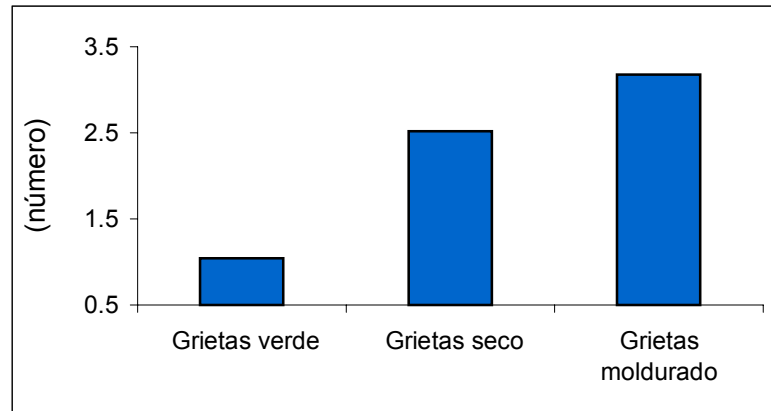


Figura 26. Número promedio de grietas para cada uno de los estados, en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Aquí se presenta una diferencia significativa entre las grietas en verde con respecto a las otras dos, mientras que entre grietas en seco y moldurado no se presentó diferencia significativa, a pesar de que en moldurado aumentaron levemente las grietas.

Del total de grietas en seco el 41.33% se presenta en el estado verde, por lo que se dio un aumento del 58.67% después del secado y de un 67.21% después del moldurado. Tomando como base el total de grietas después del moldurado, ocurrió un aumento del 20.67% al pasar del estado seco al moldurado. Se demuestra cómo afecta el secado la formación de grietas en la madera, probablemente por las contracciones que se presentan al irse disminuyendo la cantidad de agua en las piezas; y en moldurado se dio un aumento ya que, las piezas al ser molduradas, quedan con las grietas más visibles y por consiguiente más fáciles de ser medidas que por ejemplo en verde.

Los promedios de la longitud de grieta más larga se muestran en la Figura 27.

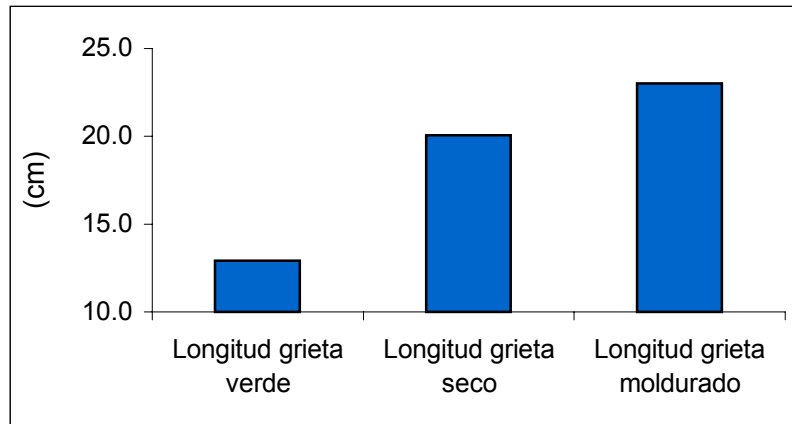


Figura 27. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados, en piezas de madera de *Tectona grandis*, en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste, Garza. 2001.

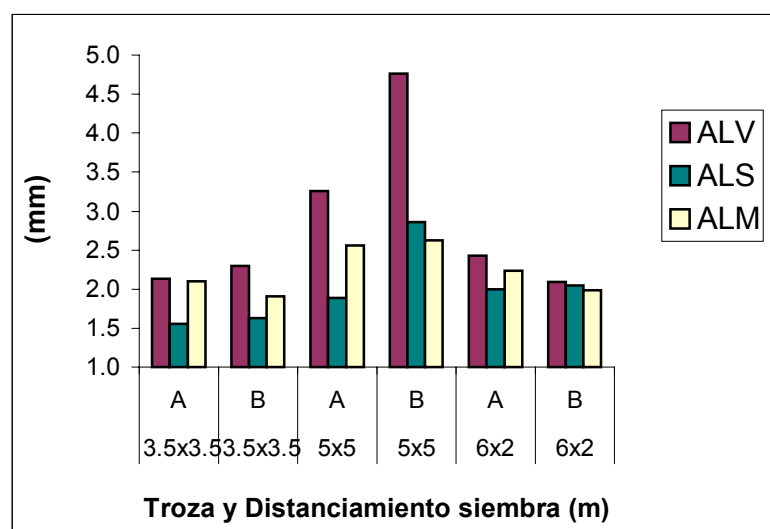
Aquí se presenta diferencia significativa entre la longitud de grieta en verde con respecto a las otras dos, mientras que entre estas no se presentó diferencia significativa.

Estos resultados coinciden con los obtenidos para el número de grietas, la longitud de grietas aumenta significativamente de verde a seco (35.82%), y de verde a moldurado (43.91%); de seco a moldurado aumenta un poco (12.61%). Al igual que en el anterior caso, el secado tiene mucha influencia sobre esta variable. El aumento después del moldurado puede explicarse por lo anteriormente mencionado con respecto a que por tratarse de piezas molduradas, son más visibles las grietas y por consiguiente sus longitudes.

Análisis de variables para los diferentes estados en madera aserrada tomando en cuenta diferentes factores

En esta sección se incluye el análisis de cada una de las variables de respuesta con los factores (distanciamiento de siembra, posición de troza y posición de pieza) que resultaron con diferencia significativa, según el análisis de mediciones repetidas, para los tres estados de la madera estudiados (verde, seco y moldurado) (Anexos 81 al 85).

En la Figura 28 se presentan los valores promedio para el caso del alabeo con sus respectivos factores.



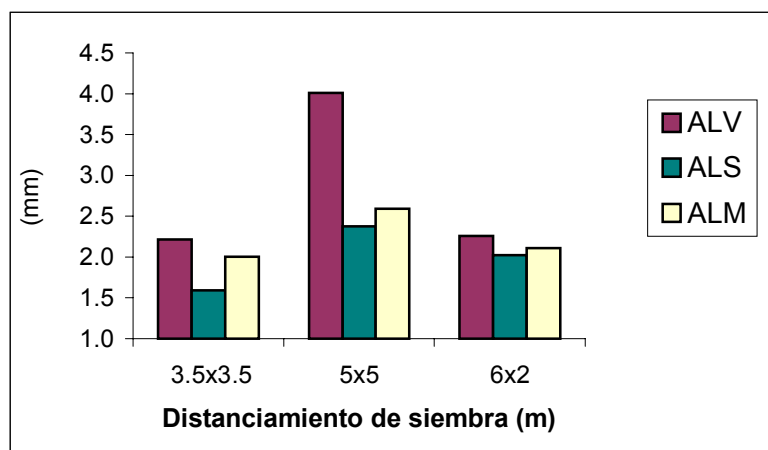
ALV= alabeo en verde ALS= alabeo en seco
ALM=alabeo después de moldurado
A= 1^{ra} troza B= 2^{da} troza

Figura 28. Alabeo promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En este caso mediante el análisis de mediciones repetidas (efectos entre sujetos), se encontró que el factor más importante que afecta el alabeo es la interacción de troza con el distanciamiento. La interacción del lote de 5x5 metros junto con la troza B, presentaron los mayores valores de alabeo, tanto en verde, seco como en moldurado. Las trozas B presentaron los mayores valores, con excepción del lote de 6x2 metros, donde la troza A presenta un valor mayor de la torcedura en estado verde y moldurado y el lote de 3.5x3.5 metros, donde la troza A presenta un valor mayor pero solo en moldurado.

Estos resultados coinciden con los anteriores, pues a mayor distanciamiento y a mayor altura de la troza en el árbol, se obtuvieron en general mayores valores de alabeo en los tres lotes.

En la Figura 29 se aprecia el efecto del distanciamiento sobre los tres estados de la madera.



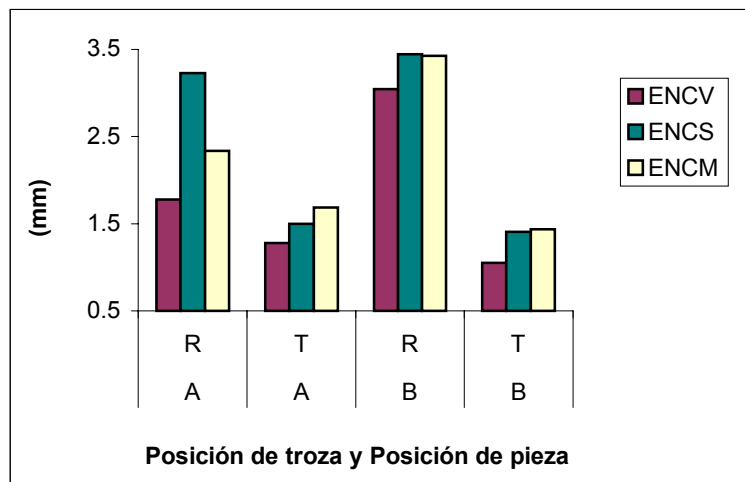
ALV= alabeo en verde ALS= alabeo en seco
ALM=alabeo después de moldurado

Figura 29. Alabeo promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001

Aquí se muestra la interacción, mediante el análisis de mediciones repetidas realizado (efecto dentro de sujetos), entre el paso del tiempo de la madera a través de los diferentes estados en los que se midió y el distanciamiento, el cual resultó ser el factor que afecta el alabeo en este caso.

Al igual que en la figura anterior, el alabeo resultó siempre mayor en el lote de 5x5 metros para los tres estados de la madera, mientras que los otros dos lotes mostraron valores muy parecidos entre sí; disminuyendo la torcedura después del secado y con un ligero aumento después del moldurado. Esto, como ya se explicó anteriormente, revela que el secado ayuda a disminuir este defecto en este tipo de madera y que el moldurado afecta, por lo que se dio un pequeño aumento en las mediciones promedio.

A continuación se muestran los factores influyentes en la torcedura tipo encorvadura.



ELV= encorvadura en verde ELS= encorvadura en seco
 ELM= encorvadura después de moldurado T= tangencial R= radial
 A= 1^{ra} troza B= 2^{da} troza

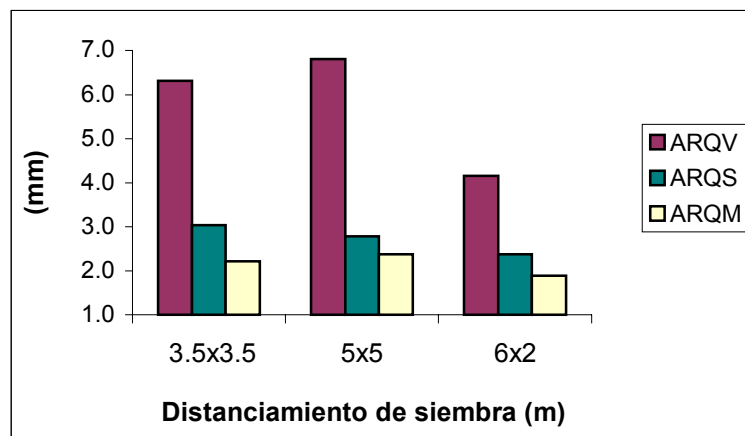
Figura 30. Encorvadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En el análisis de mediciones repetidas (efectos entre sujetos), resultó que los factores que afectan la encorvadura son la posición de pieza en la troza y la posición de la troza en el árbol, tomándolos como una interacción.

En los tres estados analizados se observa que los valores más bajos de la torcedura se presentan en las trozas A y B pero con la posición tangencial, y los mayores valores en la posición de troza B con la posición radial; esto coincide con lo antes explicado de que conforme disminuye el diámetro en el árbol aumenta la encorvadura. Además esto puede atribuirse a la madera juvenil, la cual está presente en las piezas radiales, que son las cercanas a la médula y puede favorecer este tipo de defecto por su alta contracción longitudinal y sus características inferiores comparada con la madera adulta.

Por otro lado, solamente en las piezas tangenciales se da un aumento paulatino de la torcedura al pasar de un estado a otro; mientras que en las piezas radiales aumenta de verde a seco pero luego del moldurado se da una reducción. Esto verifica el efecto del secado sobre este tipo de torcedura, pues en todos los casos aumentó, en el caso del moldurado al no tener un patrón definido es difícil poder hacer una conclusión; probablemente están afectando factores que no fueron incluidos dentro del estudio.

A continuación se muestran los factores influyentes en la torcedura tipo arqueadura, que según el análisis de mediciones repetidas son el distanciamiento de siembra (efectos entre y dentro de sujetos) y la posición de troza en el árbol, tomándolos individualmente.



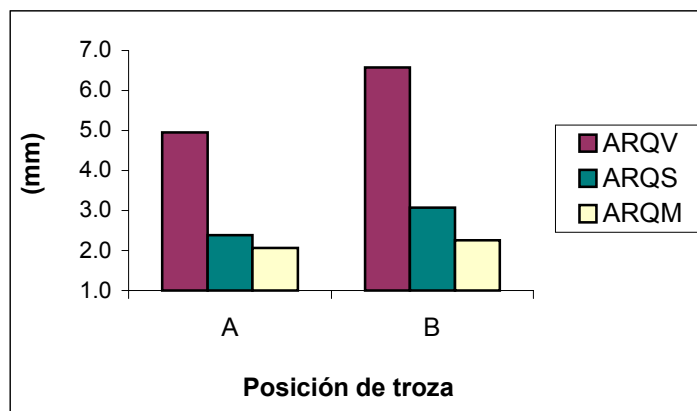
ARQV= arqueadura en verde ARQS= arqueadura en seco
 ARQM= arqueadura después de moldurado

Figura 31. Arqueadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure. 2001.

En este caso se aprecia que el mejor distanciamiento resultó ser el de 6x2 metros y el de 5x5 metros el que presentó mayor problema en arqueadura (excepto en seco que la arqueadura fue un poco menor al de 3.5x3.5 m); esto para los tres estados analizados. Es también evidente que la mayor cantidad de la arqueadura se presentó en el estado verde, con valores de 6.3, 6.8 y 4.2 mm para los distanciamientos de 3.5x3.5, 5x5 y 6x2 metros respectivamente. Esto puede ser como resultado de la liberación de las tensiones de crecimiento a la hora de aserrar la madera. Además el secado contribuye grandemente en la disminución de este defecto, pues se dieron disminuciones de un 51.82, 59.18 y 42.89%, para los distanciamientos de 3.5x3.5, 5x5 y 6x2 metros respectivamente al pasar del estado verde al seco. Esto coincide con Marshal (1973), que dice que las tensiones de secado contrarrestan las tensiones de crecimiento, lo que hace que las torceduras originadas por la liberación de tensiones durante el aserrado se podrían reducir durante el secado, a su vez que presume que el peso (secado restringido) sobre la pila de secado también favorece dicha disminución.

También se aprecia que el moldurado en este caso ayuda a disminuir este defecto en las piezas, lo cual es beneficioso, pues son piezas para la elaboración de piso.

En la figura a continuación se muestra el efecto de la posición de la troza en el árbol sobre la arqueadura.

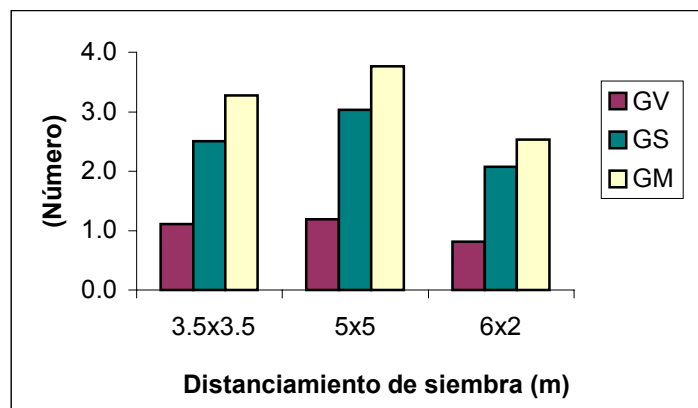


ARQV= arqueadura en verde ARQS= arqueadura en seco
ARQM= arqueadura después de moldurado
A= 1^{ra} troza B= 2^{da} troza

Figura 32. Arqueadura promedio para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Para los tres estados analizados la posición de troza A es la que presentó menores magnitudes de arqueadura. Esto se puede explicar porque se presume que entre más altura en el árbol hay más tensiones de crecimiento, las cuales se reflejan a la hora del aserrío de la madera y se manifiestan en torceduras, en este caso la arqueadura. Al igual que en el caso anterior se nota cómo el secado y el moldurado disminuyen este defecto en la madera.

En la Figura 33 se aprecia que el distanciamiento de siembra resultó ser uno de los factores que afectan la variable del número de grietas, según el análisis de varianza de mediciones repetidas (efectos entre sujetos).

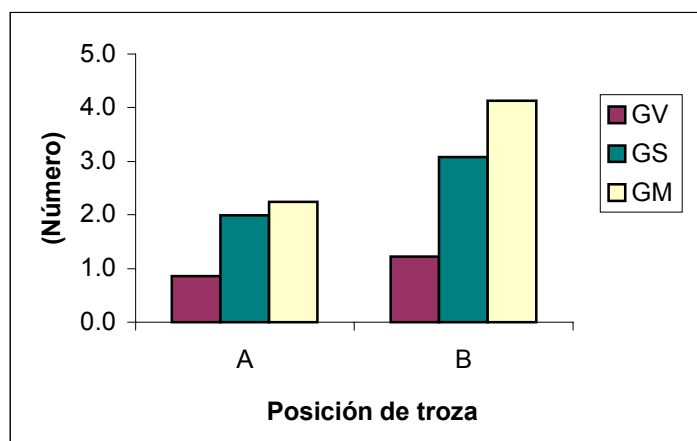


GV= grietas en verde GS= grietas en seco
GM= grietas después de moldurado

Figura 33. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y distanciamiento de siembra, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Se nota que el distanciamiento de 6x2 metros presenta los valores más bajos de grietas para los tres estados analizados y de nuevo 5x5 metros los más altos. Además al pasar de un estado a otro el número de grietas aumenta para los tres distanciamientos. Es evidente que el secado en todos los caso ha aumentado esta variable y el moldurado también, lo cual puede ser explicado por las mismas razones analizadas anteriormente para la Figura 26.

A continuación, en la Figura 34 se muestran las diferencias entre las posiciones de troza en el árbol para el número de grietas.

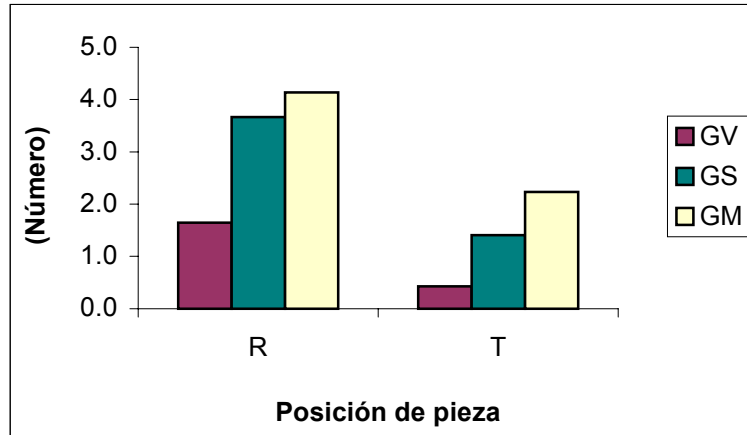


GV= grietas en verde GS= grietas en seco
GM= grietas después de moldurado
A= 1^{ra} troza B= 2^{da} troza

Figura 34. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y posiciones de troza, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Se aprecia cómo cambia el número de grietas con respecto a la posición de troza, siendo siempre la troza B la que presenta más defectos, como ya se ha explicado, por encontrarse a una mayor altura. Al igual que en la figura anterior se da el mismo comportamiento de que aumenta el número de grietas conforme la madera pasa de un estado a otro, pues el secado las afecta y en moldurado como se ven mejor estos defectos, es más fácil de contar las grietas.

En la siguiente figura se muestra la diferencia entre las posiciones de cara de las piezas para la variable número de grietas.

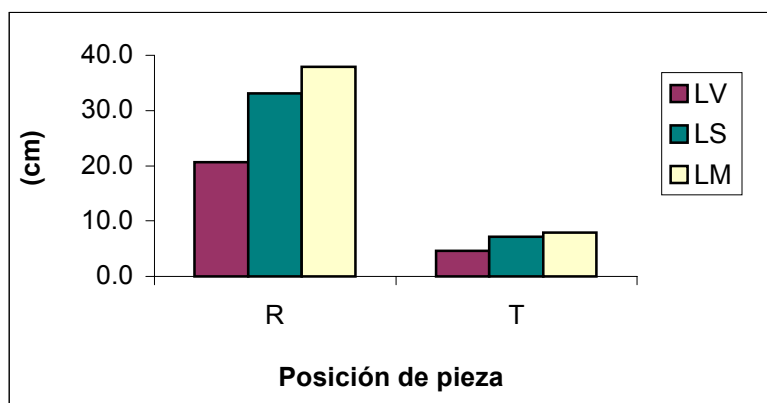


GV= grietas en verde GS= grietas en seco
GM= grietas después de moldurado R= radial T= tangencial

Figura 35. Número promedio de grietas para cada uno de los estados y posiciones de pieza, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En el factor de posición de pieza, una vez más, se da el comportamiento de que las piezas tangenciales son las que resultan con menos problemas de número de grietas. Esto se da para los tres estados analizados, además se aumentan las grietas al pasar de un estado al otro, resultado de los efectos del secado y el posterior moldurado.

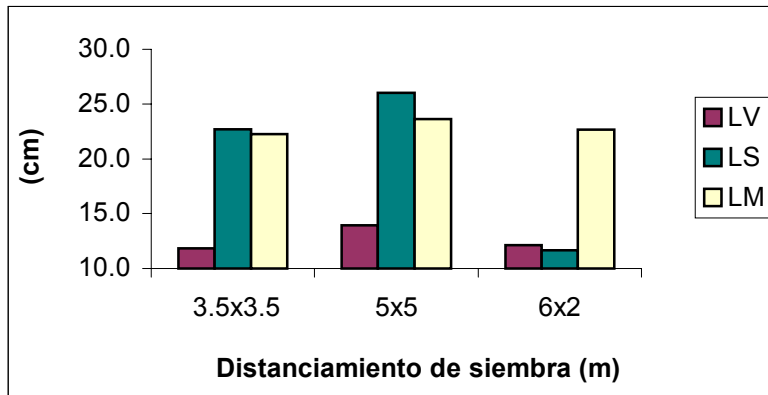
En el caso de la longitud de grietas, según el análisis de varianza de mediciones repetidas realizado, los factores que afectan esta variable son la posición de cara de la pieza (efectos entre y dentro de los sujetos), distanciamiento de siembra y la interacción de distanciamiento con posición de cara (efectos dentro de sujetos).



LV= longitud en verde LS= longitud en seco
LM= longitud después de moldurado R= radial T= tangencial

Figura 36. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y posiciones de cara, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

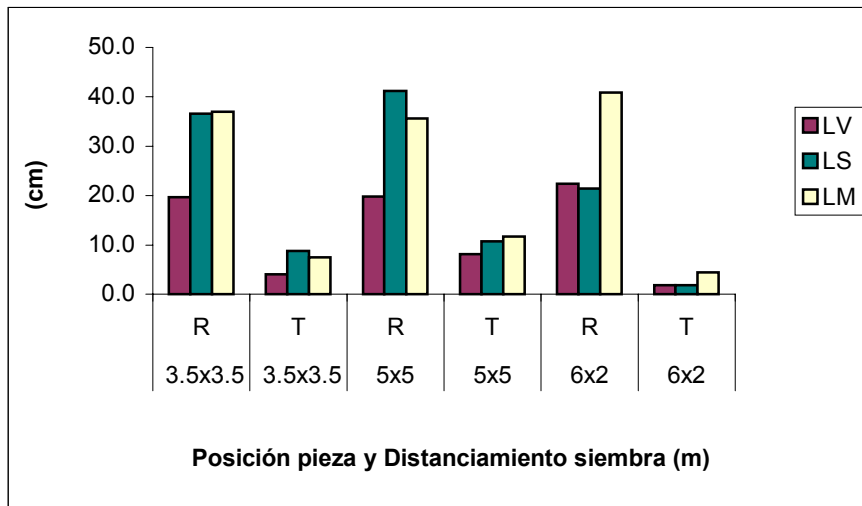
La longitud de grietas al igual que el número de grietas, aumenta al pasar del estado verde al seco y luego al moldurado. Está muy claro que las piezas radiales son las que presentan los mayores valores de longitud por tratarse de madera cercana a la médula y contener madera juvenil, que al ser de inferior calidad presenta estos problemas de grietas.



LV= longitud en verde LS= longitud en seco
LM= longitud después de moldurado

Figura 37. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y distanciamiento de siembra, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En este caso se obtuvo que el lote de 6x2 metros presentó el mejor comportamiento para esta variable. También es notorio el cambio al pasar del estado verde al seco y en el caso del lote de 6x2 metros se dio un aumento alto al pasar al estado moldurado, mientras que en los otros dos hubo una pequeña disminución.



LV= longitud en verde LS= longitud en seco
 LM= longitud después de moldurado R= radial T= tangencial

Figura 38. Longitud promedio de la grieta más profunda para cada uno de los estados y factores significativos, en piezas de madera de *Tectona grandis*, medida en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

En la figura anterior se muestra el efecto de la interacción de posición de pieza con distanciamiento de siembra. Está muy definido el comportamiento de las piezas según la posición (radial o tangencial), pues para cada distanciamiento siempre la posición radial tiene mayores longitudes que la tangencial, esto en los tres estados, presentando menores valores el lote de 6x2 metros. Se presentó un aumento al pasar del estado verde al seco, pero de seco a moldurado no se dio un patrón definido, pero se podría decir que en general aumenta la variable de longitud de grieta.

Volúmenes y Rendimientos de aserrío

Dado que parte de la madera aserrada se dividió en la madera para el estudio de defectos y se calculó el rendimiento y en otra (material sobrante) solamente el rendimiento, se especifican a continuación los valores para cada una.

Cuadro 12. Volúmenes y rendimientos para madera de *Tectona grandis*, procesada en Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Volumen en troza (m ³)	Volumen madera aserrada (m ³)			Rendimiento	
	Condición	Material estudio	Material sobrante	Total	%
6.88	Sin sanear	1.3227	0.6382	1.9609	28.48
	Moldurada*	0.8953	0.2966	1.1919	17.31

*Incluye el saneado de las piezas después del proceso.

Fuente: Anexos 86 al 93.

Con la madera aserrada sin sanear se obtuvo un porcentaje de rendimiento cercano al reportado por Serrano (2000 b), de un 30-35% para teca con diámetros de 15 cm y largos de trozas de 2.5 metros. Después del saneado y moldurado de la madera se da una reducción del 11.17% del rendimiento ya que, con el moldurado las piezas pasan de un espesor de 27 mm a otro de aproximadamente 19.3 mm. También en el saneado se elimina mucho material por no presentar las características para la elaboración del piso por la empresa, como por ejemplo defectos como nudos que atraviesan la pieza, o piezas con médula que afectan la apariencia, grietas, etc.

Debe tomarse en cuenta que al escogerse un único ancho de las piezas, en el caso del material del estudio, se redujo el rendimiento, ya que no se maximizaron las tablas en el momento del reaserrío. En el caso del material sobrante sí se obtuvieron piezas de diferentes anchos, según lo permitiera el tablón en el momento del reaserrío.

CONCLUSIONES

- El lote 3 (distanciamiento de siembra 6x2 m) presentó los valores mayores de diámetro y altura total promedio, dado que tiene una edad mayor (11 años).
- Los valores inferiores de proyecciones de copa para los tres lotes son los correspondientes a la dirección Noreste, debido a que los vientos en la zona corren en esa dirección.
- Las menores áreas de copa total y por cuadrante y el menor volumen de copa los presentan los lotes 1 y 3 (distanciamiento de siembra 3.5x3.5 m y 6x2 m respectivamente).
- El lote 1 (distanciamiento de siembra de 3.5x3.5 m) presentó menores valores de excentricidad de médula y conicidad; para el caso de número promedio de grietas de las trozas y achatadura, fue el lote 3 (distanciamiento de siembra 6x2 m) y en longitud de grietas y porcentaje de rajaduras de las trozas fue el lote 2 (distanciamiento de siembra 5x5 m).
- La teca se comporta de manera compleja en cuanto a la posibilidad de realizar una predicción de torceduras y grietas, para todas las variables evaluadas de árboles y trozas ya que, según el análisis de regresión múltiple realizado, estas no ayudan a predecir en alto porcentaje la variabilidad de estos defectos de la madera aserrada.
- En el alabeo se presentó diferencia significativa entre los distanciamientos de siembra (3.5x3.5, 5x5 y 6x2 m), para el estado verde, seco y moldurado.

- En la encorvadura existe diferencia significativa entre las posiciones de pieza en la troza, para el estado verde, seco y moldurado; presentando los valores de menor magnitud la posición tangencial.
- En la arqueadura los factores que tuvieron una diferencia significativa fueron, el distanciamiento de siembra y la posición de troza para el estado verde, la posición de troza para el estado seco, y en el estado moldurado no se presentaron diferencias significativas; presentando los valores de menor magnitud el distanciamiento de 6x2 m y la troza A (troza de la base).
- En el número promedio de grietas, se presentaron diferencias significativas en la posición de troza y posición de pieza para los estado verde y seco, para moldurado además de estos dos factores también hubo diferencia entre los distanciamientos de siembra; presentando los valores de menor magnitud la troza A (troza de la base), la posición tangencial y el distanciamiento de 6x2 m.
- En la longitud de la grieta más profunda se presentaron diferencias significativas en la posición de pieza, para los estados verde y moldurado, y entre distanciamientos y posición de pieza, para el estado seco; presentando los valores de menor magnitud la posición tangencial y el distanciamiento de 6x2 m.
- El mayor valor de alabeo se presenta en el estado verde (2.8 mm) el cual disminuye significativamente al pasar al estado seco en un 29.61% y al estado moldurado en un 21.29%.
- El mayor valor de encorvadura se presenta en el estado seco (2.5 mm), el cual es significativamente mayor al presentado en el estado verde, pues aumentó en un 24.39%.

- El mayor valor de arqueadura (5.7 mm) se presenta en estado verde, el cual disminuye significativamente al pasar al estado seco en un 52.38% y al estado moldurado en un 62.13%.
- Los mayores números de grietas se presentan en el estado seco y moldurado (2.5 y 3.2 respectivamente), los cuales son significativamente mayores al presentado en el estado verde, con aumentos de 58.67% para el caso del estado seco y de 67.21% en el moldurado.
- Las mayores longitudes de grietas se presentan en el estado seco y moldurado (20.1 y 23.0 cm respectivamente), los cuales son significativamente mayores al presentado en el estado verde en un 35.82% para el caso del estado seco y de 43.91% en el moldurado.
- Según el análisis de mediciones repetidas en el alabeo, la interacción posición de troza con distanciamiento, presentó diferencia significativa. En la encorvadura fue la interacción posición de pieza con posición de troza. Para la arqueadura resultaron ser los factores distanciamiento y posición de troza, tomándolos individualmente los que presentaron diferencia. Para el número de grietas fueron significativos el distanciamiento y las posiciones de troza y de pieza, tomándolos individualmente. Para la longitud de grieta, la interacción distanciamiento con posición de pieza presentó diferencia significativa.
- La encorvadura y las grietas son defectos que afectan enormemente el producto, en este caso piso machi-hembrado.
- El secado aumenta el número de grietas y la longitud de las mismas en las piezas de madera de *Tectona grandis*.

- Para todos los casos de torceduras y grietas el lote del distanciamiento 5x5 metros presenta los mayores valores, tanto en verde, seco como en moldurado. El lote de 3.5 x3.5 metros presenta los menores valores de alabeo y el de 6x2 metros presenta los menores valores de arqueadura, número de grietas y longitud de la grietas más larga. Para la encorvadura el distanciamiento no resultó ser un factor significativo.
- En general, la posición de troza B (segunda troza) presenta los mayores valores, tanto en verde, seco como en moldurado, para todos los casos de grietas y torceduras.
- La posición de pieza radial presenta los mayores valores para todas las mediciones de grietas y torceduras, tanto en verde, seco y moldurado.
- Se obtuvo un porcentaje de rendimiento del 28.48 % para la madera en verde sin sanear, y un 17.31 % para la madera moldurada y saneada.

RECOMENDACIONES

- Es necesario seguir con estudios que incluyan más variables que puedan predecir defectos en madera aserrada, ya sean variables de árboles, sitio, microclima, suelos, manejo, etc. de los diferentes lotes analizados.
- Dado que la posición de troza B (segunda troza) y la posición de pieza radial, son los factores que presentaron más problemas de torceduras, es importante implementar métodos de aserrío que ayuden a corregir estos defectos.
- El sistema de aserrío de Aserrar-Secar-Reaserrar (SDR), sería muy útil para tratar las piezas radiales y las de la segunda troza.
- Sería beneficioso pasar las trozas por la bloqueadora y después por la sierra alternativa, con el fin de que al tener dos caras hechas y quedar a manera de semi-bloque, se eliminan un poco los defectos en la misma y se le ayuda a mantener su posición en el momento de pasar por la sierra alternativa, asegurándose una disminución de defectos como el alabeo.
- En un estudio futuro sería ideal medir diferentes variables en madera aserrada, proveniente de los mismos árboles a los que se les ha medido las tensiones de crecimiento en pie.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, R. 1989. Proyecto Forestal Garza. INFOREST S.A.

ADAMS, D. 1990. Proceedings of aspen symposium 89, July 25-27, Duluth, MN. Gen. Tech. Rep. NC-140. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. P 283-293.

ARCE, H.; CARRILLO, O. Y HEINZ, K. 1990. Taller Secado de la Madera. COSEFORMA. San Carlos, Costa Rica. 27 p.

ARCHER, R. 1997. Surface axial strain measurements. Professor Univ. of Massachusetts, Amherst. Personal communication, with professor José R. Serrano.

BALABAN, W. 1982. The effect of streaming and stacking method on warp reduction of yellow poplar 2 by 4's. M.S.F. thesis, West Virginia Univ., Morgantown, WV.

BAREFOOT, A. 1965. Influence of cellulose, lignin and density on toughness of yellow poplar. Forest Prod. J. 15(1):46-49.

BEARD, J.; WAGNER, F.; TAYLOR, F. and SEALE, R. 1993. The influence of growth characteristics on warp in two structural grades of southern pine lumber. Forest Prod. J. 43(6):51-56.

BENDTSEN, B. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. Forest Prod. J. 28(10):61-72.

- BOONE, R. and MAEGLIN, R. 1980. High temperature drying of 7/4 yellow poplar flitches for SDR studs. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research paper FLP-365, Madison USA.
- BOSQUE PUERTO CARRILLO. 1999b. Resumen Público del Plan de Manejo. Qualifor, United Kingdom. Guanacaste, Costa Rica.
- BOYD, J. D. 1950a. Tree growth stresses. I. Growth stress evaluation. Australian J. Sci. Res. B(Biological Sciences) 3(3):270-293.
- BOYD, J. D. 1950b. Tree growth stresses. II. The development of shakes and other visual failures in timber. Australian J. of Applied Sci. 1(3):296-312.
- BOYD, J. D. 1950c. Tree growth stresses. III. The origin of growth stresses. Australian. J. Sci. Res., B (Biological Sciences) 3(3):294-309.
- CAYE HARDWOODS. 2001. Teak (*Tectona grandis*) (en línea). Houston, Texas. Consultado 24 set. 2001. Disponible en <http://cayehardwoods.com/Teak.htm>
- CECH, M. 1964. Development of drying stresses during high temperature kiln-drying. Forest Prod. J. 14(2):69-76.
- CHAVES, E. Y FONSECA, W. 1991. Teca (*Tectona grandis*) árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico; No 179. 60 p.
- CÓRDOBA, R. 1989. Secado de la madera, CINDE-PROCAP. San José, Costa Rica.

- CÓRDOBA, R. 1999. Comunicación personal. Curso Tecnología de la Madera II. Cartago, Costa Rica.
- COTEVEC. 2000. Grietas en la madera. (en línea). Chile. Consultado 24 set. 2001. Disponible en http://www.cotevec.cl/does/tec_madera/troncos_digitalizados/pino_oregon_chile.htm
- CUPROFOR.. 1999. Moldurado (en línea). Honduras. Consultado 24 set. 2001. Disponible en <http://www.cuprofor.hr/investigación.htm>
- FALLAS, J. 2000. Mapas Topográficos digitalizados y determinación de la calidad de las plantaciones de *Tectona grandis*, en la finca Bosque Puerto Carrillo. Informe de Práctica de Especialidad. ITCR. Cartago, Costa Rica. 126 p.
- FAO. 1982. Frame Saw Manual. FAO Forestry Paper 39, FAO, Rome, Italy. 105 p.
- GRUPO TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, Pan., GTA-RENARE/CATIE. 24 p.
- HALLOCK, H. 1965. Sawing to reduce warp of lodgepole pine studs. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research paper FLP-51, Madison USA.
- HALLOCK, H. 1966. Growth stress and lumber warp in loblolly pine. Forest Prod. J. 16(2):48-52.
- HALLOCK, H. 1969. Sawing to reduce warp of lodgepole pine studs. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research paper FLP-102, Madison USA.

- HALLOCK, H. AND MALCOLM, F. 1972. Sawing to reduce warp in plantation red pine studs. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research paper FLP-164, Madison, WI.
- HALLOCK, H. Y., and E. H. BULGRIN. 1977. A look at yellow-poplar for studs. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research note FPL-0238, Madison USA.
- HILLIS, W. 1997. Timber management toward wood quality and end wood product value: Australia's experience. In: Timber management toward wood quality and end product value (edited Zhang, Sy; Grosselin, R.; Chauret, G.), Proceedings of the CTIA/IUFRO International Wood Quality Workshop, August 18-22, 1997, Quebec city. Division III. 47-53 pp.
- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1999. Gestión de información y comercialización. Promedios mensuales de datos climáticos.
- JACOBS, M. 1965. Stresses and strains in tree trunks as they grow in length and width. Leaflet, For. And Timb. Bur. Aust. Bull. No. 96, 15 p.
- KAUMAN, W. G. J, GERARD, H. JIQUING Y HUIJUN W. 1995. Processing of eucalyptus. Commonwealth Forestry Review. 74(2): 147-154.
- KELLISON, R. 1981. Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification. XVII IUFRO World congress, Division V. 77-87 pp.
- KEOGH, E.M. 1979. El futuro de la teca en América Tropical; estudio sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. Unasyvia (Italia) 31(126):13-19.

- KOCH, C. Y ROUSIS, W. 1977. Yield of yellow poplar structural dimension from low grade saw logs. Forest Prod. J. 27(4):44-48.
- KOCH, C. 1986. The relationship between crook of green and seasoned yellow poplar 2 by 4's. Forest Prod. J. 36(7/8):45-48.
- KOLLMAN, F. Y COTE, W. 1968. Principles of wood science and technology. Vol. I. Solid wood. Springer-Verlag. NY. 592 p.
- KUBLER, H. 1987. Growth stresses in trees and related wood properties. For. Abstr. 48:131-189.
- KUBLER, H. 1988. Silvicultural control of mechanical stresses in trees. Can. J. For.Res. 18:1215-1225.
- LITTLE, E.L.; DIXON, R. 1969. Arboles comunes de la Provincia de Esmeraldas: estudio de preinversión para el desarrollo forestal noroccidente. Informe Final. Eoma, Italia, FAO. V.4, 53 p.
- MAEGLIN, R. AND BOONE, R. 1980. High quality studs from small hardwoods by the saw-Dry-Rip process. Proceedings of the 23rd annual joint meeting of the Midwest and Wisconsin-Michigan wood seasoning associations. 36-51 pp.
- MAEGLIN, R. AND BOONE, R. 1981. Manufacturing quality structural lumber from hardwoods using the Saww-Dry-Rip process. Proceedings of the 9th annual hardwood symposium of the Hardwood Research Council. 29-45.
- MAEGLIN, R. AND BOONE, R. 1983. Manufacture of quality yellow-poplar studs using the saw-dry-rip (S-D-R) concept. Forest Prod. J. 33(3): 10-18.

- MAEGLIN, R. AND BOONE, R. 1986. Increased stud grade yield of plantation Southern pine by Saw-Dry-Rip. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab., Research paper FLP-479, Madison USA. 8 pp.
- MAEGLIN, R. 1987. Juvenile wood, Tension wood, and Growth stress effects on processing hardwood. Proceedings of the 15th annual hardwood symposium of the Hardwood Research Council. Memphis, TN. 100-108.
- MALAN, F. 1979. The control of end splitting in sawlogs: a short literature review. South African For. J. No. 109: 14-18.
- MALAN, F. 1984. Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African growth Eucalyptus grandis (Hill ex Maiden). Unpublished Ph.D thesis, university of Stellenbosh.
- MALAN, F. AND HOON, M. 1992. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of Eucalyptus grandis. South African grown Eucalyptus grandis. S. African For. J. No. 163:13-20.
- MARSHALL, P. E. 1973. The production and drying of wide flitches for scantling. Forest Ind. J. 38(12).
- MILLÁN, J.M. 2001. Efecto del distanciamiento de siembra y otros factores en el desarrollo de las tensiones de crecimiento para teca (*Tectona grandis*) y pochote (*Bombacopsis quinatum*) en dos plantaciones distintas en la empresa Madera Preciosas de Costa Rica S.A. Informe de Práctica de Especialidad. ITCR. Cartago, Costa Rica. 136 p.

- MIRANDA, M. E RABELO, M. 1999. Estudo da influência do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* nos índices de rochamento a pós o desdobro e após a secagem. São Paulo, Brasil.
- MOYA, R. 1994. Curso: Aserrió de la madera. CIIBI. CIPET. Cartago, Costa Rica. 30 p.
- OKUYAMA, T.; YAMAMOTO, H.; YOSHIDA, M.; HATTORI AND ARCHER, R. 1994. Growth stresses in tension wood: role of microfibrils and lignification. *Ann Sci For* 51:291-300.
- PAGE, M. W. 1984. Production of sawn wood from small eucalyptus logs. In W. E. Hillis and A.G. Brown (eds) *Eucalyptus for wood production*. CSIRO Camberra.
- PANAMERICAN WOODS S.A. 2001. Descripción de maquinaria en Planta de Panamerican Woods.
- PANSHIN, A. Y DE ZEEUW. 1980. Text book of Wood Technology. 4th ed., Vol. 1. McGraw Hill Book Co., NY. 722 pp.
- PERSTORPER, M.; PELLICANE, J.; KLIGER, I. Y JOHANSON, G. 1995 a. Quality products from Norway spruce. Part 1: Optimization, key variables and experimental study. *Wood Sci. and Tech.* 29:157-170 pp.
- PERSTORPER, M.; PELLICANE, J.; KLIGER, I. Y JOHANSON, G. 1995 b. Quality products from Norway spruce. Part 2: Influence of spatial position and growth characteristics on warp. *Wood Sci. and Tech.* 29:339-352 pp.

- PRIEST, D. 1986. Research results pointing to improved yield and utilization of e. Grandis sawn timber. J. Inst. Wood Sci. 235-240 p.
- SERRANO, J. 1999. Longitudinal growth strain effect on lumber warp from small yellow poplar logs. Thesis in partial Fulfillment of the Requirements of Degree of Doctor of Philosophy. USA. Purdue University. 297 p.
- SERRANO, J. 2000 a. Material didáctico Curso de Tecnología de la Madera II. Tensiones de crecimiento y su relación con la calidad de la madera. ITCR. Cartago, Costa Rica. 192 p.
- SERRANO, J. 2000 b. Procesamiento industrial de teca. La Teca: Manejo de Plantaciones e Industrialización. CTCAP. CIIBI. ITCR. San Salvador. 26 p.
- SERRANO, J. 2000 c. Trabajabilidad de las maderas. INA. San Jose, Costa Rica. 49 p.
- SHELLY, J.; AEGANBRIGHT, D. Y BIRNBACH, M. 1979. severe warp development in young ponderosa pine studs. Wood and Fiber 11(1):50-56.
- SIMPSON, W. 1983-84. Drying wood: A review. Drying Tech. – An International Journal-Part I:2(2):235-264; Part II:2(3):353-368.
- SIMPSON, W. AND GERHARDT, D. 1984. Mechanism of crook development in lumber during drying. Wood and Fiber Sciences 16(4):523-536.
- SKAAR, C. 1972. Water in wood. Syracuse, N.Y.: Syracuse Univ. Press.

- STEVENS, W.C. 1961. Drying with and without restrain. *Forest Prod. J.* 11(8):348-356.
- THOMPSON, R. 1972. Aspen studs produced on chipping headrig. *Forest Prod. J.* 99(5):60-62.
- THOMPSON, R. 1974. The marketability of aspen studs. *Forest Prod. J.* 24(12):23-27.
- TORRES, L.; SILVERBORG, S. 1972. Estudio sobre la durabilidad natural de la teca (*Tectona grandis* L.f.) mediante ensayos acelerados de "soil-blocks" en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales en Mérida, Venezuela. *Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.)* 41-42:63-70.
- UNIDAD DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO. 1998. MACORI. Mapa de especies reforestadas, Desarrollo Forestal Garza. Mapa. San José, Costa Rica. Escala: 1:10 000. color.
- UNIDAD DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO. 2001. Ficha Técnica. MACORI. Guanacaste, Costa Rica.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES. 1979. Propiedades y uso de la madera de teca (*Tectona grandis* L.f.) creciendo en Quepos, Costa Rica. San José, C.R. 8 p.
- VENDHAM, C. Y ARCHER, R. 1977. Relief of growth stress in diametrical planks. *Holzforschung.* 33:43-46.

- VIGNOTE, S., MOLINERO I., GERARD, J Y DIEZ M. 1996 Study of the growth stresses of *E. globules* Labill in Galicia (Spain) and the relations with the habitat characteristics and tree morphology. *Invest. Agric: Sist. Recur. For.* 5(1): 153-176. In Spanish.
- WADE, M. 1977. The effect of kiln stacking method on warp yellow-poplar structural dimension. M.S.F. thesis, West Virginia Univ., Morgantown, W. Va.
- WAUGH, G. AND ROZSA, R. 1991. Sawn products from regrowth *Eucalyptus regnans*. Pp. 178-209. in: Kerruish, C.M., and W.H.M. Rawlins (Eds). *The Young Eucalyptus Report CSIRO Canberra, Australia.*
- WEBB, B.D. 1980. *Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales.* Londres, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.
- YOSHIDA, M.; OKUYAMA, T. Y YAMAMOTO, H. 1994. Tree forms and growth stresses. *Bull. Of the Int. Assos. For Shell and Spatial Structures* 35 (1):55-63.

ANEXO 1. Mediciones de variables dasométricas del lote 1 (distanciamiento de 3.5x3.5 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Arbol #	Dap (cm)	Proyección de copa (m)						AC (m ²)	VC (m ³)	ACC N-E (m ²)	ACC S-E (m ²)	ACC N-O (m ²)	ACC S-O (m ²)	H 1 ^{ra} rama viva (m)	H Tot (m)
		N-E	S-E	N-O	S-O	Max	Min								
1	24.40	3.00	3.20	2.30	2.35	6.20	4.65	23.11	63.95	7.07	8.04	4.15	4.34	9.60	17.90
2	26.10	2.45	3.30	1.95	3.60	6.90	4.40	25.07	106.97	4.71	8.55	2.99	10.18	6.40	19.20
3	25.10	2.35	2.95	2.35	2.90	5.85	4.70	21.85	80.86	4.34	6.83	4.34	6.61	9.00	20.10
4	22.90	1.30	1.50	1.45	2.05	3.55	2.75	7.79	33.77	1.33	1.77	1.65	3.30	6.00	19.00
5	24.30	2.55	4.95	3.70	3.40	8.65	5.95	41.85	127.65	5.11	19.24	10.75	9.08	10.25	19.40
6	25.30	1.85	2.75	2.65	2.75	5.50	4.50	19.63	51.71	2.69	5.94	5.52	5.94	11.55	19.45
7	24.80	4.05	1.50	4.85	3.10	8.90	4.60	35.78	147.91	12.88	1.77	18.47	7.55	6.85	19.25
8	26.80	3.60	3.05	4.15	4.10	8.25	6.65	43.59	180.18	10.18	7.31	13.53	13.20	6.65	19.05
9	24.30	1.75	2.65	3.20	2.10	5.85	3.85	18.47	83.14	2.41	5.52	8.04	3.46	6.20	19.70
10	33.60	3.36	4.90	3.65	5.05	9.95	7.01	56.48	148.73	8.87	18.86	10.46	20.03	8.50	16.40
Promedio	25.76	2.63	3.08	3.03	3.14	6.96	4.91	29.37	102.49	5.96	8.38	7.99	8.37	8.10	18.95

ANEXO 2. Mediciones de variables dasométricas del lote 2 (distanciamiento de 5x5 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Arbol #	Dap (cm)	Proyección de copa (m)						AC (m ²)	VC (m ³)	ACC N-E (m ²)	ACC S-E (m ²)	ACC N-O (m ²)	ACC S-O (m ²)	H 1 ^{ra} rama viva (m)	H Tot (m)
		N-E	S-E	N-O	S-O	Max	Min								
1	26.80	2.65	2.85	3.20	3.50	6.70	5.50	29.22	112.51	5.52	6.38	8.04	9.62	8.45	20.00
2	30.00	5.15	4.10	3.00	3.60	9.25	6.60	49.33	206.35	20.83	13.20	7.07	10.18	8.15	20.70
3	27.40	3.20	5.00	3.40	3.30	8.40	6.50	43.59	174.37	8.04	19.63	9.08	8.55	6.25	18.25
4	25.90	2.70	4.75	2.50	5.20	9.95	5.20	45.07	199.80	5.73	17.72	4.91	21.24	7.90	21.20
5	27.00	3.10	2.05	2.40	3.20	6.30	4.45	22.69	98.33	7.55	3.30	4.52	8.04	8.45	21.45
6	25.30	3.10	3.40	3.30	3.50	6.90	6.40	34.73	119.25	7.55	9.08	8.55	9.62	6.35	16.65
7	27.60	4.00	4.45	3.60	4.60	9.05	7.60	54.43	240.41	12.57	15.55	10.18	16.62	5.15	18.40
8	22.90	3.40	3.45	2.70	3.30	6.85	6.00	32.42	119.96	9.08	9.35	5.73	8.55	4.05	15.15
9	25.10	3.60	3.80	3.75	2.90	7.55	6.50	38.76	152.46	10.18	11.34	11.04	6.61	6.60	18.40
10	25.30	2.10	3.45	5.20	3.80	9.00	5.55	41.57	137.59	3.46	9.35	21.24	11.34	6.72	16.65
Promedio	26.33	3.30	3.73	3.31	3.69	8.00	6.03	39.18	156.10	9.05	11.49	9.04	11.04	6.81	18.69

ANEXO 3. Mediciones de variables dasométricas del lote 3 (distanciamiento de 6x2 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Arbol #	Dap (cm)	Proyección de copa (m)						AC (m ²)	VC (m ³)	ACC N-E (m ²)	ACC S-E (m ²)	ACC N-O (m ²)	ACC S-O (m ²)	H 1 ^{ra} rama viva (m)	H Tot (m)
		N-E	S-E	N-O	S-O	Max	Min								
1	29.30	3.90	2.10	4.75	3.95	8.70	6.00	42.43	190.22	11.95	3.46	17.72	12.25	6.35	19.80
2	27.00	3.40	3.00	3.30	3.05	6.70	6.05	31.92	110.12	9.08	7.07	8.55	7.31	8.70	19.05
3	30.20	4.40	4.10	2.60	2.20	8.50	4.80	34.73	174.24	15.21	13.20	5.31	3.80	5.95	21.00
4	27.60	1.35	4.10	1.45	5.50	9.60	2.80	30.19	142.90	1.43	13.20	1.65	23.76	6.15	20.35
5	27.60	4.20	1.80	3.35	3.30	7.55	5.10	31.42	134.06	13.85	2.54	8.81	8.55	5.50	18.30
6	27.60	1.80	4.15	3.10	3.10	7.25	4.90	28.99	146.38	2.54	13.53	7.55	7.55	6.00	21.15
7	25.60	2.75	2.70	2.90	3.20	6.10	5.45	26.19	117.87	5.94	5.73	6.61	8.04	6.10	19.60
8	26.10	2.50	4.20	2.60	4.50	8.70	5.10	37.39	194.44	4.91	13.85	5.31	15.90	5.70	21.30
9	25.60	2.30	2.70	2.30	2.80	5.50	4.60	20.03	73.11	4.15	5.73	4.15	6.16	7.60	18.55
10	26.60	2.85	2.80	2.75	2.90	5.75	5.55	25.07	140.40	6.38	6.16	5.94	6.61	5.20	22.00
Promedio	27.32	2.95	3.17	2.91	3.45	7.44	5.04	30.84	142.37	7.54	8.45	7.16	9.99	6.33	20.11

ANEXO 4. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 1 (distanciamiento de 3.5x3.5 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Troza #	Cara Mayor							Cara Menor							Conicidad (cm/m)	Achatadura (%)
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	d prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %		
1AA	27.00	30.00	28.50	3.10	2	1.4	4.91	19.50	21.00	20.25	1.30	2	4.1	20.25	3.30	91.18
1AB	20.00	21.00	20.50	1.70	1	10.5	51.22	18.50	19.00	18.75	0.80	3	3.2	17.07	0.70	96.25
2AA	33.00	35.00	34.00	5.40	2	2	5.88	23.00	23.50	23.25	1.60	2	1.5	6.45	4.30	95.73
2AB	21.50	22.00	21.75	1.00	1	2	9.20	18.50	18.50	18.50	0.30	3	3.2	17.30	1.30	98.77
3AA	20.50	22.50	21.50	0.70	4	3.5	16.28	19.50	22.00	20.75	0.70	3	3	14.46	0.30	89.89
3AB	18.50	22.50	20.50	2.00	2	3	14.63	17.00	21.00	19.00	0.70	3	3.5	18.42	0.60	81.61
4AA	25.00	30.00	27.50	*	*	*	*	18.50	19.50	19.00	*	2	1.3	6.84	3.40	87.88
4AB	19.00	21.00	20.00	0.20	2	2.7	13.50	16.00	20.50	18.25	1.10	2	1.7	9.32	0.70	84.34
5AA	26.50	30.00	28.25	1.10	2	6.5	23.01	19.50	22.00	20.75	1.10	4	4.5	21.69	3.00	88.46
5AB	20.00	22.00	21.00	1.60	3	2.5	11.90	18.50	19.00	18.75	1.40	3	6	32.00	0.90	93.90
6AA	20.00	21.00	20.50	1.80	2	2	9.76	18.00	18.00	18.00	1.50	4	3.5	19.44	1.00	97.44
6AB	29.00	34.00	31.50	0.60	4	3.4	10.79	21.00	21.50	21.25	1.10	3	5.5	25.88	4.10	90.09
7AA	25.00	32.50	28.75	3.00	3	3.5	12.17	21.00	23.00	22.00	1.00	3	3.5	15.91	2.70	82.88
7AB	20.50	22.50	21.50	2.00	2	2	9.30	19.50	22.50	21.00	1.30	3	4.3	20.48	0.20	88.89
8AA	29.50	32.50	31.00	0.40	3	15	48.39	23.00	26.00	24.50	1.60	3	3.5	14.29	2.60	89.74
8AB	22.50	24.50	23.50	3.70	4	5	21.28	19.00	22.00	20.50	0.30	3	8.5	41.46	1.20	89.25
9AA	30.00	32.00	31.00	0.60	2	2.5	8.06	21.00	22.50	21.75	1.50	3	4	18.39	3.70	93.58
9AB	20.50	21.00	20.75	0.30	2	8.5	40.96	18.00	18.50	18.25	2.10	4	5.2	28.49	1.00	97.47
10AA	39.00	45.00	42.00	*	*	*	*	27.50	28.00	27.75	3.50	4	9	32.43	5.70	91.10
10AB	27.00	27.50	27.25	0.60	4	11	40.37	23.00	24.30	23.65	1.50	2	4.5	19.03	1.44	96.53
Promedio	24.70	27.43	26.06	1.66	2.50	4.83	19.53	19.98	21.62	20.80	1.28	2.95	4.18	19.98	2.11	91.25

* No pudieron realizar las mediciones por daños en la médula.

La primera letra después del número de troza se refiere al lote, la segunda letra a la posición de la troza.

Lote A= 3.5x3.5 m Troza A= primera Troza B= segunda

ANEXO 5. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 2 (distanciamiento de 5x5 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Troza #	Cara Mayor							Cara Menor							Conicidad (cm/m)	Achatadura (%)
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	d prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %		
1BA	29.50	32.00	30.75	4.40	2.00	7.50	24.39	22.00	24.00	23.00	0.80	2.00	6.50	28.26	3.10	91.96
1BB	21.50	23.50	22.50	1.30	2.00	4.00	17.78	21.00	22.50	21.75	1.30	2.00	3.00	13.79	0.30	92.39
2BA	37.00	38.00	37.50	7.20	4.00	3.80	10.13	24.50	24.50	24.50	2.60	4.00	3.00	12.24	5.20	98.40
2BB	23.00	25.00	24.00	2.90	2.00	5.50	22.92	21.50	22.50	22.00	1.30	2.00	4.30	19.55	0.80	93.68
3BA	26.50	31.50	29.00	3.10	2.00	6.60	22.76	21.50	25.00	23.25	1.00	4.00	4.10	17.63	2.30	84.96
3BB	24.00	24.00	24.00	0.50	2.00	5.00	20.83	19.50	20.00	19.75	0.70	4.00	4.20	21.27	1.70	98.86
4BA	29.50	32.00	30.75	2.40	2.00	2.50	8.13	21.00	22.50	21.75	1.80	1.00	7.50	34.48	3.60	92.66
4BB	21.00	23.00	22.00	0.90	2.00	5.60	25.45	18.50	19.50	19.00	0.40	2.00	3.70	19.47	1.20	92.94
5BA	37.00	39.00	38.00	5.90	1.00	2.10	5.53	22.50	23.00	22.75	1.10	2.00	6.20	27.25	6.10	95.97
5BB	21.90	23.00	22.45	1.00	2.00	1.30	5.79	20.00	20.50	20.25	1.90	3.00	3.30	16.30	0.88	96.32
6BA	33.00	33.00	33.00	1.10	*	*	*	21.00	22.50	21.75	1.00	3.00	5.00	22.99	4.50	97.30
6BB	20.00	22.00	21.00	0.70	3.00	5.00	23.81	18.00	18.00	18.00	0.80	4.00	4.00	22.22	1.20	95.00
7BA	27.50	32.00	29.75	4.20	2.00	10.00	33.61	21.00	21.50	21.25	1.00	3.00	4.00	18.82	3.40	90.65
7BB	19.50	24.50	22.00	0.70	3.00	5.30	24.09	21.00	22.50	21.75	1.00	2.00	6.40	29.43	0.10	86.17
8BA	27.50	28.00	27.75	3.10	2.00	4.10	14.77	19.00	20.00	19.50	0.50	3.00	2.70	13.85	3.30	96.88
8BB	18.50	20.50	19.50	0.50	2.00	2.30	11.79	16.00	17.50	16.75	0.30	3.00	1.40	8.36	1.10	90.79
9BA	25.50	29.50	27.50	1.70	3.00	2.90	10.55	21.00	22.00	21.50	0.50	4.00	3.00	13.95	2.40	90.29
9BB	20.50	22.00	21.25	0.40	2.00	2.10	9.88	19.00	19.50	19.25	0.30	3.00	1.90	9.87	0.80	95.18
10BA	22.00	26.00	24.00	1.60	2.00	8.30	34.58	21.00	22.50	21.75	2.40	4.00	3.80	17.47	0.90	88.66
10BB	19.50	22.50	21.00	1.90	3.00	3.40	16.19	18.00	21.00	19.50	1.00	2.00	4.50	23.08	0.60	86.21
Promedio	25.22	27.55	26.39	2.28	2.26	4.59	18.05	20.35	21.55	20.95	1.09	2.85	4.13	19.51	2.17	92.76

* No pudieron realizar las mediciones por daños en la médula.

La primera letra después del número de troza se refiere al lote, la segunda letra a la posición de la troza.

Lote B = 5x5 m Troza A = primera Troza B = segunda

ANEXO 6. Mediciones y cálculos de variables de trozas del lote 3 (distanciamiento de 6x2 m) de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Troza #	Cara Mayor							Cara Menor							Conicidad (cm/m)	Achatadura (%)
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	d prom (cm)	Exc méd (cm)	Grietas #	Longitud (cm)	Rajaduras %		
1CA	28.00	32.00	30.00	2.50	1.00	11.00	36.67	23.00	25.00	24.00	2.20	3.00	1.80	7.50	2.40	89.47
1CB	22.50	25.00	23.75	2.40	1.00	5.10	21.47	21.00	21.50	21.25	2.40	1.00	7.50	35.29	1.00	93.55
2CA	28.00	31.00	29.50	4.40	2.00	2.50	8.47	21.00	23.00	22.00	0.50	1.00	2.00	9.09	3.00	90.74
2CB	21.50	24.00	22.75	0.50	3.00	1.60	7.03	19.50	21.00	20.25	1.50	1.00	5.40	26.67	1.00	91.11
3CA	33.00	41.00	37.00	6.00	3.00	11.40	30.81	25.50	28.00	26.75	4.10	3.00	1.50	5.61	4.10	84.78
3CB	22.50	26.00	24.25	4.50	3.00	7.50	30.93	21.00	21.50	21.25	2.60	1.00	7.00	32.94	1.20	91.58
4CA	28.00	30.00	29.00	2.30	1.00	10.30	35.52	23.00	24.00	23.50	2.90	4.00	1.70	7.23	2.20	94.44
4CB	22.50	23.00	22.75	2.80	2.00	2.70	11.87	20.00	20.50	20.25	1.30	1.00	6.10	30.12	1.00	97.70
5CA	23.50	35.00	29.25	4.50	2.00	4.20	14.36	24.50	25.50	25.00	2.90	2.00	8.40	33.60	1.70	79.34
5CB	23.00	25.00	24.00	0.40	3.00	9.40	39.17	19.50	21.50	20.50	1.80	1.00	9.50	46.34	1.40	91.40
6CA	35.00	37.00	36.00	1.10	2.00	5.00	13.89	24.00	25.00	24.50	2.70	1.00	4.10	16.73	4.60	95.16
6CB	24.00	25.00	24.50	2.00	3.00	3.70	15.10	20.50	24.50	22.50	0.80	2.00	2.10	9.33	0.80	89.90
7CA	28.00	33.00	30.50	4.00	2.00	8.00	26.23	22.00	22.50	22.25	1.00	4.00	5.00	22.47	3.30	90.09
7CB	21.00	22.00	21.50	1.90	2.00	2.40	11.16	19.50	19.50	19.50	0.80	1.00	10.20	52.31	0.80	97.59
8CA	26.00	29.00	27.50	2.50	3.00	1.70	6.18	21.00	23.50	22.25	1.00	1.00	5.50	24.72	2.10	89.52
8CB	22.00	25.00	23.50	0.40	1.00	3.50	14.89	20.00	22.50	21.25	0.70	2.00	1.60	7.53	0.90	88.42
9CA	29.00	30.00	29.50	3.00	1.00	6.00	20.34	18.00	20.00	19.00	0.80	2.00	3.50	18.42	4.20	94.00
9CB	19.00	23.00	21.00	0.30	1.00	7.20	34.29	18.00	18.50	18.25	0.50	2.00	4.20	23.01	1.10	89.16
10CA	34.00	35.00	34.50	4.30	1.00	7.20	20.87	20.50	23.00	21.75	1.60	1.00	10.00	45.98	5.10	93.97
10CB	23.00	28.00	25.50	1.10	1.00	9.20	36.08	22.50	23.00	22.75	2.10	2.00	3.30	14.51	1.10	89.22
Promedio	25.68	28.95	27.31	2.55	1.90	5.98	21.77	21.20	22.68	21.94	1.71	1.80	5.02	23.47	2.15	91.06

La primera letra después del número de troza se refiere al lote, la segunda letra a la posición de la troza.

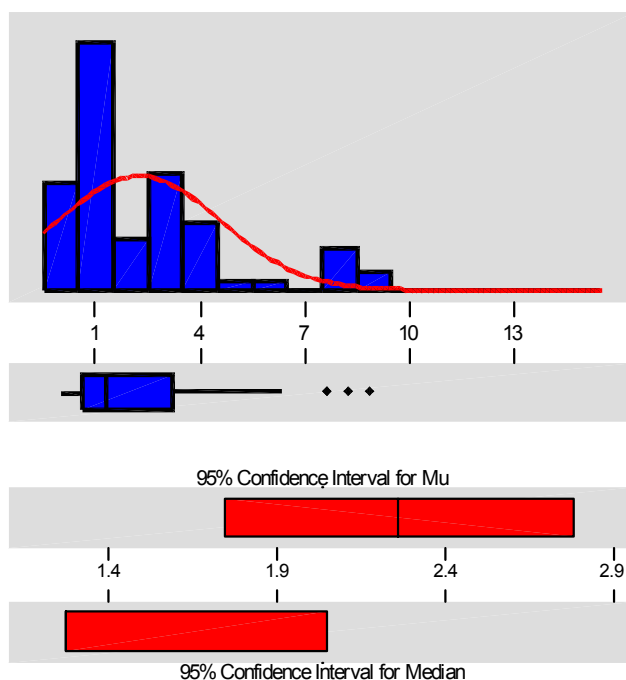
Lote C = 6x2 m Troza A = primera Troza B = segunda

ANEXO 7. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado verde.

Variable	Distanc (m)	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	3.5x3.5	79	2.283	1.905	1.890	0.213	0.000	9.525
	5x5	79	4.003	2.540	3.627	0.408	0.000	15.240
	6x2	80	2.262	1.270	2.328	0.260	0.000	8.890
Encorvadura (mm)	3.5x3.5	79	1.627	1.000	2.349	0.264	0.000	13.970
	5x5	79	1.945	1.000	2.550	0.287	0.000	12.700
	6x2	80	2.013	1.000	2.831	0.317	0.000	12.700
Arqueadura (mm)	3.5x3.5	79	6.185	5.080	4.855	0.546	0.500	20.955
	5x5	79	6.793	5.080	5.711	0.643	0.500	23.495
	6x2	80	4.155	3.175	3.192	0.357	0.000	12.700
Grietas (#)	3.5x3.5	79	1.114	0.000	1.396	0.157	0.000	4.000
	5x5	79	1.203	0.000	1.531	0.172	0.000	6.000
	6x2	80	0.812	0.000	1.126	0.126	0.000	4.000
Long grieta (cm)	3.5x3.5	79	12.59	0.000	21.47	2.42	0.000	92.000
	5x5	79	14.060	0.000	23.490	2.640	0.000	101.000
	6x2	80	12.130	0.000	33.380	3.730	0.000	250.000

ANEXO 8 Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO

Group: 6x2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 4.569
P-Value: 0.000

Mean: 2.26219
StDev: 2.32787
Variance: 5.41897
Skewness: 1.38916
Kurtosis: 1.19195
N: 80

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 0.63500
Median: 1.27000
3rd Quartile: 3.17500
Maximum: 8.89000

95% Confidence Interval for Mu
1.74414 2.78023

95% Confidence Interval for Sigma
2.01466 2.75730

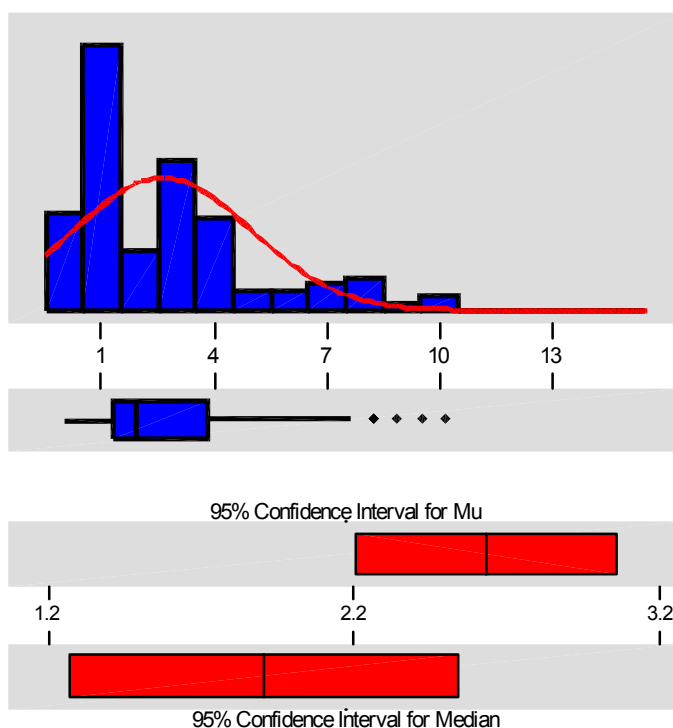
95% Confidence Interval for Median
1.27000 2.04555

ANEXO 9. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza)
medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado verde.

Variable	Troza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	A	120	2.630	1.905	2.356	0.215	0.000	10.160
	B	118	3.067	1.905	3.228	0.297	0.000	15.240
Encorvadura (mm)	A	120	1.552	1.000	1.917	0.175	0.000	12.700
	B	118	2.179	1.000	3.090	0.284	0.000	13.970
Arqueadura (mm)	A	120	4.916	3.175	4.511	0.412	0.000	23.495
	B	118	6.507	5.080	4.995	0.460	0.500	22.225
Grietas (#)	A	120	0.842	0.000	1.223	0.112	0.000	4.000
	B	118	1.246	1.000	1.473	0.136	0.000	6.000
Long grieta (cm)	A	120	11.470	0.000	23.840	2.180	0.000	120.000
	B	118	14.40	2.000	29.100	2.680	0.000	250.000

ANEXO 10. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde para la posición de troza A de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO
Group: A

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 5.213
P-Value: 0.000

Mean: 2.62996
StDev: 2.35633
Variance: 5.55228
Skewness: 1.21704
Kurtosis: 0.879094
N: 120

Minimum: 0.0000
1st Quartile: 1.2700
Median: 1.9050
3rd Quartile: 3.8100
Maximum: 10.1600

95% Confidence Interval for Mu
2.2040 3.0559

95% Confidence Interval for Sigma
2.0912 2.6990

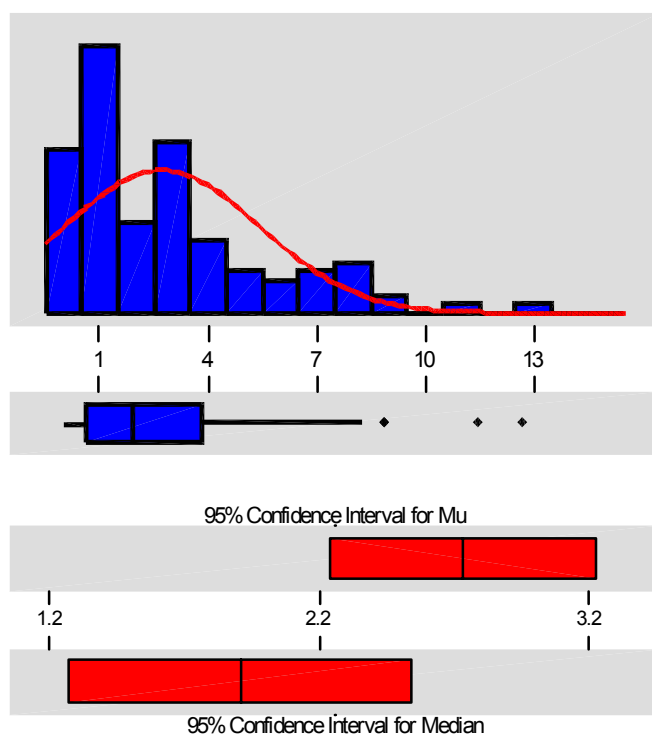
95% Confidence Interval for Median
1.2700 2.5400

ANEXO 11. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado verde.

Variable	Posición de pieza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	Tangencial	118	2.734	1.905	2.696	0.248	0.000	12.700
	Radial	120	2.958	1.905	2.953	0.270	0.000	15.240
Encorvadura (mm)	Tangencial	118	1.277	0.500	2.226	0.205	0.000	13.970
	Radial	120	2.439	1.270	2.777	0.254	0.000	12.700
Arqueadura (mm)	Tangencial	118	6.110	4.762	5.136	0.473	0.000	23.495
	Radial	120	5.305	3.810	4.460	0.407	0.000	20.955
Grietas (#)	Tangencial	118	0.440	0.000	0.923	0.086	0.000	4.000
	Radial	120	1.633	2.000	1.466	0.134	0.000	6.000
Long grieta (cm)	Tangencial	118	5.250	0.000	15.170	1.400	0.000	98.500
	Radial	120	20.470	10.000	32.600	2.980	0.000	250.000

ANEXO 12. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en verde de piezas de posición tangencial de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO
Group: T

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 5.288
P-Value: 0.000

Mean: 2.73373
StDev: 2.69601
Variance: 7.26845
Skewness: 1.29340
Kurtosis: 1.28952
N: 118

Minimum: 0.0000
1st Quartile: 0.6350
Median: 1.9050
3rd Quartile: 3.8100
Maximum: 12.7000

95% Confidence Interval for Mu
2.2422 3.2253

95% Confidence Interval for Sigma
2.3904 3.0919

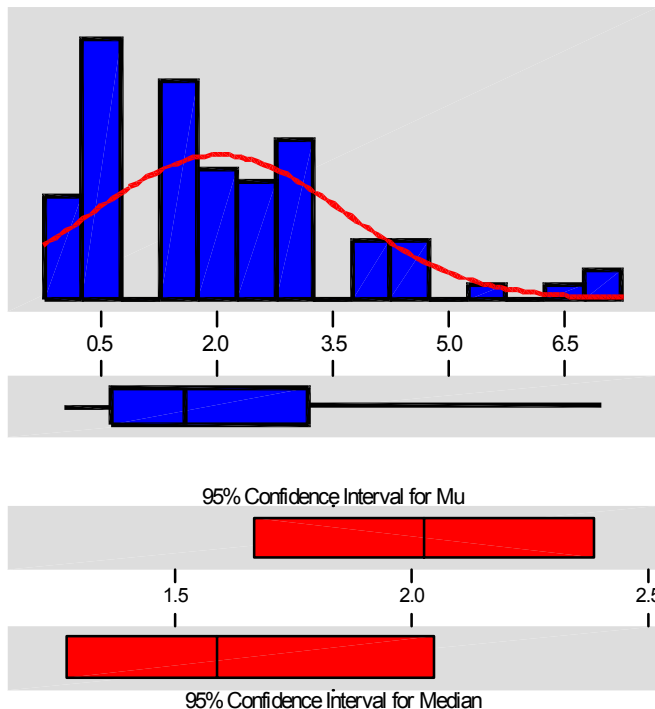
95% Confidence Interval for Median
1.2700 2.5400

ANEXO 13. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado seco.

Variable	Distanc (m)	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	3.5x3.5	79	1.616	1.270	1.281	0.144	0.000	5.080
	5x5	79	2.371	1.1.905	1.685	0.190	0.000	6.985
	6x2	80	2.024	1.588	1.617	0.181	0.000	6.985
Encorvadura (mm)	3.5x3.5	79	2.559	1.270	3.145	0.354	0.500	19.685
	5x5	79	2.542	1.270	2.625	0.295	0.500	12.700
	6x2	80	2.294	1.000	2.628	0.294	0.500	12.065
Arqueadura (mm)	3.5x3.5	79	3.002	1.905	2.748	0.309	0.500	13.335
	5x5	79	2.780	1.905	2.237	0.252	0.500	10.795
	6x2	80	2.371	1.270	2.384	0.266	0.500	12.700
Grietas (#)	3.5x3.5	79	2.456	2.000	2.828	0.318	0.000	12.000
	5x5	79	3.038	2.000	3.726	0.419	0.000	17.000
	6x2	80	2.075	1.000	2.599	0.291	0.000	13.000
Long grieta (cm)	3.5x3.5	79	22.390	4.000	37.090	4.170	0.000	178.000
	5x5	79	26.260	6.500	32.270	3.630	0.000	104.000
	6x2	80	11.630	2.000	36.370	4.070	0.000	250.000

ANEXO 14. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO

Group: 6x2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 2.391
P-Value: 0.000

Mean 2.02406
StDev 1.61687
Variance 2.61426
Skewness 1.06489
Kurtosis 0.903981
N 80

Minimum 0.00000
1st Quartile 0.63500
Median 1.58750
3rd Quartile 3.17500
Maximum 6.98500

95% Confidence Interval for Mu
1.66424 2.38388

95% Confidence Interval for Sigma
1.39932 1.91514

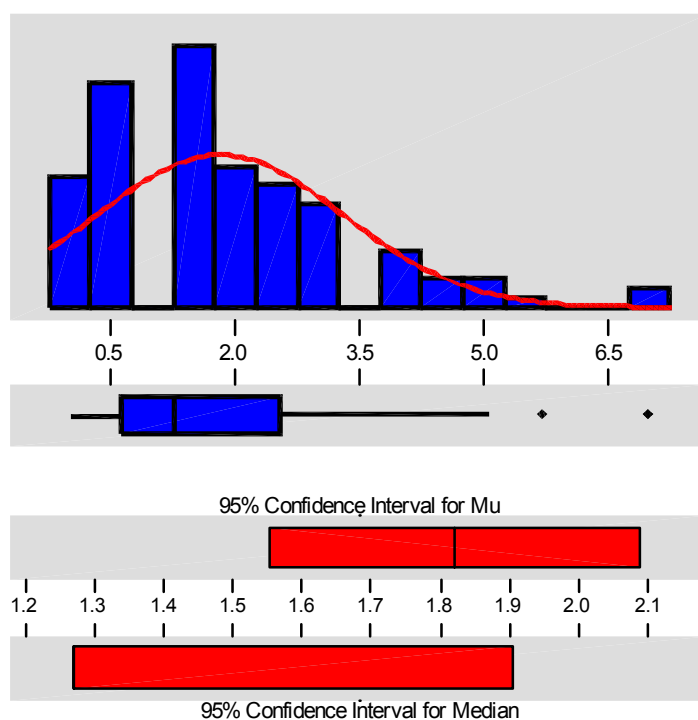
95% Confidence Interval for Median
1.27000 2.04555

ANEXO 15. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza)
medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado seco.

Variable	Troza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	A	120	1.820	1.270	1.479	0.135	0.000	6.985
	B	118	2.190	1.905	1.628	0.150	0.000	6.985
Encorvadura (mm)	A	120	2.394	1.135	2.658	0.243	0.500	19.685
	B	118	2.536	1.135	2.947	0.271	0.500	12.700
Arqueadura (mm)	A	120	2.382	1.905	2.294	0.209	0.500	13.335
	B	118	3.056	2.540	2.600	0.239	0.500	12.700
Grietas (#)	A	120	1.967	1.000	2.916	0.266	0.000	14.000
	B	118	3.085	2.000	3.191	0.294	0.000	17.000
Long grieta (cm)	A	120	20.990	1.500	36.720	3.350	0.000	178.000
	B	118	19.110	3.000	34.780	3.200	0.000	250.000

ANEXO 16. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco para la posición de troza A de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO

Group: A

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 3.599
P-Value: 0.000

Mean: 1.82033
StDev: 1.47935
Variance: 2.18848
Skewness: 1.14059
Kurtosis: 1.30174
N: 120

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 0.63500
Median: 1.27000
3rd Quartile: 2.54000
Maximum: 6.98500

95% Confidence Interval for Mu

1.55293 2.08774

95% Confidence Interval for Sigma

1.31291 1.69450

95% Confidence Interval for Median

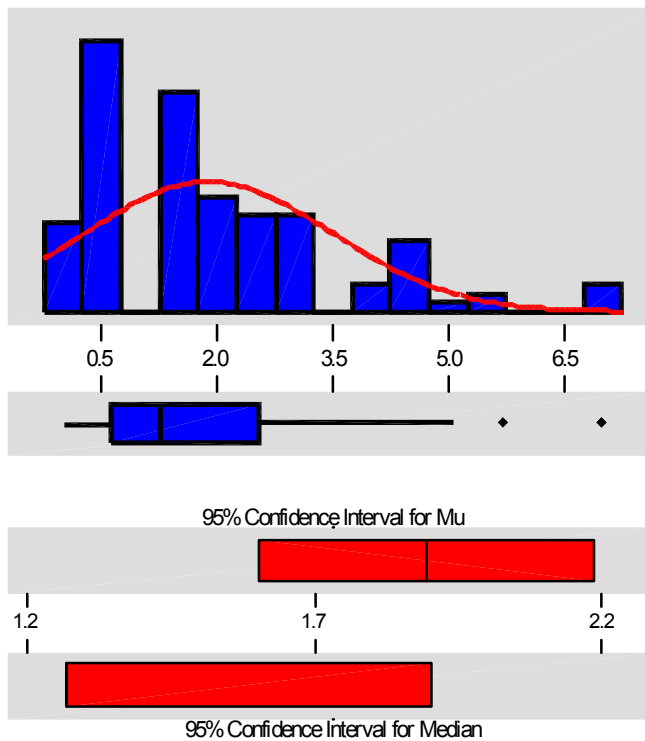
1.27000 1.90500

ANEXO 17. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* en estado seco.

Variable	Posición pieza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	Tangencial	118	1.894	1.270	1.595	0.147	0.000	6.985
	Radial	120	2.111	1.905	1.529	0.140	0.000	6.350
Encorvadura (mm)	Tangencial	118	1.548	1.000	1.653	0.152	0.500	12.700
	Radial	120	3.365	1.905	3.358	0.307	0.500	19.685
Arqueadura (mm)	Tangencial	118	2.836	1.905	2.514	0.231	0.500	13.335
	Radial	120	2.598	1.905	2.428	0.222	0.500	12.700
Grietas (#)	Tangencial	118	1.381	0.000	2.164	0.199	0.000	13.000
	Radial	120	3.642	3.000	3.461	0.316	0.000	17.000
Long grieta (cm)	Tangencial	118	7.150	0.000	19.510	1.800	0.000	134.000
	Radial	120	32.750	11.750	42.860	3.910	0.000	250.000

ANEXO 18. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en seco de piezas de posición tangencial de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO

Group: T

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 4.968
P-Value: 0.000

Mean: 1.89424
StDev: 1.59477
Variance: 2.54330
Skewness: 1.21951
Kurtosis: 1.14688
N: 118

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 0.63500
Median: 1.27000
3rd Quartile: 2.54000
Maximum: 6.98500

95% Confidence Interval for Mu
1.60349 2.18499

95% Confidence Interval for Sigma
1.41400 1.82897

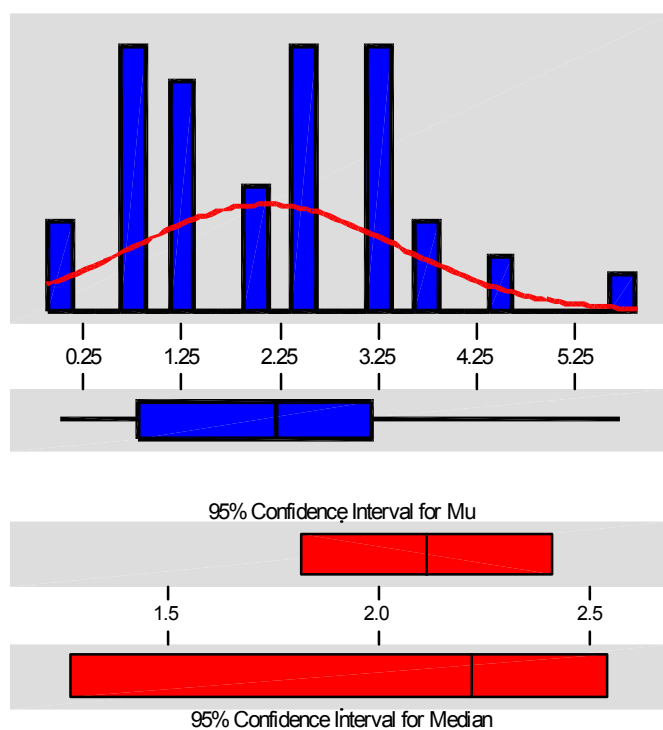
95% Confidence Interval for Median
1.27000 1.90500

ANEXO 19. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor distanciamiento) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* después del moldurado.

Variable	Distanc (m)	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	3.5x3.5	77	2.012	1.905	1.158	0.132	0.000	4.445
	5x5	79	2.596	2.540	1.505	0.169	0.000	5.715
	6x2	80	2.111	2.222	1.336	0.149	0.000	5.715
Encorvadura (mm)	3.5x3.5	77	2.098	1.270	2.075	0.236	0.000	12.700
	5x5	79	2.239	1.270	2.144	0.241	0.000	13.335
	6x2	80	2.350	1.270	2.741	0.306	0.000	13.970
Arqueadura (mm)	3.5x3.5	77	2.221	1.270	2.168	0.247	0.000	10.795
	5x5	79	2.373	1.270	2.102	0.237	0.500	9.525
	6x2	80	1.890	1.270	1.702	0.190	0.000	10.795
Grietas (#)	3.5x3.5	77	3.260	2.000	3.596	0.410	0.000	17.000
	5x5	79	3.759	3.000	3.553	0.400	0.000	15.000
	6x2	80	2.525	2.000	2.719	0.304	0.000	10.000
Long grieta (cm)	3.5x3.5	77	22.480	3.200	36.040	4.110	0.000	162.000
	5x5	79	23.850	3.600	32.430	3.650	0.000	138.000
	6x2	80	22.670	2.550	39.270	4.390	0.000	250.000

ANEXO 20. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en piezas después del moldurado para el distanciamiento de siembra de 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO

Group: 6x2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 1.562
P-Value: 0.000

Mean: 2.11138
StDev: 1.33572
Variance: 1.78414
Skewness: 0.379330
Kurtosis: -3.9E-01
N: 80

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 0.79375
Median: 2.22250
3rd Quartile: 3.17500
Maximum: 5.71500

95% Confidence Interval for Mu
1.81412 2.40863

95% Confidence Interval for Sigma
1.15600 1.58212

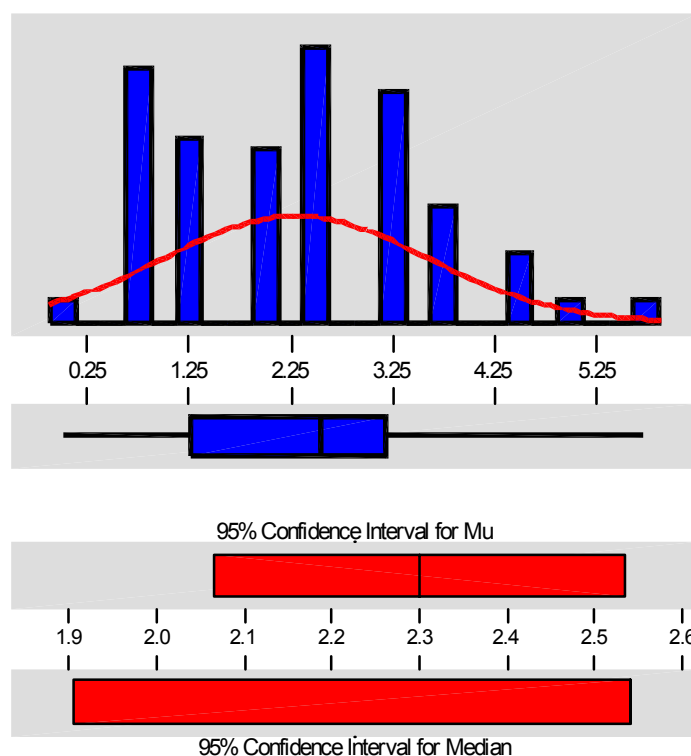
95% Confidence Interval for Median
1.27000 2.54000

ANEXO 21. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de troza) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* después del moldurado.

Variable	Troza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	A	119	2.300	2.540	1.291	0.118	0.000	5.715
	B	117	2.182	2.540	1.431	0.132	0.000	5.715
Encorvadura (mm)	A	119	2.008	1.270	1.633	0.150	0.000	8.890
	B	117	2.456	1.270	2.870	0.265	0.000	13.970
Arqueadura (mm)	A	119	2.067	1.270	1.869	0.171	0.000	9.525
	B	117	2.254	1.270	2.131	0.197	0.000	10.795
Grietas (#)	A	119	2.235	1.000	3.121	0.286	0.000	17.000
	B	117	4.137	3.000	3.282	0.303	0.000	15.000
Long grieta (cm)	A	119	20.320	2.000	33.570	3.080	0.000	162.000
	B	117	25.730	4.500	38.050	3.520	0.000	250.000

ANEXO 22. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo en piezas después del moldurado, para la posición de troza A de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO
Group: A

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 2.030
P-Value: 0.000

Mean: 2.29987
StDev: 1.29132
Variance: 1.66752
Skewness: 0.334774
Kurtosis: -5.0E-01
N: 119

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 1.27000
Median: 2.54000
3rd Quartile: 3.17500
Maximum: 5.71500

95% Confidence Interval for Mu
2.06546 2.53429

95% Confidence Interval for Sigma
1.14549 1.48004

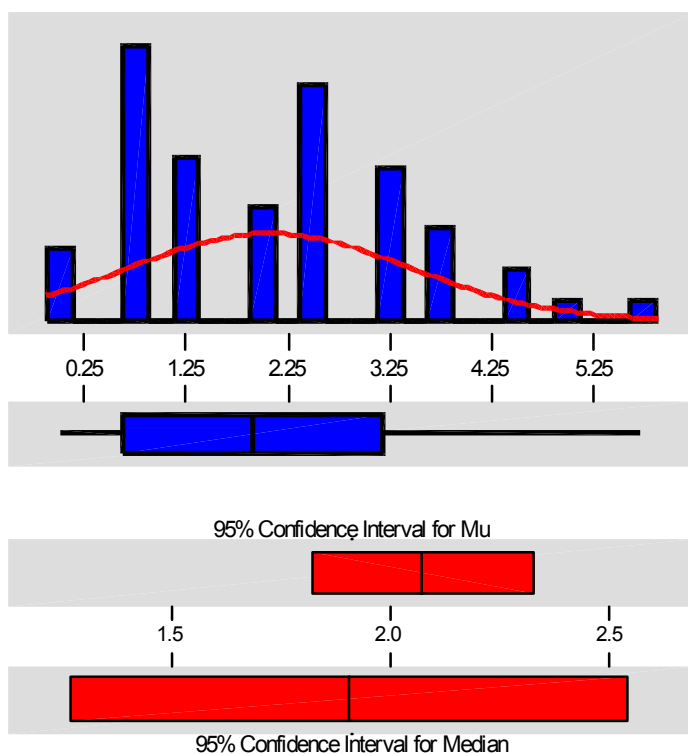
95% Confidence Interval for Median
1.90500 2.54000

ANEXO 23. Estadísticos descriptivos de torceduras y grietas (factor posición de pieza en la troza) medidas en piezas de madera de *Tectona grandis* después del moldurado.

Variable	Posición de pieza	N	Media	Mediana	Desv Est	SE	Min	Max
Alabeo (mm)	Tangencial	117	2.073	1.905	1.376	0.127	0.000	5.715
	Radial	119	2.407	2.540	1.330	0.122	0.000	5.715
Encorvadura (mm)	Tangencial	117	1.562	1.270	1.288	0.119	0.000	6.985
	Radial	119	2.887	1.905	2.891	0.265	0.000	13.970
Arqueadura (mm)	Tangencial	117	2.201	1.000	2.171	0.201	0.000	10.795
	Radial	119	2.119	1.270	1.826	0.167	0.500	10.795
Grietas (#)	Tangencial	117	2.197	1.000	2.717	0.251	0.000	12.000
	Radial	119	4.143	3.000	3.604	0.330	0.000	17.000
Long grieta (cm)	Tangencial	117	7.870	1.800	17.670	1.630	0.000	104.500
	Radial	119	37.880	26.500	42.510	3.900	0.000	250.000

ANEXO 24. Ejemplo gráfico de estadísticos descriptivos del alabeo después del moldurado, en piezas de posición tangencial de plantaciones de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Guanacaste. 2001.

Descriptive Statistics



Variable: ALABEO
Group: T

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 2.500
P-Value: 0.000

Mean: 2.07325
StDev: 1.37612
Variance: 1.89372
Skewness: 0.446581
Kurtosis: -5.5E-01
N: 117

Minimum: 0.00000
1st Quartile: 0.63500
Median: 1.90500
3rd Quartile: 3.17500
Maximum: 5.71500

95% Confidence Interval for Mu
1.82127 2.32523

95% Confidence Interval for Sigma
1.21954 1.57921

95% Confidence Interval for Median
1.27000 2.54000

ANEXO 25. Mediciones de torceduras y grietas, en piezas de madera de *Tectona grandis*, Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
3.5x3.5	1	A	T	2.540	2.540	2.540	0.000	6.985	6.985	0.500	6.350	2.540	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	1	A	T	2.540	0.635	3.175	1.000	1.000	0.500	10.160	13.335	5.080	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.5
3.5x3.5	1	A	R	1.270	1.270	0.635	3.175	19.685	8.890	1.270	1.000	1.000	2.0	4.0	6.0	8.0	43.0	28.5
3.5x3.5	1	A	R	1.270	1.270	2.540	1.000	4.445	5.080	5.080	3.810	1.905	3.0	8.0	6.0	4.5	18.0	65.5
3.5x3.5	1	B	T	1.270	0.635	3.175	0.500	0.500	1.270	3.175	0.500	1.270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	1	B	T	1.905	0.635	0.635	2.540	1.905	2.540	17.145	3.175	1.270	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	33.0
3.5x3.5	1	B	R	0.000	0.635	1.905	1.270	1.905	1.000	1.000	1.270	1.000	3.0	4.0	7.0	25.0	27.0	114.0
3.5x3.5	1	B	R	2.540	2.540	2.540	2.540	2.540	3.175	1.270	0.500	1.000	2.0	1.0	7.0	33.0	34.0	26.5
3.5x3.5	2	A	T	0.000	0.635	2.540	1.000	0.500	0.500	1.000	1.905	1.905	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	2	A	T	2.540	0.000	3.175	0.500	1.000	0.000	5.080	3.810	5.080	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	2	A	R	0.635	0.635	1.905	6.350	1.270	1.270	2.540	2.540	2.540	0.0	1.0	2.0	0.0	23.0	9.1
3.5x3.5	2	A	R	2.540	0.635	2.540	2.540	1.905	1.270	5.715	1.000	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	2	B	T	5.080	2.540	0.635	5.080	1.905	3.810	3.810	3.175	3.175	1.0	1.0	1.0	22.0	24.0	7.7
3.5x3.5	2	B	T	5.080	0.635	3.810	0.500	1.000	1.000	6.985	1.000	1.270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	2	B	R	5.080	1.270	0.635	1.000	1.905	3.175	10.795	11.430	3.175	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	2	B	R	5.080	1.270	4.445	1.000	1.000	1.000	4.445	1.905	5.080	2.0	6.0	5.0	14.0	33.0	106.0
3.5x3.5	3	A	T	3.810	3.175	3.175	0.500	3.175	2.540	1.270	1.270	1.000	0.0	2.0	2.0	0.0	9.0	1.5
3.5x3.5	3	A	T	0.000	0.635	1.905	0.500	1.000	0.500	6.985	2.540	1.270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	3	A	R	3.175	0.635	4.445	1.000	0.500	3.175	3.175	1.000	1.000	4.0	8.0	7.0	90.0	89.0	43.0
3.5x3.5	3	A	R	5.080	3.175	3.175	1.905	5.715	1.270	6.350	5.715	1.905	1.0	3.0	5.0	63.0	80.0	121.5
3.5x3.5	3	B	T	0.000	0.635	0.635	0.500	0.500	0.000	1.270	1.000	6.985	2.0	4.0	4.0	9.5	8.0	6.1
3.5x3.5	3	B	T	1.905	1.270	1.270	1.000	1.000	1.270	11.430	3.810	3.175	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	1.9
3.5x3.5	3	B	R	0.000	1.270	0.635	1.000	1.000	3.810	7.620	3.810	1.000	0.0	2.0	6.0	0.0	9.0	5.7
3.5x3.5	3	B	R	0.635	0.000	3.175	3.810	4.445	5.080	2.540	0.500	3.810	4.0	7.0	8.0	56.0	51.0	102.0
3.5x3.5	4	A	T	0.000	0.635	1.905	0.500	1.000	1.000	11.430	1.905	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	4	A	T	1.905	2.540	0.635	1.000	1.000	1.270	0.500	3.810	3.175	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	4	A	R	3.175	3.810	1.905	0.500	0.500	0.500	5.715	7.620	1.905	2.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0
3.5x3.5	4	A	R	2.540	4.445	0.635	1.000	1.905	1.270	3.175	1.000	1.000	1.0	2.0	2.0	19.5	35.0	36.0
3.5x3.5	4	B	T	0.635	0.000	1.270	1.000	2.540	3.810	11.430	6.350	1.000	0.0	1.0	3.0	0.0	4.0	6.7
3.5x3.5	4	B	T	2.540	0.635	1.270	0.500	1.000	1.270	8.255	1.905	3.810	0.0	2.0	1.0	0.0	3.0	1.1
3.5x3.5	4	B	R	1.905	2.540	1.905	1.000	1.000	1.000	8.255	5.080	10.795	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.7
3.5x3.5	4	B	R	0.000	0.635	0.635	8.890	11.430	12.700	4.445	2.540	1.000	3.0	5.0	5.0	31.0	31.0	109.9
3.5x3.5	5	A	T	2.540	0.000	2.540	0.500	0.500	0.500	1.270	1.000	0.500	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	27.0
3.5x3.5	5	A	T	2.540	1.905	3.175	1.000	0.500	1.000	9.525	1.000	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	5	A	R	1.270	1.905	2.540	3.175	5.080	3.175	2.540	0.500	1.000	2.0	5.0	17.0	60.0	115.0	51.3
3.5x3.5	5	A	R	1.270	5.080	3.175	0.000	1.270	0.500	7.620	0.500	3.810	2.0	5.0	1.0	9.0	8.0	9.5
3.5x3.5	5	B	T	0.635	4.445	0.000	1.000	3.175	0.445	6.350	2.540	0.500	0.0	4.0	8.0	0.0	3.5	4.5
3.5x3.5	5	B	T	0.000	4.445	2.540	0.500	1.270	1.000	18.415	5.715	5.080	0.0	5.0	9.0	0.0	3.0	4.6
3.5x3.5	5	B	R	1.270	3.810	3.175	1.000	1.905	1.905	1.270	3.810	2.540	4.0	8.0	10.0	92.0	89.0	38.5
3.5x3.5	5	B	R	0.000	2.540	0.635	5.715	8.890	2.540	5.080	7.620	0.500	2.0	12.0	7.0	1.2	37.0	32.0
3.5x3.5	6	A	T	0.000	0.000	1.270	0.000	1.000	1.270	1.905	1.000	1.000	2.0	2.0	0.0	20.0	21.5	0.0
3.5x3.5	6	A	T	3.810	1.905	4.445	1.000	0.500	0.500	8.890	1.000	1.000	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.8

Continuación del Anexo 25.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
3.5x3.5	6	A	R	6.350	3.810	3.810	1.000	0.500	3.175	10.160	1.000	1.000	1.0	2.0	5.0	1.4	82.0	40.0
3.5x3.5	6	B	T	5.080	2.540	*	13.970	12.700	*	1.905	1.270	*	2.0	1.0	*	78.0	10.0	*
3.5x3.5	6	B	R	0.635	1.270	1.270	0.500	1.000	4.445	1.905	2.540	2.540	3.0	7.0	15.0	65.0	71.0	66.2
3.5x3.5	6	B	R	1.270	2.540	2.540	0.500	1.000	1.000	8.890	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	7	A	T	0.635	0.635	0.000	0.500	1.905	1.000	3.810	3.175	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	7	A	T	0.000	1.270	0.635	0.000	3.175	1.270	5.715	1.000	1.000	1.0	2.0	0.0	9.5	19.0	0.0
3.5x3.5	7	A	R	4.445	1.270	2.540	1.270	1.000	1.270	11.430	1.905	0.500	0.0	2.0	0.0	0.0	12.0	0.0
3.5x3.5	7	A	R	2.540	0.635	1.905	1.000	5.080	3.175	6.350	1.905	1.270	0.0	1.0	0.0	0.0	2.5	0.0
3.5x3.5	7	B	T	6.350	1.270	0.635	1.000	1.905	1.270	0.508	5.080	0.500	1.0	4.0	6.0	4.0	3.0	3.2
3.5x3.5	7	B	T	5.080	0.635	2.540	0.500	1.270	1.000	3.175	0.500	0.500	0.0	3.0	4.0	0.0	3.0	3.0
3.5x3.5	7	B	R	9.525	3.810	0.635	0.500	2.540	2.540	3.175	2.540	1.000	4.0	8.0	6.0	10.2	4.0	1.9
3.5x3.5	7	B	R	4.445	1.270	4.445	1.000	0.500	1.000	9.525	1.905	1.000	0.0	3.0	4.0	0.0	3.0	2.8
3.5x3.5	8	A	T	1.270	1.905	2.540	0.500	3.810	3.175	4.445	4.445	1.270	1.0	4.0	8.0	5.5	134.0	81.5
3.5x3.5	8	A	T	1.905	1.270	1.270	1.000	1.000	3.175	16.510	5.080	0.000	0.0	2.0	3.0	0.0	8.5	11.3
3.5x3.5	8	A	R	3.175	1.270	0.635	1.270	5.080	0.500	8.255	3.810	1.905	3.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0
3.5x3.5	8	A	R	0.000	2.540	2.540	0.500	2.540	1.000	20.955	3.810	1.270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	8	B	T	3.175	1.270	3.175	0.500	0.500	1.270	8.890	7.620	1.000	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	5.5
3.5x3.5	8	B	T	1.905	4.445	2.540	0.500	1.905	1.270	3.810	1.905	1.905	1.0	5.0	5.0	25.5	12.0	10.1
3.5x3.5	8	B	R	3.175	2.540	2.540	0.500	1.000	1.905	8.255	5.715	4.445	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	8	B	R	1.270	3.175	2.540	0.500	0.500	1.000	14.605	10.160	0.500	4.0	6.0	4.0	26.7	31.0	31.0
3.5x3.5	9	A	T	1.905	0.635	2.540	1.000	1.000	1.270	1.270	12.065	8.890	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.3
3.5x3.5	9	A	T	4.445	0.635	1.270	0.500	1.000	1.270	10.160	1.000	0.000	0.0	2.0	1.0	0.0	11.0	1.0
3.5x3.5	9	A	R	1.270	1.270	1.905	2.540	5.715	2.540	1.905	1.000	6.350	2.0	8.0	7.0	14.5	86.0	62.0
3.5x3.5	9	A	R	1.905	1.270	1.905	0.500	1.000	1.270	10.160	0.500	0.500	2.0	4.0	3.0	27.5	178.0	162.0
3.5x3.5	9	B	T	2.540	0.635	0.000	0.500	0.500	0.500	8.255	1.000	3.810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	9	B	T	3.175	0.000	2.540	1.000	1.000	1.270	17.780	1.905	1.905	2.0	1.0	3.0	7.0	7.0	1.9
3.5x3.5	9	B	R	1.905	0.635	3.810	1.905	1.905	1.270	3.175	2.540	7.620	4.0	2.0	7.0	14.5	146.0	73.6
3.5x3.5	9	B	R	0.000	0.635	3.175	11.430	6.985	5.715	2.540	1.000	1.270	4.0	7.0	5.0	33.0	40.0	82.5
3.5x3.5	10	A	T	3.175	2.540	1.905	0.500	1.270	1.000	2.540	3.175	5.715	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	10	A	T	3.175	1.270	0.635	1.905	0.500	2.540	3.175	1.270	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	10	A	R	1.270	0.635	0.635	1.000	3.810	2.540	1.905	1.905	0.500	3.0	2.0	3.0	15.0	11.0	6.9
3.5x3.5	10	A	R	1.270	0.000	1.270	0.500	1.000	1.270	1.905	1.905	1.270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5x3.5	10	B	T	0.000	0.635	1.270	1.270	1.000	1.000	1.905	3.810	1.000	2.0	2.0	5.0	12.5	2.0	8.0
3.5x3.5	10	B	T	2.540	1.270	1.905	1.000	1.000	2.540	1.270	1.905	3.175	4.0	9.0	10.0	31.0	62.0	56.0
3.5x3.5	10	B	R	1.270	0.635	1.270	2.540	6.350	6.350	14.605	1.000	0.500	2.0	2.0	2.0	13.0	19.5	19.0
3.5x3.5	10	B	R	3.175	3.175	1.270	0.500	1.000	0.000	13.970	2.540	6.350	0.0	3.0	0.0	0.0	13.0	0.0

ANEXO 26. Mediciones de torceduras y grietas en piezas de madera de *Tectona grandis*, Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
5x5	1	A	T	1.270	1.905	3.175	0.500	1.000	2.540	0.500	1.000	0.500	0.0	1.0	0.0	0.0	6.5	0.0
5x5	1	A	T	1.270	0.000	2.540	3.810	1.000	5.080	1.270	1.000	0.500	4.0	10.0	11.0	64.5	88.0	104.5
5x5	1	A	R	1.270	0.000	2.540	0.500	3.175	3.810	1.000	1.000	1.000	0.0	2.0	2.0	0.0	16.0	2.5
5x5	1	A	R	1.270	1.905	0.635	1.000	3.810	2.540	0.500	5.715	6.350	4.0	2.0	2.0	59.5	50.0	26.7
5x5	1	B	T	0.635	1.905	1.905	0.500	0.500	1.270	1.905	1.000	1.000	1.0	0.0	3.0	2.0	0.0	3.0
5x5	1	B	T	0.000	0.635	1.270	0.500	0.500	1.000	10.160	1.905	1.000	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.9
5x5	1	B	R	2.540	1.270	1.270	1.000	1.905	3.810	1.000	5.715	3.810	0.0	2.0	1.0	0.0	6.5	3.2
5x5	1	B	R	0.635	1.270	0.635	0.500	0.500	1.270	4.445	1.000	1.000	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	47.0
5x5	2	A	T	3.810	0.000	0.635	0.500	0.500	0.500	2.540	1.000	3.810	2.0	1.0	2.0	98.5	99.0	52.4
5x5	2	A	T	1.270	1.270	0.635	0.500	4.445	3.175	3.175	1.270	3.810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	2	A	R	3.175	2.540	1.270	1.000	3.175	1.905	0.500	1.000	4.445	2.0	2.0	0.0	6.2	25.0	0.0
5x5	2	A	R	1.270	0.000	0.635	0.000	3.810	1.905	2.540	1.270	3.810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	2	B	T	1.270	1.905	0.635	0.500	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	2	B	T	1.270	3.175	1.905	1.000	0.500	1.270	5.080	1.270	1.000	0.0	3.0	4.0	0.0	2.5	2.6
5x5	2	B	R	1.270	6.350	2.540	3.810	5.080	0.000	2.540	3.810	1.000	1.0	1.0	0.0	36.0	36.0	0.0
5x5	2	B	R	3.810	0.000	0.635	5.715	3.810	8.255	2.540	0.500	3.175	2.0	5.0	3.0	22.0	89.0	85.5
5x5	3	A	T	6.985	1.270	4.445	0.500	0.500	0.500	1.270	6.985	3.810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	3	A	T	6.985	0.635	2.540	0.500	1.270	1.905	3.810	1.270	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	3	A	R	7.620	1.270	3.175	5.080	1.905	1.270	11.430	3.810	1.270	2.0	4.0	4.0	6.0	20.0	5.5
5x5	3	A	R	9.525	5.080	3.810	0.500	0.500	1.000	3.810	1.905	1.000	4.0	4.0	2.0	20.0	28.0	29.8
5x5	3	B	T	0.635	3.810	0.000	1.000	1.000	1.000	16.510	6.985	1.270	2.0	2.0	2.0	41.0	40.0	32.0
5x5	3	B	R	0.635	5.080	3.175	11.430	12.700	13.335	7.620	2.540	1.000	0.0	4.0	4.0	0.0	86.0	78.5
5x5	3	B	R	0.000	0.635	0.635	1.000	3.175	1.000	2.540	0.500	2.540	2.0	2.0	2.0	30.0	33.0	33.0
5x5	4	A	T	1.905	2.540	2.540	1.000	0.500	0.500	4.445	1.905	0.500	2.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0
5x5	4	A	T	1.270	1.905	1.905	1.000	1.000	1.270	5.080	1.905	2.540	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	79.4
5x5	4	A	R	1.270	2.540	3.810	6.985	1.000	1.000	1.905	1.905	0.500	1.0	3.0	1.0	11.5	11.5	11.2
5x5	4	A	R	3.175	2.540	3.810	0.500	8.255	4.445	1.905	2.540	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	4	B	T	1.270	2.540	1.905	1.000	2.540	3.810	5.080	2.540	1.270	4.0	5.0	6.0	17.7	12.0	2.5
5x5	4	B	T	1.905	1.905	3.810	0.500	1.000	0.000	10.795	6.350	4.445	0.0	2.0	6.0	0.0	3.0	2.5
5x5	4	B	R	4.445	2.540	3.810	3.175	5.080	2.540	19.050	1.000	1.270	6.0	17.0	15.0	10.5	40.0	74.5
5x5	4	B	R	1.905	3.810	5.715	3.175	9.525	7.620	13.970	10.795	9.525	3.0	8.0	8.0	10.0	53.0	33.5
5x5	5	A	T	6.985	3.175	5.080	0.000	1.000	1.270	17.145	1.905	6.985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	5	A	T	8.255	0.635	2.540	0.000	0.500	1.905	6.350	5.080	1.905	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.1
5x5	5	A	R	10.160	5.080	3.810	1.270	1.000	1.905	6.985	3.175	2.540	0.0	4.0	5.0	0.0	63.0	68.5
5x5	5	A	R	6.350	3.810	4.445	1.905	1.270	0.000	6.985	1.000	6.350	1.0	9.0	10.0	16.0	61.0	58.5
5x5	5	B	T	6.985	5.080	0.635	0.000	1.000	0.500	0.500	1.000	1.000	2.0	4.0	4.0	18.5	16.5	19.4
5x5	5	B	T	7.620	1.270	2.540	0.500	1.000	1.270	2.540	1.270	1.000	0.0	1.0	6.0	0.0	1.0	1.5
5x5	5	B	R	9.525	3.810	3.810	6.985	9.525	6.000	4.445	2.540	1.000	3.0	4.0	5.0	62.0	65.0	91.0
5x5	5	B	R	8.255	4.445	4.445	0.500	1.000	1.270	12.065	3.175	1.000	0.0	2.0	3.0	0.0	1.5	1.6
5x5	6	A	T	6.985	2.540	4.445	6.985	1.905	1.905	12.700	2.540	9.525	0.0	2.0	2.0	0.0	42.0	24.0
5x5	6	A	T	3.810	0.635	2.540	1.000	2.540	1.000	5.715	1.905	5.080	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0

Continuación del Anexo 26.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
5x5	6	A	R	4.445	1.270	1.270	1.000	1.000	1.905	3.810	3.810	1.270	2.0	4.0	3.0	30.0	30.0	17.2
5x5	6	A	R	5.080	1.905	0.635	0.500	0.500	1.905	10.795	5.080	1.000	0.0	2.0	2.0	0.0	31.0	22.0
5x5	6	B	T	12.700	6.985	3.810	1.000	1.000	1.905	8.255	3.810	1.000	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.3
5x5	6	B	T	11.430	1.905	3.810	0.500	1.000	0.500	11.430	3.175	1.270	0.0	2.0	5.0	0.0	2.0	9.0
5x5	6	B	R	13.970	6.350	3.810	1.000	3.810	3.810	12.700	3.810	1.000	3.0	4.0	5.0	7.0	35.0	25.0
5x5	6	B	R	15.240	3.810	1.905	0.500	1.000	1.270	11.430	0.500	1.000	2.0	1.0	2.0	4.0	1.5	1.5
5x5	7	A	T	1.270	5.715	5.080	2.540	3.810	4.445	8.890	3.810	4.445	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	24.0
5x5	7	A	T	1.270	4.445	3.810	0.500	0.500	0.500	23.495	3.810	1.000	3.0	3.0	5.0	60.0	59.0	62.5
5x5	7	A	R	1.270	3.175	0.635	5.715	5.715	3.810	5.080	2.540	3.175	3.0	9.0	10.0	67.0	64.0	26.3
5x5	7	A	R	4.445	2.540	3.810	1.000	0.500	1.270	6.350	3.175	1.000	4.0	6.0	9.0	101.0	104.0	138.0
5x5	7	B	T	7.620	4.445	4.445	3.175	6.985	3.175	18.415	7.620	5.080	0.0	2.0	8.0	0.0	3.0	2.2
5x5	7	B	T	5.080	1.905	0.635	0.500	3.810	3.810	8.255	2.540	3.175	0.0	5.0	6.0	0.0	4.0	3.2
5x5	7	B	R	3.810	2.540	2.540	1.905	1.905	1.270	20.320	10.160	5.080	3.0	3.0	5.0	55.0	52.0	60.0
5x5	7	B	R	1.270	3.810	5.080	2.540	1.905	1.270	1.905	2.540	0.500	4.0	13.0	10.0	66.0	94.0	89.9
5x5	8	A	T	0.000	1.270	1.270	0.500	3.175	3.175	1.270	3.810	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	8	A	T	0.635	1.270	1.270	0.500	0.500	3.175	17.145	1.000	1.905	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	8	A	R	0.000	1.905	2.540	3.175	1.000	1.905	1.270	1.000	2.540	2.0	13.0	9.0	38.0	67.0	88.6
5x5	8	A	R	0.000	1.270	3.175	1.270	1.000	2.540	9.525	1.000	2.540	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	8	B	T	8.255	0.635	3.175	0.500	1.270	3.810	3.175	1.270	1.000	0.0	3.0	2.0	0.0	2.0	2.1
5x5	8	B	T	5.715	3.175	2.540	0.000	1.905	1.270	10.795	1.270	0.500	0.0	1.0	6.0	0.0	2.0	2.6
5x5	8	B	R	7.620	4.445	3.175	2.540	3.810	6.985	1.270	3.175	1.270	3.0	3.0	3.0	12.0	97.0	85.0
5x5	8	B	R	8.890	4.445	4.445	0.500	1.000	0.000	8.255	1.000	0.500	0.0	4.0	4.0	0.0	2.2	2.2
5x5	9	A	T	0.000	0.000	0.635	12.700	1.270	1.000	3.810	2.540	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5x5	9	A	T	5.715	1.270	1.905	1.000	1.000	0.500	7.620	1.000	3.810	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.4
5x5	9	A	R	1.270	1.905	1.905	1.270	2.540	3.175	1.270	1.000	0.500	4.0	14.0	11.0	28.5	80.0	34.3
5x5	9	A	R	0.635	0.635	3.175	0.500	3.175	0.500	17.145	1.000	2.540	0.0	2.0	3.0	0.0	87.0	3.6
5x5	9	B	T	6.350	3.175	0.635	0.500	1.000	0.500	1.270	1.905	1.905	0.0	2.0	1.0	0.0	20.0	1.2
5x5	9	B	T	0.000	1.270	0.635	1.270	1.905	1.270	8.890	1.000	3.810	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.3
5x5	9	B	R	7.620	1.905	1.905	1.905	1.905	1.000	3.810	2.540	1.000	2.0	2.0	7.0	29.5	27.0	19.3
5x5	9	B	R	6.350	2.540	4.445	0.500	1.000	1.270	3.175	2.540	3.810	3.0	6.0	8.0	24.5	87.0	80.0
5x5	10	A	T	1.270	0.000	3.810	1.270	5.715	5.080	7.620	3.810	2.540	0.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.1
5x5	10	A	T	0.635	3.810	0.635	1.000	0.500	0.500	5.080	0.500	0.500	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.8
5x5	10	A	R	3.810	1.270	2.540	6.985	5.080	2.540	6.350	0.500	1.270	2.0	3.0	3.0	19.0	63.0	26.2
5x5	10	A	R	2.540	0.635	3.175	0.500	2.540	2.540	4.445	1.905	3.175	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	4.3
5x5	10	B	T	2.540	2.540	0.635	0.500	1.000	0.000	1.905	3.810	1.000	2.0	6.0	12.0	11.5	6.0	3.2
5x5	10	B	T	3.175	3.175	5.715	3.810	3.810	2.540	22.225	8.890	8.890	0.0	6.0	9.0	0.0	13.5	14.2
5x5	10	B	R	2.540	0.635	5.080	8.890	12.700	1.905	3.810	5.715	2.540	4.0	13.0	11.0	17.0	41.0	44.5
5x5	10	B	R	1.270	0.635	3.175	1.905	3.175	1.270	9.525	5.080	1.905	1.0	1.0	4.0	3.0	3.0	4.0

ANEXO 27. Mediciones de torceduras y grietas en piezas de madera de *Tectona grandis*, Panamerican Woods, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
6x2	1	A	T	2.540	1.270	2.540	0.000	1.000	1.000	1.270	1.905	2.540	1.0	1.0	2.0	14.0	1.5	6.3
6x2	1	A	T	3.175	6.985	1.270	1.905	0.500	3.810	3.175	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	1	A	R	2.540	2.540	3.810	0.000	5.080	3.175	3.175	3.175	3.175	0.0	1.0	1.0	0.0	1.5	1.6
6x2	1	A	R	3.175	3.810	2.540	3.175	7.620	3.810	3.175	1.000	0.500	2.0	6.0	8.0	10.5	85.5	62.0
6x2	1	B	T	0.635	0.635	1.270	0.500	0.500	0.000	6.350	2.540	3.810	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	1.4
6x2	1	B	T	0.000	1.905	0.000	0.500	1.905	1.905	12.065	6.350	1.000	0.0	4.0	4.0	0.0	4.0	3.9
6x2	1	B	R	0.000	2.540	1.905	5.715	2.540	5.080	1.905	1.270	1.270	4.0	7.0	7.0	36.5	47.0	47.0
6x2	1	B	R	0.635	2.540	0.000	1.270	1.000	1.000	8.890	5.080	0.500	1.0	4.0	2.0	6.5	8.5	2.5
6x2	2	A	T	1.270	1.270	1.270	0.500	5.080	3.810	0.500	2.540	3.175	0.0	1.0	0.0	0.0	3.5	0.0
6x2	2	A	T	1.270	1.270	1.905	0.500	0.500	1.270	2.540	1.905	3.810	2.0	1.0	0.0	2.5	3.0	0.0
6x2	2	A	R	3.810	1.905	1.905	0.000	1.270	1.270	0.500	3.810	1.000	2.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.0
6x2	2	A	R	1.270	0.000	0.635	3.175	1.270	1.000	5.080	1.000	1.905	0.0	1.0	2.0	0.0	125.0	115.7
6x2	2	B	T	1.270	5.715	2.540	1.270	1.000	1.000	0.500	1.905	0.500	0.0	1.0	1.0	0.0	1.5	2.5
6x2	2	B	T	1.905	1.905	0.000	0.500	0.500	1.000	9.525	1.000	0.500	0.0	1.0	2.0	0.0	2.5	2.1
6x2	2	B	R	0.000	1.270	3.175	1.270	0.500	1.905	1.905	1.000	3.175	3.0	11.0	8.0	15.5	85.0	68.5
6x2	2	B	R	0.635	0.000	2.540	0.500	1.000	0.500	1.270	1.905	1.905	1.0	2.0	3.0	7.5	2.0	3.0
6x2	3	A	T	3.810	3.175	0.635	1.270	1.000	1.905	2.540	1.000	5.080	0.0	2.0	2.0	0.0	2.5	2.5
6x2	3	A	T	1.905	3.175	3.175	1.000	0.500	0.500	3.810	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	3	A	R	1.270	1.905	1.270	0.500	3.810	2.540	4.445	0.500	1.000	2.0	2.0	5.0	7.2	9.0	8.7
6x2	3	A	R	3.175	1.270	2.540	1.270	1.000	3.810	2.540	3.175	3.175	0.0	2.0	1.0	0.0	3.0	1.2
6x2	3	B	T	0.635	2.540	2.540	2.540	1.905	1.905	5.715	1.270	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	3	B	T	0.000	0.635	0.635	0.500	0.500	0.000	8.890	2.540	0.500	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0
6x2	3	B	R	0.635	2.540	2.540	1.270	1.000	3.175	3.810	1.270	0.500	1.0	1.0	2.0	27.7	28.0	6.2
6x2	3	B	R	0.635	3.810	0.635	8.255	1.270	1.000	5.715	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	4	A	T	0.000	1.270	0.635	0.500	0.500	0.500	1.270	1.000	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	4	A	T	1.270	1.270	1.270	2.540	1.000	0.000	5.080	1.000	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	4	A	R	1.905	3.175	1.270	0.000	2.540	1.270	0.500	1.000	1.270	2.0	3.0	5.0	120.0	3.0	44.0
6x2	4	A	R	0.000	1.905	1.270	2.540	5.080	2.540	0.500	1.270	1.000	2.0	1.0	2.0	85.0	1.0	58.5
6x2	4	B	T	1.905	3.175	0.635	0.500	0.500	1.000	3.175	2.540	2.540	0.0	2.0	3.0	0.0	2.0	1.7
6x2	4	B	T	4.445	0.635	2.540	0.500	0.500	1.000	9.525	6.350	3.810	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	1.5
6x2	4	B	R	4.445	3.175	3.175	1.270	3.175	5.715	8.890	2.540	1.000	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	69.5
6x2	4	B	R	0.635	1.270	1.905	0.500	0.500	1.270	10.160	0.500	2.540	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.2
6x2	5	A	T	0.000	0.635	1.270	0.000	1.000	1.270	5.080	3.175	1.000	0.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.6
6x2	5	A	T	1.270	3.175	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.500	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	5	A	R	1.270	3.175	2.540	4.445	1.270	1.270	1.270	1.000	1.270	1.0	1.0	1.0	13.2	1.0	0.9
6x2	5	A	R	0.635	2.540	1.905	0.000	0.500	0.500	0.000	5.080	3.175	1.0	3.0	0.0	4.2	3.0	0.0
6x2	5	B	T	0.000	3.810	0.635	0.500	3.810	4.445	3.810	1.270	0.000	1.0	1.0	2.0	12.5	1.0	9.6
6x2	5	B	T	0.635	0.635	0.635	0.500	1.905	2.540	10.795	5.080	1.000	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.6
6x2	5	B	R	0.000	3.175	2.540	10.795	10.160	1.270	5.080	12.700	1.905	2.0	2.0	10.0	80.5	2.0	66.5
6x2	5	B	R	2.540	0.635	0.635	3.810	1.270	11.430	1.270	1.905	1.270	3.0	1.0	2.0	2.6	1.0	30.1
6x2	6	A	T	0.000	1.270	3.175	1.905	1.000	1.000	3.175	1.000	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	6	A	T	0.000	0.635	0.635	3.175	1.905	3.175	1.000	0.500	6.350	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	6	A	R	1.270	1.905	2.540	1.000	10.160	8.890	1.270	0.500	1.000	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	5.0

Continuación del Anexo 27.

Dist siembra	Arb	Pos	Pos	ALV	ALS	ALM	ENV	ENS	ENM	ARV	ARS	ARM	GV	GS	GM	LV	LS	LM
(m)	#	Troza	Pieza	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	#	#	#	(cm)	(cm)	(cm)
6x2	6	A	R	0.635	0.635	1.905	0.500	0.500	1.000	3.175	5.715	3.175	0.0	1.0	4.0	0.0	1.0	27.0
6x2	6	B	T	1.270	1.270	0.635	0.500	1.000	1.000	12.700	2.540	5.715	3.0	4.0	5.0	13.8	4.0	28.5
6x2	6	B	T	0.635	0.635	0.635	0.000	0.500	0.000	3.175	1.905	0.500	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.2
6x2	6	B	R	2.540	1.905	3.175	4.445	8.255	9.525	7.620	5.080	3.810	1.0	4.0	8.0	14.2	4.0	50.0
6x2	6	B	R	1.270	0.000	3.175	1.000	1.000	1.000	3.175	1.270	0.500	1.0	6.0	2.0	6.6	6.0	3.8
6x2	7	A	T	1.270	0.635	3.175	0.500	0.500	0.500	3.175	5.080	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	7	A	T	1.270	1.270	2.540	1.000	0.500	0.000	12.700	0.500	2.540	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	7	A	R	4.445	0.000	1.270	3.810	7.620	5.715	3.810	1.270	1.270	4.0	1.0	8.0	10.0	134.0	107.0
6x2	7	A	R	0.635	0.000	0.635	1.905	2.540	3.810	5.715	0.500	1.905	1.0	1.0	2.0	4.5	1.0	22.5
6x2	7	B	T	2.540	0.635	3.810	1.000	1.000	1.000	3.175	3.810	1.270	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5
6x2	7	B	T	0.000	1.905	2.540	0.500	1.000	0.500	3.810	0.500	3.810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	7	B	R	0.000	0.635	2.540	12.700	12.065	13.970	1.905	1.000	1.000	4.0	6.0	9.0	24.0	6.0	94.4
6x2	7	B	R	5.080	0.635	1.270	5.715	1.905	0.500	5.715	3.175	3.175	2.0	7.0	7.0	10.0	7.0	85.0
6x2	8	A	T	0.635	0.635	3.175	0.500	1.000	1.270	3.175	3.810	0.000	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	21.0
6x2	8	A	T	4.445	6.985	3.175	1.270	0.500	1.905	2.540	1.905	3.810	0.0	13.0	8.0	0.0	32.5	46.6
6x2	8	A	R	1.905	0.635	3.175	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.270	3.0	6.0	6.0	34.0	6.0	15.0
6x2	8	A	R	0.635	0.635	3.175	1.000	1.000	0.500	1.000	0.500	1.270	2.0	7.0	5.0	9.2	7.0	90.0
6x2	8	B	T	0.635	1.270	2.540	0.000	1.000	1.270	2.540	2.540	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	8	B	T	3.175	0.635	1.905	12.700	1.000	1.270	5.715	6.350	10.795	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	2.0
6x2	8	B	R	3.175	1.270	1.270	1.270	1.000	3.175	5.080	1.905	3.175	1.0	3.0	3.0	4.0	3.0	27.4
6x2	8	B	R	1.270	0.635	1.270	3.175	1.000	1.000	0.500	1.000	2.540	1.0	3.0	6.0	250.0	250.0	250.0
6x2	9	A	T	8.890	3.175	3.810	1.905	3.810	2.540	1.270	0.500	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	9	A	T	8.255	4.445	5.715	1.000	1.905	1.000	8.890	2.540	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	9	A	R	7.620	3.175	5.715	1.000	9.525	2.540	1.270	1.000	3.810	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0
6x2	9	A	R	8.255	3.810	4.445	1.270	3.810	3.810	8.255	1.905	1.000	1.0	2.0	2.0	25.0	2.0	26.3
6x2	9	B	T	2.540	4.445	3.175	0.500	0.500	1.000	5.080	1.270	1.000	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.7
6x2	9	B	T	3.810	0.000	1.270	0.500	0.500	1.905	9.525	7.620	1.905	2.0	2.0	3.0	25.0	2.0	29.6
6x2	9	B	R	1.270	2.540	3.810	0.500	1.000	1.270	1.905	0.500	1.905	3.0	3.0	4.0	31.0	3.0	32.0
6x2	9	B	R	2.540	3.175	3.175	11.430	8.255	2.540	2.540	1.000	2.540	0.0	3.0	2.0	0.0	3.0	79.2
6x2	10	A	T	2.540	1.270	0.635	6.350	1.000	1.270	1.905	12.700	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6x2	10	A	T	2.540	1.270	3.175	1.000	1.905	3.175	2.540	0.500	0.500	1.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0
6x2	10	A	R	1.905	0.000	0.635	2.540	2.540	2.540	1.905	1.905	1.000	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
6x2	10	A	R	4.445	1.905	3.175	5.715	3.175	1.905	7.620	0.500	0.500	0.0	3.0	1.0	0.0	3.0	69.0
6x2	10	B	T	8.890	2.540	4.445	0.000	1.905	1.270	5.715	1.000	0.500	0.0	3.0	4.0	0.0	3.0	3.6
6x2	10	B	T	7.620	4.445	3.810	0.000	1.905	1.270	5.080	1.270	1.000	0.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0
6x2	10	B	R	6.350	4.445	0.000	0.500	3.810	13.335	3.810	1.000	3.175	1.0	8.0	10.0	32.0	8.0	52.5
6x2	10	B	R	7.620	6.350	4.445	1.000	2.540	1.270	2.540	5.080	3.175	2.0	5.0	5.0	14.5	5.0	12.7

ANEXO 28. Análisis de varianza para el alabeo en madera en estado verde.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	158.064	158.686	79.343	10.71	0.000*
TROZA	1	11.644	11.766	11.766	1.59	0.209
P CARA	1	2.765	2.658	2.658	0.36	0.550
DISTANC*TROZA	2	36.363	36.036	18.018	2.43	0.090
DISTANC*P PIEZA	2	2.285	2.341	1.170	0.16	0.854
TROZA*P PIEZA	1	1.503	1.504	1.504	0.20	0.653
DISTANC*TROZA*P PIEZA	2	3.801	3.801	1.901	0.26	0.774
Error	226	1674.471	1674.471	7.409		
Total	237	1890.897				
DISTANCIAMIENTO (m)		Promedio (mm)	Desv Est (mm)			
3.5x3.5		2.286	0.3063			
5x5		4.008	0.3063			
6x2		2.262	0.3043			

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 29 . Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado verde.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	6.743	6.522	3.261	0.52	0.594
TROZA	1	23.299	22.346	22.346	3.58	0.060
P CARA	1	79.769	80.167	80.167	12.85	0.000*
DISTANC*TROZA	2	10.345	10.681	5.340	0.86	0.426
DISTANC*P CARA	2	4.565	4.592	2.296	0.37	0.692
TROZA*P CARA	1	22.200	22.033	22.033	3.53	0.061
DISTANC*TROZA*P CARA	2	21.432	21.432	10.716	1.72	0.182
Error	226	409.494	1409.494	6.237		
Total	237	1577.848				
POSICIÓN DE CARA		Promedio (mm)	Desv Est (mm)			
T		1.2777	0.2300			
R		2.4386	0.2280			

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 30. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado verde.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	303.94	306.91	153.46	7.04	0.001*
TROZA	1	153.08	153.55	153.55	7.04	0.009*
P CARA	1	41.16	40.72	40.72	1.87	0.173
DISTANC*TROZA	2	12.43	12.46	6.23	0.29	0.752
DISTANC*P CARA	2	18.41	18.03	9.01	0.41	0.662
TROZA*P CARA	1	5.51	5.43	5.43	0.25	0.618
DISTANC*TROZA*P CARA	2	27.47	27.47	13.74	0.63	0.534
Error	226	4929.47	4929.47	21.81		
Total	237	5491.49				
DISTANCIAMIENTO (m)						
		Promedio (mm)		Desv Est (mm)		
3.5x3.5		6.197		0.5256		
5x5		6.805		0.5256		
6x2		4.155		0.5222		
TROZA						
A		4.916		0.4263		
B		6.522		0.4301		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 31. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado verde.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	6.658	6.416	3.208	2.15	0.119
TROZA	1	9.810	9.268	9.268	6.20	0.013*
P CARA	1	83.872	84.029	84.029	56.24	0.000*
DISTANC*TROZA	2	1.496	1.505	0.752	0.50	0.605
DISTANC*P CARA	2	0.384	0.394	0.197	0.13	0.876
TROZA*P CARA	1	1.142	1.143	1.143	0.76	0.383
DISTANC*TROZA*P CARA	2	0.529	0.529	0.264	0.18	0.838
Error	226	337.689	337.689	1.494		
Total	237	441.580				
TROZA						
		Promedio (#)		Desv Est (#)		
A		0.8417		0.1116		
B		1.2364		0.1126		
P CARA						
T		0.4447		0.1126		
R		1.6333		0.1116		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 32. Análisis de varianza para la longitud de la grieta más larga en madera en estado verde

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	161.2	142.6	71.3	0.11	0.898
TROZA	1	514.6	472.0	472.0	0.71	0.400
P CARA	1	13729.1	13717.0	13717.0	20.69	0.000*
DISTANC*TROZA	2	1263.7	1267.7	633.8	0.96	0.386
DISTANC*P CARA	2	876.4	873.4	436.7	0.66	0.519
TROZA*P CARA	1	191.4	188.4	188.4	0.28	0.595
DISTANC*TROZA*P CARA	2	618.6	618.6	309.3	0.47	0.628
Error	226	149853.2	149853.2	663.1		
Total	237	167208.2				
POSICIÓN DE CARA						
		Promedio (cm)		Desv Est (cm)		
T		5.285		2.371		
R		20.472		2.351		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 33. Análisis de varianza para el alabeo en madera en estado seco.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	22.600	22.919	11.460	4.92	0.008*
TROZA	1	8.132	8.075	8.075	3.46	0.064
P CARA	1	2.729	2.714	2.714	1.16	0.282
DISTANC*TROZA	2	10.865	10.846	5.423	2.33	0.100
DISTANC*P CARA	2	4.773	4.746	2.373	1.02	0.363
TROZA*P CARA	1	0.123	0.117	0.117	0.05	0.823
DISTANC*TROZA*P CARA	2	2.750	2.750	1.375	0.59	0.555
Error	226	526.755	526.755	2.331		
Total	237	578.728				
DISTANCIAMIENTO (m)						
		Promedio (mm)		Desv Est (mm)		
3.5x3.5		1.614		0.1718		
5x5		2.375		0.1718		
6x2		2.024		0.1707		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 34. Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado seco.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	3.517	3.277	1.638	0.23	0.796
TROZA	1	1.213	0.997	0.997	0.14	0.709
P CARA	1	195.822	195.328	195.328	27.29	0.000*
DISTANC*TROZA	2	17.340	16.920	8.460	1.18	0.309
DISTANC*P CARA	2	3.345	3.366	1.683	0.24	0.791
TROZA*P CARA	1	0.037	0.039	0.039	0.01	0.941
DISTANC*TROZA*P CARA	2	19.264	19.264	9.632	1.35	0.262
Error	226	1617.361	1617.361	7.156		
Total	237	1857.901				
POSICIÓN DE CARA						
		Promedio (mm)		Desv Est (mm)		
T		1.553		0.2463		
R		3.365		0.2442		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 35. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado seco.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	16.281	16.233	8.116	1.34	0.264
TROZA	1	27.317	26.953	26.953	4.45	0.036*
P CARA	1	3.621	3.431	3.431	0.57	0.453
DISTANC*TROZA	2	3.988	4.057	2.028	0.33	0.716
DISTANC*P CARA	2	3.146	3.129	1.565	0.26	0.773
TROZA*P CARA	1	9.641	9.732	9.732	.61	0.206
DISTANC*TROZA*P CARA	2	10.640	10.640	5.320	0.88	0.417
Error	226	1369.653	1369.653	6.060		
Total	237	1444.286				
TROZA						
		Promedio (mm)		Desv Est (mm)		
A		2.382		0.2247		
B		3.055		0.2267		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 36. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado seco.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	37.364	36.651	18.326	2.25	0.107
TROZA	1	74.884	72.544	72.544	8.92	0.003*
P CARA	1	300.419	299.936	299.936	36.90	0.000*
DISTANC*TROZA	2	3.846	3.908	1.954	0.24	0.787
DISTANC*P CARA	2	10.775	10.655	5.327	0.66	0.520
TROZA*P CARA	1	0.397	0.371	0.371	0.05	0.831
DISTANC*TROZA*P CARA	2	12.748	12.748	6.374	0.78	0.458
Error	226	1836.963	1836.963	8.128		
Total	237	2277.395				
TROZA						
		Promedio (#)		Desv Est (#)		
A		1.9667		0.2603		
B		3.0711		0.2625		
POSICIÓN DE CARA						
T		1.3961		0.2625		
R		3.6417		0.2603		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 37. Análisis de varianza para la longitud de grieta más larga en madera en estado seco.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	9143	8837	4419	3.97	0.020
TROZA	1	195	257	257	0.23	0.631
P CARA	1	38822	38977	38977	35.01	0.000
DISTANC*TROZA	2	414	416	208	0.19	0.830
DISTANC*P CARA	2	1186	1198	599	0.54	0.585
TROZA*P CARA	1	195	194	194	0.17	0.677
DISTANC*TROZA*P CARA	2	585	585	293	0.26	0.769
Error	226	251628	251628	1113		
Total	237	302168				
DISTANCIAMIENTO						
		Promedio (cm)		Desv Est (cm)		
3.5x3.5		22.201		3.755		
5x5		26.011		3.755		
6x2		11.631		3.731		
POSICIÓN DE CARA						
T		7.148		3.073		
R		32.747		3.046		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 38. Análisis de varianza para alabeo en madera en estado moldurado.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	15.346	15.271	7.636	4.23	0.016*
TROZA	1	0.808	0.933	0.933	0.52	0.473
P CARA	1	6.594	6.713	6.713	3.72	0.055*
DISTANC*TROZA	2	1.228	1.167	0.583	0.32	0.724
DISTANC*P CARA	2	0.507	0.535	0.268	0.15	0.862
TROZA*P CARA	1	4.292	4.299	4.299	2.38	0.124
DISTANC*TROZA*P CARA	2	1.737	1.737	0.869	0.48	0.619
Error	224	404.483	404.483	1.806		
Total	235	434.996				
DISTANC						
			Promedio	Desv Est		
3.5x3.5			2.005	0.1533		
5x5			2.591	0.1512		
6x2			2.111	0.1502		
P CARA						
T			2.067	0.1243		
R			2.404	0.1232		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 39. Análisis de varianza para encorvadura en madera en estado moldurado.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	2.499	2.768	1.384	0.28	0.759
TROZA	1	11.790	10.505	10.505	2.09	0.149
P CARA	1	102.570	102.872	102.872	20.50	0.000*
DISTANC*TROZA	2	0.575	0.579	0.289	0.06	0.944
DISTANC*P CARA	2	12.259	12.036	6.018	1.20	0.303
TROZA*P CARA	1	26.659	26.436	26.436	5.27	0.023*
DISTANC*TROZA*P CARA	2	1.752	1.752	0.876	0.17	0.840
Error	224	1123.876	1123.876	5.017		
Total	235	1281.981				
POSICIÓN DE CARA						
			Promedio (mm)	Desv Est (mm)		
T			1.561	0.2072		
R			2.882	0.2054		
TROZA*P CARA						
A	T		1.685	0.2892		
A	R		2.336	0.2917		
B	T		1.437	0.2970		
B	R		3.428	0.2892		

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 40. Análisis de varianza para arqueadura en madera en estado moldurado.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	9.713	9.561	4.781	1.18	0.310
TROZA	1	2.114	2.134	2.134	0.53	0.469
P CARA	1	0.448	0.443	0.443	0.11	0.742
DISTANC*TROZA	2	11.912	11.745	5.873	1.45	0.238
DISTANC*P CARA	2	0.353	0.368	0.184	0.05	0.956
TROZA*P CARA	1	3.580	3.674	3.674	0.90	0.343
DISTANC*TROZA*P CARA	2	2.288	2.288	1.144	0.28	0.755
Error	224	910.231	910.231	4.064		
Total	235	940.639				

ANEXO 41. Análisis de varianza para el número de grietas en madera en estado moldurado.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	61.340	62.236	31.118	3.33	0.037*
TROZA	1	214.573	209.762	209.762	22.460	0.000*
P CARA	1	214.869	212.044	212.044	22.7	0.000*
DISTANC*TROZA	2	4.332	4.510	2.255	0.24	0.786
DISTANC*P CARA	2	6.917	7.090	3.545	0.38	0.685
TROZA*P CARA	1	6.104	6.265	6.265	0.67	0.414
DISTANC*TROZA*P CARA	2	12.538	12.538	6.269	0.67	0.512
Error	224	2091.853	2091.853	9.339		
Total	235	2612.525				
DISTANCIAMIENTO (m)						
		Promedio (#)		Desv Est (#)		
3.5x3.5		3.2713		0.3486		
5x5		3.7678		0.3439		
6x2		2.5250		0.3417		
TROZA						
A		2.2447		0.2802		
B		4.1313		0.2827		
P CARA						
T		2.2396		0.2827		
R		4.1364		0.2802		

*p < 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 42. Análisis de varianza para la longitud de grieta más larga en madera en estado moldurado.

	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
DISTANC	2	87	76	38	0.04	0.965
TROZA	1	1729	1384	1384	1.29	0.258
P PIEZA	1	52827	52992	52992	49.27	0.000*
DISTANC*TROZA	2	522	536	268	0.25	0.780
DISTANC*P PIEZA	2	1636	1593	796	0.74	0.478
TROZA*P PIEZA	1	3752	3708	3708	3.45	0.065
DISTANC*TROZA*P PIEZA	2	1169	1169	584	0.54	0.582
Error	224	240904	240904	1075		
Total	235	302627				

POS PIEZA	Promedio (cm)	Desv Est (cm)
T	7.859	3.034
R	37.844	3.007

*p< 0.05 presenta diferencia significativa

ANEXO 43. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
3.5x3.5	79	2.283	1.890	(-----*-----)
5x5	79	4.003	3.627	(-----*-----)
6x2	80	2.262	2.328	(-----*-----)
Desv Est total = 2.715 2.40 3.20 4.00				

ANEXO 44. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la encorvadura de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Mean	Desv Est	
T	118	1.277	2.226	(-----*-----)
R	120	2.439	2.777	(-----*-----)
Desv Est total = 2.519 1.20 1.80 2.40				

ANEXO 45. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en la arqueadura de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
3.5x3.5	79	6.185	4.855	(-----*-----)
5x5	79	6.793	5.711	(-----*-----)
6x2	80	4.155	3.192	(-----*-----)
Desv Est total = 4.698 4.5 6.0 7.5				

ANEXO 46. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la arqueadura de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
A	120	4.916	4.511	(-----*-----)
B	118	6.507	4.995	(-----*-----)
Desv Est total = 4.757 5.0 6.0 7.0				

ANEXO 47. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Mean	StDev	
A	120	0.842	1.223	(-----*-----)
B	118	1.246	1.473	(-----*-----)
Desv Est total = 1.353 0.75 1.00 1.25				

ANEXO 48. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Mean	StDev	
T	118	0.441	0.930	(----*---)
R	120	1.633	1.466	(----*---)
Desv Est total = 1.230 0.50 1.00 1.50 2.00				

ANEXO 49. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la longitud de grieta más larga de madera en verde.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Mean	StDev	
T	118	5.25	15.17	(-----*-----)
R	120	20.47	32.60	(-----*-----)
Desv Est total = 25.50 7.0 14.0 21.0				

ANEXO 50. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
3.5x3.5	79	1.616	1.281	(-----*-----)
5x5	79	2.371	1.685	(-----*-----)
6x2	80	2.024	1.617	(-----*-----)
Desv Est total = 1.538 1.60 2.00 2.40				

ANEXO 51. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la encorvadura de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
T	118	1.548	1.653	(-----*-----)
R	120	3.365	3.358	(-----*-----)
Desv Est total = 2.653 1.60 2.40 3.20				

ANEXO 52. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en la arqueadura de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
A	120	2.382	2.294	(-----*-----)
B	118	3.056	2.600	(-----*-----)
Desv Est total = 2.451 2.00 2.50 3.00 3.50				

ANEXO 53. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
A	120	1.967	2.916	(-----*-----)
B	118	3.085	3.191	(-----*-----)
Desv Est total = 3.055 2.10 2.80 3.50				

ANEXO 54. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
T	118	1.381	2.164	(----*----)	
R	120	3.642	3.461		(----*----)
Desv Est total = 2.892 1.0 2.0 3.0 4.0					

ANEXO 55. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en la longitud de grieta más larga de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
3.5x3.5	79	22.39	37.09	(-----*-----)	
5x5	79	26.26	32.27	(-----*-----)	
6x2	80	11.63	36.37	(-----*-----)	
Desv Est total = 35.31 10 20 30					

ANEXO 56. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la longitud de grieta más larga de madera en estado seco.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
T	118	7.15	19.51	(----*----)	
R	120	32.75	42.86		(----*----)
Desv Est total = 33.39 12 24 36					

ANEXO 57. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el alabeo de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
3.5x3.5	77	2.012	1.158	(-----*-----)	
5x5	79	2.596	1.505		(-----*-----)
6x2	80	2.111	1.336	(-----*-----)	
Desv Est total = 1.342 1.75 2.10 2.45 2.80					

ANEXO 58. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el alabeo de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
T	117	2.073	1.376	(-----*-----)	
R	119	2.407	1.330		(-----*-----)
Desv Est total = 1.353 2.00 2.25 2.50					

ANEXO 59. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la encorvadura de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
T	117	1.562	1.288	(-----*-----)	
R	119	2.887	2.891		(-----*-----)
Desv Est total = 2.244 1.20 1.80 2.40 3.00					

ANEXO 60. Prueba de Tukey para el factor distanciamiento en el número de grietas de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv	
3.5x3.5	77	3.260	3.596	(-----*-----)
5x5	79	3.759	3.553	(-----*-----)
6x2	80	2.525	2.719	(-----*-----)
Desv Est total = 3.309 2.40 3.20 4.00				

ANEXO 61. Prueba de Tukey para el factor posición de troza en el número de grietas de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
A	119	2.235	3.121	(----*-----)
B	117	4.137	3.282	(----*-----)
Desv Est total = 3.202 2.0 3.0 4.0 5.0				

ANEXO 62. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en el número de grietas de madera en estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
T	117	2.197	2.717	(-----*-----)
R	119	4.143	3.604	(-----*-----)
Desv Est total = 3.195 2.0 3.0 4.0 5.0				

ANEXO 63. Prueba de Tukey para el factor posición de pieza en la troza en la longitud de grieta más larga de en madera estado moldurado.

Individual 95% CIs para la media				
Basado en Desv Est total				
Nivel	N	Media	Desv Est	
T	117	7.87	17.67	(----*----)
R	119	37.88	42.51	(----*----)
Desv Est total = 32.65 12 24 36				

ANEXO 64. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para el alabeo en los tres estados de la madera aserrada.

	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	89.93	44.96	10.98	0.000
Error	709	2904.62	4.10		
Total	711	2994.55			
Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
Alabeo Verde	238	2.847	2.825		(-----*-----)
Alabeo Seco	238	2.004	1.563		(-----*-----)
Alabeo Mold	236	2.241	1.361		(-----*-----)
-----+-----+-----+-----					
Desv Est total =	2.024			2.00	2.40 2.80

ANEXO 65. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la encorvadura en los tres estados de la madera aserrada.

	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	43.79	21.90	3.29	0.038
Error	709	4717.73	6.65		
Total	711	4761.52			
Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est		
Encorv Verde	238	1.863	2.580		(-----*-----)
Encorv Seco	238	2.464	2.800		(-----*-----)
Encorv Mold	236	2.231	2.336		(-----*-----)
-----+-----+-----+-----					
Desv Est total =	2.580			1.75	2.10 2.45

ANEXO 66. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la arqueadura en los tres estados de la madera aserrada.

	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	1726.2	863.1	77.69	0.000
Error	709	7876.4	11.1		
Total	711	9602.6			
Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est	-----+-----+-----+-----+	
Arq Verde	238	5.704	4.814		(---*--)
Arq Seco	238	2.716	2.469	(---*--)	
Arq Mold	236	2.160	2.001	(---*--)	
				-----+-----+-----+-----+	
Desv Est total =	3.333			2.4	3.6 4.8 6.0

ANEXO 67. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para el número de grietas en los tres estados de la madera aserrada.

	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	567.98	283.99	37.77	0.000
Error	709	5331.50	7.52		
Total	711	5899.48			
Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est	--+-----+-----+-----+----	
Grietas Verde	238	1.042	1.365	(---*---)	
Grietas Seco	238	2.521	3.100		(----*---)
Grietas Mold	236	3.178	3.334		(----*---)
				--+-----+-----+-----+----	
Desv Est total =	2.742			0.80	1.60 2.40 3.20

ANEXO 68. Análisis de varianza y Prueba de Tukey para la longitud de la grieta más larga en los tres estados de la madera aserrada.

	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	12740	6370	5.85	0.003
Error	709	772003	1089		
Total	711	784743			
Individual 95% CIs para la media					
Basado en Desv Est total					
Nivel	N	Media	Desv Est	---+-----+-----+-----+---	
Longitud Verde	238	12.92	26.56	(-----*-----)	
Longitud Seco	238	20.06	35.71	(-----*-----)	
Longitud Mold	236	23.00	35.89	(-----*-----)	
---+-----+-----+-----+---					
Desv Est total =	33.00			10.0	15.0 20.0 25.0

ANEXO 69. Análisis de regresión para alabeo en verde, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste.

Paso	1	2	3	4	5	6	7
Constante	1.08	2.36	2.83	3.44	-3.65	-5.82	-9.85
Arbol	0.22	0.24	0.27	0.28	0.28	0.28	0.31
Valor T	3.78	4.20	4.74	4.98	5.06	4.99	5.41
Grietas							
Cara mayor		-0.63	-0.56	-0.44	-0.32		
Valor T		-3.62	-3.23	-2.51	-1.79		
Long							
Grieta							
Troza							
Cara menor			-0.18	-0.21	-0.25	-0.28	-0.34
Valor T			-2.55	-3.08	-3.52	-4.09	-4.60
Area							
Cuadr							
Copa							
SE				-0.02	-0.03	-0.03	-0.03
Valor T				-2.64	-3.25	-4.04	-3.96
Achatadura					0.08	0.10	0.13
Valor T					2.14	2.78	3.39
Proyección							
De copa							
NE							0.41
Valor T							2.01
S	2.07	1.99	1.95	1.91	1.89	1.90	1.88
R-Sq	8.77	16.18	19.73	23.38	25.73	24.09	26.15

ANEXO 70. Análisis de regresión para alabeo en verde, del distanciamiento de 5x5 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2	3	4	5	6	7
Constante	8.76	6.06	14.50	15.59	5.45	29.52	52.92
Area							
Copa	-0.12	-0.13	-0.11	-0.12	-0.17	-0.23	-0.21
Valor T	-2.79	-2.98	-2.56	-3.00	-4.15	-5.23	-4.97
Grietas							
Cara menor		1.01	0.97	1.88	2.02	2.11	2.63
Valor T		2.37	2.31	3.73	4.23	4.64	5.89
Diámetro							
Cara menor promedio			-0.43	-0.78	-1.38	-1.59	-1.57
Valor T			-2.07	-3.37	-4.74	-5.58	-5.93
Longitud							
Grieta							
Troza							
Cara menor				1.00	1.07	0.97	0.98
Valor T				2.94	3.34	3.17	3.46
Dap							
					0.91	1.30	1.20
Valor T					3.11	4.21	4.21
Achatadura							
						-0.29	-0.49
Valor T						-2.93	-4.52
Proyección de copa							
NO							-1.84
Valor T							-3.53
S	3.55	3.44	3.36	3.20	3.01	2.86	2.65
R-Sq	9.64	16.17	20.94	29.63	38.28	45.20	53.80

ANEXO 71. Análisis de regresión para la arqueadura en verde, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 5x5 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2
Constante	4.17	20.16
Area Cuadrante Copa		
SO	0.08	0.11
Valor T	2.39	3.17
Diámetro Promedio Cara menor		
		-0.88
Valor T		-2.16
S	5.42	5.29
R-Sq	6.99	12.41

ANEXO 72. Análisis de regresión para la arqueadura en verde, del distanciamiento de 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1
Constante	-14.16
Dap	
	0.71
Valor T	2.02
S	3.19
R-Sq	9.66

ANEXO 73. Análisis de regresión para la longitud de grieta más larga en verde, de piezas de posición radial, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1
Constante	6.71
Area Cuadrante Copa	
SO	0.36
Valor T	2.35
S	32.7
R-Sq	4.69

ANEXO 74. Análisis de regresión para alabeo en seco, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1
Constante	1.02
Area de Copa	
Area de Copa	0.11
Valor T	2.16
S	1.45
R-Sq	3.03

ANEXO 75. Análisis de regresión para alabeo en seco, del distanciamiento de 5x5 y 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2	3
Constante	1.66	4.81	4.48
%Rajaduaras			
cara Mayor	0.03	0.03	0.03
Valor T	2.06	2.38	2.29
Diámetro Promedio			
Cara menor		-0.15	-0.18
Valor T		-2.3	-2.7
Proyección			
Copa			
NE			0.29
Valor T			2.00
S	1.65	1.63	1.61
R-Sq	2.69	6.07	8.49

ANEXO 76. Análisis de regresión para arqueadura en seco, de la posición de troza B, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2	3
Constante	0.39	10.11	11.15
Proyección			
Copa			
SO	0.78	0.85	0.81
Valor T	2.88	3.17	3.07
Achatadura			
		-0.11	-0.13
Valor T		-2.02	-2.42
%Rajaduras			
cara menor			0.05
Valor T			2.23
S	2.52	2.49	2.45
R-Sq	6.68	9.89	13.65

ANEXO 77. Análisis de regresión para alabeo moldurado, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 6x2 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2
Constant	2.50	-0.23
Area Cuadr		
Copa NE	-0.01	-0.12
Valor T	-2.31	-3.13
Proyección Copa		
NE		2.04
Valor T		2.81
S	1.24	1.21
R-Sq	3.50	8.44

ANEXO 78. Análisis de regresión para alabeo moldurado, del distanciamiento de 5x5 metros de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1
Constante	3.49
Area Cuadr	
Copa NE	-0.02
Valor T	-2.72
S	1.44
R-Sq	9.21

ANEXO 79. Análisis de regresión para el número de grietas en moldurado, del distanciamiento de 3.5x3.5 y 5x5 metros, de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2
Constante	18.49	23.41
Dap	-0.52	-0.80
Valor T	-2.19	-3.13
Area Cuadr		
Copa SE		0.06
Valor T		2.29
S	3.53	3.35
R-Sq	11.22	22.24

ANEXO 80. Análisis de regresión para la longitud de grieta más larga en moldurado, de la posición de troza B de *Tectona grandis* en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Paso	1	2
Constante	148.9	150.8
Diámetro		
Prom troza		
Cara menor	-5.2	-4.6
Valor T	-2.68	-2.40
Area Cuadr		
Copa		
NO		-0.42
Valor T		-2.01
S	42.0	41.4
R-Sq	6.08	9.40

ANEXO 81. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para el alabeo verde, seco y moldurado.

Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F		
Entre Sujetos							
D	2	147.939114	73.969557	12.34	<.0001		
T	1	9.165265	9.165265	1.53	0.2176		
PP	1	11.554053	11.554053	1.93	0.1665		
D*T	2	35.562008	17.781004	2.97	0.0536		
D*PP	2	4.322264	2.161132	0.36	0.6978		
T*PP	1	0.921318	0.921318	0.15	0.6954		
D*T*PP	2	2.590046	1.295023	0.22	0.8059		
Error	224	1343.012390	5.995591				
						Adj Pr > F	
Factor	DF	Tipe III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F	G - G	H - F
Dentro de							
Sujetos							
tiempo	2	86.615713	43.307856	15.55	<.0001	<.0001	<.0001
tiempo*D	4	55.623870	13.905968	4.99	0.0006	0.0014	0.0011
tiempo*T	2	11.235819	5.617910	2.02	0.1342	0.1424	0.1400
time*PP	2	0.593446	0.296723	0.11	0.8989	0.8652	0.8761
tiempo*D*T	4	12.548044	3.137011	1.13	0.3432	0.3405	0.3415
time*D*PP	4	3.371675	0.842919	0.30	0.8761	0.8444	0.8545
tiempo*T*PP	2	4.338729	2.169364	0.78	0.4594	0.4389	0.4452
tiempo*D*T*PP	4	3.789551	0.947388	0.34	0.8508	0.8178	0.8281
Error(tiempo)	448	1247.372686	2.784314				
Valores Promedio							
Distanc (m)	Troza	Alabeo verde (mm)		Alabeo seco (mm)		Alabeo mold (mm)	
3.5x3.5	A	2.13811184	1.55491447	2.10134868			
3.5x3.5	B	2.29658333	1.62806944	1.90852778			
5x5	A	3.25437500	1.88912500	2.55587500			
5x5	B	4.76250000	2.86167763	2.62522368			
6x2	A	2.42887500	2.00025000	2.23837500			
6x2	B	2.09550000	2.04787500	1.98437500			
Valores Promedio							
Distanc (m)	Alabeo verde (mm)		Alabeo seco (mm)		Alabeo mold (mm)		
3.5x3.5	2.21734759	1.59149196	2.00493823				
5x5	4.00843750	2.37540132	2.59054934				
6x2	2.26218750	2.02406250	2.11137500				

ANEXO 82. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la encorvadura verde, seco y moldurado.

Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F		
Entre Sujetos							
D	2	11.309829	5.654914	0.51	0.6026		
T	1	19.799793	19.799793	1.78	0.1838		
PP	1	389.910685	389.910685	35.00	< .0001		
D*T	2	2.776705	1.388352	0.12	0.8829		
D*PP	2	13.107047	6.553523	0.59	0.5561		
T*PP	1	48.368297	48.368297	4.34	0.0383		
D*T*PP	2	14.647467	7.323734	0.66	0.5192		
Error	224	2495.273497	11.139614				
Adj Pr > F							
Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	G - G	H - F
Dentro de							
Sujetos							
tiempo	2	45.793717	22.896859	7.56	0.0006	0.0008	0.0006
tiempo*D	4	9.776142	2.444036	0.81	0.5211	0.5132	0.5191
tiempo*T	2	7.064353	3.532177	1.17	0.3124	0.3100	0.3118
tiempo*PP	2	14.192172	7.096086	2.34	0.0972	0.1014	0.0983
tiempo*D*T	4	27.376111	6.844028	2.26	0.0619	0.0669	0.0631
tiempo*D*PP	4	2.998823	0.749706	0.25	0.9111	0.8996	0.9083
tiempo*T*PP	2	12.218879	6.109440	2.02	0.1342	0.1379	0.1351
tiempo*D*T*PP	4	9.019568	2.254892	0.74	0.5620	0.5526	0.5596
Error(tiempo)	448	1356.672286	3.028286				
Valores Promedio							
Troza	Posición Pieza	Encorv verde (mm)	Encorv seco (mm)	Encorv mold (mm)			
A	R	1.78026316	3.23064912	2.33625877			
A	T	1.27550000	1.50091667	1.68483333			
B	R	3.04941667	3.44258333	3.42816667			
B	T	1.05362671	1.40516910	1.43728363			

ANEXO 83. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la arqueadura en verde, seco y moldurado.

Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F		
Entre Sujetos							
D	2	199.351737	99.675869	6.91	0.0012		
T	1	122.641546	122.641546	8.50	0.0039		
PP	1	27.476002	27.476002	1.90	0.1690		
D*T	2	6.049594	3.024797	0.21	0.8111		
D*PP	2	6.085105	3.042553	0.21	0.8101		
T*PP	1	1.269281	1.269281	0.09	0.7671		
D*T*PP	2	13.987420	6.993710	0.48	0.6166		
Error	224	3232.838484	14.432315				
Adj Pr > F							
Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	G - G	H - F
Dentro de							
Sujetos							
tiempo	2	1761.562548	880.781274	100.27	<.0001	<.0001	<.0001
tiempo *D	4	143.261079	35.815270	4.08	0.0029	0.0075	0.0065
tiempo *T	2	63.278594	31.639297	3.60	0.0281	0.0414	0.0390
tiempo *PP	2	19.213606	9.606803	1.09	0.3359	0.3210	0.3238
tiempo *D*T	4	20.544351	5.136088	0.58	0.6739	0.6234	0.6323
tiempo *D*PP	4	13.087927	3.271982	0.37	0.8283	0.7705	0.7811
tiempo *T*PP	2	19.188615	9.594307	1.09	0.3364	0.3214	0.3242
tiempo *D*T*PP	4	28.700591	7.175148	0.82	0.5149	0.4840	0.4895
Error(tiempo)	448	3935.230857	8.783997				
Valores Promedio							
Distanciamiento (m)	Arqu verde (mm)		Arqu seco (mm)		Arqu mold (mm)		
3.5x3.5	6.30696455		3.03712646		2.21550804		
5x5	6.80503618		2.78380921		2.37022039		
6x2	4.15487500		2.37118750		1.88987500		
Troza Arqu verde (mm) Arqu seco (mm) Arqu mold (mm)							
A	4.94025877		2.39194079		2.06340351		
B	6.57099172		3.06947466		2.25366545		

ANEXO 84. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para el número de grietas en verde, seco y moldurado.

Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F		
Entre Sujetos							
D	2	88.755503	44.377751	3.31	0.0382		
T	1	220.378373	220.378373	16.45	<.0001		
PP	1	565.973969	565.973969	42.25	<.0001		
D*T	2	7.010179	3.505089	0.26	0.7700		
D*PP	2	0.697472	0.348736	0.03	0.9743		
T*PP	1	0.412386	0.412386	0.03	0.8609		
D*T*PP	2	16.321870	8.160935	0.61	0.5447		
Error	224	3000.946491	13.397083				
Adj Pr > F							
Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	G - G	H - F
Dentro de Sujetos							
tiempo	2	572.171319	286.085659	102.33	<.0001	<.0001	<.0001
tiempo *D	4	16.162843	4.040711	1.45	0.2180	0.2209	0.2183
tiempo *T	2	67.719191	33.859596	12.11	<.0001	<.0001	<.0001
tiempo *PP	2	33.293916	16.646958	5.95	0.0028	0.0034	0.0029
tiempo *D*T	4	1.759022	0.439755	0.16	0.9597	0.9532	0.9590
tiempo *D*PP	4	17.231838	4.307960	1.54	0.1893	0.1928	0.1896
tiempo *T*PP	2	7.078930	3.539465	1.27	0.2829	0.2819	0.2828
tiempo *D*T*PP	4	10.198434	2.549609	0.91	0.4567	0.4521	0.4562
Error(tiempo)	448	1252.441520	2.795628				
Valores Promedio							
Distanciamiento (m)	Grietas verde (#)		Grietas seco (#)		Grietas mold (#)		
3.5x3.5	1.11147661		2.50562865		3.27127193		
5x5	1.19473684		3.02894737		3.76776316		
6x2	0.81250000		2.07500000		2.52500000		
Valores Promedio							
Troza	Grietas verde (#)		Grietas seco (#)		Grietas mold (#)		
A	0.85394737		1.99078947		2.24473684		
B	1.22519493		3.08226121		4.13128655		
Valores Promedio							
Posición pieza	Grietas verde (#)		Grietas seco (#)		Grietas mold (#)		
R	1.64561404		3.66578947		4.13640351		
T	0.43352827		1.40726121		2.23961988		

ANEXO 85. Análisis de varianza para el modelo de mediciones repetidas para la longitud de grieta más larga en verde, seco y moldurado.

Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	Valor F	Pr > F		
Entre Sujetos							
D	2	3954.4091	1977.2046	0.92	0.4011		
T	1	386.1087	386.1087	0.18	0.6725		
PP	1	101622.4436	101622.4436	47.14	<.0001		
D*T	2	1647.9957	823.9979	0.38	0.6828		
D*PP	2	387.5663	193.7832	0.09	0.9141		
T*PP	1	2676.1450	2676.1450	1.24	0.2664		
D*T*PP	2	1937.6561	968.8281	0.45	0.6386		
Error	224	482891.4602	2155.7654				
Adj Pr > F							
Factor	DF	Tipo III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	G - G	H - F
Dentro de Sujetos							
tiempo	2	13165.0951	6582.5475	19.32	<.0001	<.0001	<.0001
tiempo *D	4	5334.3580	1333.5895	3.91	0.0039	0.0046	0.0039
tiempo *T	2	1593.4937	796.7469	2.34	0.0977	0.1006	0.0977
tiempo *PP	2	6137.1131	3068.5565	9.01	0.0001	0.0002	0.0001
tiempo *D*T	4	518.1228	129.5307	0.38	0.8229	0.8131	0.8229
tiempo *D*PP	4	3241.0742	810.2685	2.38	0.0511	0.0545	0.0511
tiempo *T*PP	2	1460.9496	730.4748	2.14	0.1184	0.1212	0.1184
tiempo *D*T*PP	4	364.1607	91.0402	0.27	0.8990	0.8906	0.8990
Error(tiempo)	448	152658.6797	340.7560				
Valores Promedio							
Posición Pieza	Long g verde (cm)		Long g seco (cm)		Long g mold (cm)		
R	20.6275439		33.0907018		37.8444737		
T	4.6555214		7.1262914		7.8591374		
Valores Promedio							
Distanciamiento (m)	Long g verde (cm)		Long g seco (cm)		Long g mold (cm)		
3.5x3.5	11.8449269		22.6828582		22.2658772		
5x5	13.9459211		26.0113816		23.6232895		
6x2	12.1337500		11.6312500		22.6662500		
Valores Promedio							
Distanc (m)	Posición Pieza	Long g verde (cm)		Long g seco (cm)		Long g mold (cm)	
3.5x3.5	R	19.7176316		36.5546053		37.0509211	
3.5x3.5	T	3.9722222		8.8111111		7.4808333	
5x5	R	19.7800000		41.2550000		35.5600000	
5x5	T	8.1118421		10.7677632		11.6865789	
6x2	R	22.3850000		21.4625000		40.9225000	
6x2	T	1.8825000		1.8000000		4.4100000	

ANEXO 86. Volúmenes de trozas de *Tectona grandis* para cada uno de los lotes evaluados en finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Troza #	Cara Mayor			Cara Menor			Largo (m)	Volumen (m ³)
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	Promedio (cm)	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	Promedio (cm)		
1AA	27.00	30.00	28.50	19.50	21.00	20.25	2.50	0.1167
1AB	20.00	21.00	20.50	18.50	19.00	18.75	2.50	0.0756
2AA	33.00	35.00	34.00	23.00	23.50	23.25	2.50	0.1609
2AB	21.50	22.00	21.75	18.50	18.50	18.50	2.50	0.0795
3AA	20.50	22.50	21.50	19.50	22.00	20.75	2.50	0.0876
3AB	18.50	22.50	20.50	17.00	21.00	19.00	2.50	0.0766
4AA	25.00	30.00	27.50	18.50	19.50	19.00	2.50	0.1061
4AB	19.00	21.00	20.00	16.00	20.50	18.25	2.50	0.0718
5AA	26.50	30.00	28.25	19.50	22.00	20.75	2.50	0.1179
5AB	20.00	22.00	21.00	18.50	19.00	18.75	2.50	0.0776
6AA	20.00	21.00	20.50	18.00	18.00	18.00	2.50	0.0728
6AB	29.00	34.00	31.50	21.00	21.50	21.25	2.50	0.1366
7AA	25.00	32.50	28.75	21.00	23.00	22.00	2.50	0.1264
7AB	20.50	22.50	21.50	19.50	22.50	21.00	2.50	0.0887
8AA	29.50	32.50	31.00	23.00	26.00	24.50	2.50	0.1512
8AB	22.50	24.50	23.50	19.00	22.00	20.50	2.50	0.0950
9AA	30.00	32.00	31.00	21.00	22.50	21.75	2.50	0.1366
9AB	20.50	21.00	20.75	18.00	18.50	18.25	2.50	0.0747
10AA	39.00	45.00	42.00	27.50	28.00	27.75	2.50	0.2388
10AB	27.00	27.50	27.25	23.00	24.30	23.65	2.50	0.1272
1BA	29.50	32.00	30.75	22.00	24.00	23.00	2.50	0.1418
1BB	21.50	23.50	22.50	21.00	22.50	21.75	2.50	0.0961
2BA	37.00	38.00	37.50	24.50	24.50	24.50	2.50	0.1887
2BB	23.00	25.00	24.00	21.50	22.50	22.00	2.50	0.1039
3BA	26.50	31.50	29.00	21.50	25.00	23.25	2.50	0.1340
3BB	24.00	24.00	24.00	19.50	20.00	19.75	2.50	0.0940
4BA	29.50	32.00	30.75	21.00	22.50	21.75	2.50	0.1353
4BB	21.00	23.00	22.00	18.50	19.50	19.00	2.50	0.0825
5BA	37.00	39.00	38.00	22.50	23.00	22.75	2.50	0.1812
5BB	21.90	23.00	22.45	20.00	20.50	20.25	2.50	0.0895
6BA	33.00	33.00	33.00	21.00	22.50	21.75	2.50	0.1471
6BB	20.00	22.00	21.00	18.00	18.00	18.00	2.50	0.0747
7BA	27.50	32.00	29.75	21.00	21.50	21.25	2.50	0.1277
7BB	19.50	24.50	22.00	21.00	22.50	21.75	2.50	0.0940
8BA	27.50	28.00	27.75	19.00	20.00	19.50	2.50	0.1096
8BB	18.50	20.50	19.50	16.00	17.50	16.75	2.50	0.0645
9BA	25.50	29.50	27.50	21.00	22.00	21.50	2.50	0.1179
9BB	20.50	22.00	21.25	19.00	19.50	19.25	2.50	0.0805

Continuación del Anexo 86.

Troza #	Cara Mayor			Cara Menor			Largo (m)	Volumen (m ³)
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	Promedio (cm)	d ₁ (cm)	d ₂ (cm)	Promedio (cm)		
10BA	22.00	26.00	24.00	21.00	22.50	21.75	2.50	0.1027
10BB	19.50	22.50	21.00	18.00	21.00	19.50	2.50	0.0805
1CA	28.00	32.00	30.00	23.00	25.00	24.00	2.50	0.1431
1CB	22.50	25.00	23.75	21.00	21.50	21.25	2.50	0.0994
2CA	28.00	31.00	29.50	21.00	23.00	22.00	2.50	0.1302
2CB	21.50	24.00	22.75	19.50	21.00	20.25	2.50	0.0908
3CA	33.00	41.00	37.00	25.50	28.00	26.75	2.50	0.1995
3CB	22.50	26.00	24.25	21.00	21.50	21.25	2.50	0.1016
4CA	28.00	30.00	29.00	23.00	24.00	23.50	2.50	0.1353
4CB	22.50	23.00	22.75	20.00	20.50	20.25	2.50	0.0908
5CA	23.50	35.00	29.25	24.50	25.50	25.00	2.50	0.1445
5CB	23.00	25.00	24.00	19.50	21.50	20.50	2.50	0.0972
6CA	35.00	37.00	36.00	24.00	25.00	24.50	2.50	0.1797
6CB	24.00	25.00	24.50	20.50	24.50	22.50	2.50	0.1084
7CA	28.00	33.00	30.50	22.00	22.50	22.25	2.50	0.1366
7CB	21.00	22.00	21.50	19.50	19.50	19.50	2.50	0.0825
8CA	26.00	29.00	27.50	21.00	23.50	22.25	2.50	0.1215
8CB	22.00	25.00	23.50	20.00	22.50	21.25	2.50	0.0983
9CA	29.00	30.00	29.50	18.00	20.00	19.00	2.50	0.1155
9CB	19.00	23.00	21.00	18.00	18.50	18.25	2.50	0.0756
10CA	34.00	35.00	34.50	20.50	23.00	21.75	2.50	0.1553
10CB	23.00	28.00	25.50	22.50	23.00	22.75	2.50	0.1143
TOTAL								6.8840

ANEXO 87. Volumen de piezas en estado verde sin sanear de madera de *Tectona grandis*, proveniente de finca Garza, MACORI, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

# Piezas	Ancho (cm)	Espesor (mm)	Largo (m)	Volumen (m ³)
236	8.26	27	2.5	1.3150
2	5.72	27	2.5	0.0077
TOTAL				1.3227

ANEXO 88. Volúmenes de madera de *Tectona grandis* después del moldurado y saneado, proveniente del lote 1 (3.5x3.5 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
1	2.09	3.25	19.3	0.0033
2	1.07	3.25	19.3	0.0017
3	2.54	3.25	19.3	0.0040
4	2.23	3.25	19.3	0.0036
5	1.94	3.25	19.3	0.0031
6	2.03	3.25	19.3	0.0032
7	0.50	3.25	19.3	0.0008
8	0.40	3.25	19.3	0.0006
9	1.88	3.25	19.3	0.0030
10	2.37	3.25	19.3	0.0038
11	2.57	3.25	19.3	0.0041
12	1.76	3.25	19.3	0.0028
13	2.37	3.25	19.3	0.0038
14	1.91	3.25	19.3	0.0030
15	0.72	3.25	19.3	0.0011
16	1.88	3.25	19.3	0.0030
17	2.56	3.25	19.3	0.0041
18	2.51	3.25	19.3	0.0040
19	1.90	3.25	19.3	0.0030
20	2.48	3.25	19.3	0.0040
21	1.17	3.25	19.3	0.0019
22	1.16	3.25	19.3	0.0018
23	2.60	3.25	19.3	0.0041
24	2.49	3.25	19.3	0.0040
25	2.23	3.25	19.3	0.0035
26	2.43	3.25	19.3	0.0039
27	2.45	3.25	19.3	0.0039
28	2.55	3.25	19.3	0.0041
29	2.53	3.25	19.3	0.0040
30	0.91	3.25	19.3	0.0014
31	2.53	3.25	19.3	0.0040
32	2.31	3.25	19.3	0.0037
33	0.86	3.25	19.3	0.0014
34	1.43	3.25	19.3	0.0023
35	1.89	3.25	19.3	0.0030
36	1.71	3.25	19.3	0.0027
37	1.37	3.25	19.3	0.0022
38	2.55	3.25	19.3	0.0041
39	2.53	3.25	19.3	0.0040

Continuación del Anexo 88.

Pieza	Largo	Ancho	Espesor	Volumen
#	(m)	(pulg)	(mm)	(m3)
40	2.08	3.25	19.3	0.0033
41	2.44	3.25	19.3	0.0039
42	2.37	3.25	19.3	0.0038
43	1.97	3.25	19.3	0.0031
44	1.71	3.25	19.3	0.0027
45	0.78	3.25	19.3	0.0012
46	2.57	3.25	19.3	0.0041
47	2.50	3.25	19.3	0.0040
48	2.58	3.25	19.3	0.0041
49	2.57	3.25	19.3	0.0041
50	2.50	3.25	19.3	0.0040
51	0.39	3.25	19.3	0.0006
52	0.53	3.25	19.3	0.0008
53	2.12	3.25	19.3	0.0034
54	2.24	3.25	19.3	0.0036
55	2.52	3.25	19.3	0.0040
56	2.51	3.25	19.3	0.0040
57	2.55	3.25	19.3	0.0041
58	2.54	3.25	19.3	0.0041
59	0.35	3.25	19.3	0.0006
60	2.35	3.25	19.3	0.0037
61	2.17	3.25	19.3	0.0034
62	1.63	3.25	19.3	0.0026
63	0.86	3.25	19.3	0.0014
64	2.47	3.25	19.3	0.0039
65	2.56	3.25	19.3	0.0041
66	0.45	3.25	19.3	0.0007
67	1.48	3.25	19.3	0.0024
68	2.55	3.25	19.3	0.0041
69	1.79	3.25	19.3	0.0029
70	2.57	3.25	19.3	0.0041
71	1.03	3.25	19.3	0.0016
72	0.33	3.25	19.3	0.0005
73	0.98	3.25	19.3	0.0016
74	2.01	3.25	19.3	0.0032
75	2.25	3.25	19.3	0.0036
76	2.45	3.25	19.3	0.0039
77	2.51	3.25	19.3	0.0040
78	2.39	3.25	19.3	0.0038
79	2.37	3.25	19.3	0.0038
80	2.59	3.25	19.3	0.0041
81	1.23	3.25	19.3	0.0020
82	0.92	3.25	19.3	0.0015
83	0.79	3.25	19.3	0.0013

Continuación del Anexo 88

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
84	0.49	3.25	19.3	0.0008
85	0.86	3.25	19.3	0.0014
86	2.55	3.25	19.3	0.0041
87	2.60	3.25	19.3	0.0041
88	0.59	3.25	19.3	0.0009
89	1.23	3.25	19.3	0.0020
90	2.49	2.25	19.3	0.0027
91	0.73	2.25	19.3	0.0008
TOTAL				0.2684

ANEXO 89. Volúmenes de madera de *Tectona grandis* después del moldurado y saneado, proveniente del lote 2 (5x5 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
1	0.65	3.25	19.3	0.0010
2	1.10	3.25	19.3	0.0018
3	2.39	3.25	19.3	0.0038
4	2.55	3.25	19.3	0.0041
5	2.37	3.25	19.3	0.0038
6	2.21	3.25	19.3	0.0035
7	2.00	3.25	19.3	0.0032
8	2.59	3.25	19.3	0.0041
9	0.62	3.25	19.3	0.0010
10	1.02	3.25	19.3	0.0016
11	2.43	3.25	19.3	0.0039
12	1.80	3.25	19.3	0.0029
13	0.38	3.25	19.3	0.0006
14	2.15	3.25	19.3	0.0034
15	2.53	3.25	19.3	0.0040
16	2.58	3.25	19.3	0.0041
17	2.20	3.25	19.3	0.0035
18	0.51	3.25	19.3	0.0008
19	0.98	3.25	19.3	0.0016
20	2.03	3.25	19.3	0.0032
21	2.42	3.25	19.3	0.0039
22	2.39	3.25	19.3	0.0038
23	0.33	3.25	19.3	0.0005
24	2.19	3.25	19.3	0.0035

Continuación del anexo 89.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
25	0.85	3.25	19.3	0.0013
26	0.72	3.25	19.3	0.0011
27	0.65	3.25	19.3	0.0010
28	0.34	3.25	19.3	0.0005
29	1.14	3.25	19.3	0.0018
30	2.43	3.25	19.3	0.0039
31	2.59	3.25	19.3	0.0041
32	1.05	3.25	19.3	0.0017
33	1.94	3.25	19.3	0.0031
34	1.89	3.25	19.3	0.0030
35	0.93	3.25	19.3	0.0015
36	1.48	3.25	19.3	0.0024
37	0.42	3.25	19.3	0.0007
38	2.60	3.25	19.3	0.0041
39	2.44	3.25	19.3	0.0039
40	2.42	3.25	19.3	0.0039
41	2.17	3.25	19.3	0.0035
42	2.55	3.25	19.3	0.0041
43	1.87	3.25	19.3	0.0030
44	0.45	3.25	19.3	0.0007
45	1.86	3.25	19.3	0.0030
46	2.23	3.25	19.3	0.0035
47	2.54	3.25	19.3	0.0040
48	2.39	3.25	19.3	0.0038
49	2.00	3.25	19.3	0.0032
50	2.51	3.25	19.3	0.0040
51	2.53	3.25	19.3	0.0040
52	1.09	3.25	19.3	0.0017
53	0.48	3.25	19.3	0.0008
54	0.92	3.25	19.3	0.0015
55	2.59	3.25	19.3	0.0041
56	1.67	3.25	19.3	0.0027
57	1.39	3.25	19.3	0.0022
58	0.59	3.25	19.3	0.0009
59	0.69	3.25	19.3	0.0011
60	0.65	3.25	19.3	0.0010
61	1.11	3.25	19.3	0.0018
62	2.54	3.25	19.3	0.0041
63	2.17	3.25	19.3	0.0035
64	2.07	3.25	19.3	0.0033

Continuación del Anexo 89.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
65	2.27	3.25	19.3	0.0036
66	1.76	3.25	19.3	0.0028
67	2.52	3.25	19.3	0.0040
68	1.76	3.25	19.3	0.0028
69	0.92	3.25	19.3	0.0015
70	0.41	3.25	19.3	0.0006
71	2.32	3.25	19.3	0.0037
72	0.97	3.25	19.3	0.0015
73	2.54	3.25	19.3	0.0041
74	2.41	3.25	19.3	0.0038
75	2.54	3.25	19.3	0.0040
76	1.82	3.25	19.3	0.0029
77	1.79	3.25	19.3	0.0029
78	2.53	3.25	19.3	0.0040
79	2.10	3.25	19.3	0.0033
80	1.50	3.25	19.3	0.0024
81	2.05	3.25	19.3	0.0033
82	2.51	3.25	19.3	0.0040
83	0.33	3.25	19.3	0.0005
84	0.46	3.25	19.3	0.0007
85	1.23	3.25	19.3	0.0020
86	0.43	3.25	19.3	0.0007
87	1.25	3.25	19.3	0.0020
88	0.96	3.25	19.3	0.0015
89	0.61	3.25	19.3	0.0010
90	0.73	3.25	19.3	0.0012
91	1.27	3.25	19.3	0.0020
92	2.28	3.25	19.3	0.0036
93	0.78	3.25	19.3	0.0012
94	1.71	3.25	19.3	0.0027
95	2.52	3.25	19.3	0.0040
TOTAL				0.2494

ANEXO 90. Volúmenes de madera de *Tectona grandis* después del moldurado y saneado, proveniente del lote 3 (6x2 m) de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
1	2.50	3.25	19.3	0.0040
2	2.55	3.25	19.3	0.0041
3	2.30	3.25	19.3	0.0037
4	2.57	3.25	19.3	0.0041
5	2.55	3.25	19.3	0.0041
6	2.19	3.25	19.3	0.0035
7	2.30	3.25	19.3	0.0037
8	1.80	3.25	19.3	0.0029
9	2.34	3.25	19.3	0.0037
10	2.55	3.25	19.3	0.0041
11	2.00	3.25	19.3	0.0032
12	1.37	3.25	19.3	0.0022
13	0.92	3.25	19.3	0.0015
14	2.34	3.25	19.3	0.0037
15	2.45	3.25	19.3	0.0039
16	2.46	3.25	19.3	0.0039
17	2.52	3.25	19.3	0.0040
18	2.91	3.25	19.3	0.0046
19	1.45	3.25	19.3	0.0023
20	0.73	3.25	19.3	0.0012
21	2.51	3.25	19.3	0.0040
22	2.20	3.25	19.3	0.0035
23	0.63	3.25	19.3	0.0010
24	0.85	3.25	19.3	0.0014
25	2.58	3.25	19.3	0.0041
26	2.58	3.25	19.3	0.0041
27	2.39	3.25	19.3	0.0038
28	1.00	3.25	19.3	0.0016
29	1.42	3.25	19.3	0.0023
30	0.37	3.25	19.3	0.0006
31	1.23	3.25	19.3	0.0020
32	0.42	3.25	19.3	0.0007
33	0.46	3.25	19.3	0.0007
34	0.37	3.25	19.3	0.0006
35	2.35	3.25	19.3	0.0037
36	2.12	3.25	19.3	0.0034
37	2.44	3.25	19.3	0.0039
38	2.17	3.25	19.3	0.0035

Continuación del Anexo 90.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
39	0.32	3.25	19.3	0.0005
40	1.93	3.25	19.3	0.0031
41	1.00	3.25	19.3	0.0016
42	2.51	3.25	19.3	0.0040
43	2.31	3.25	19.3	0.0037
44	1.93	3.25	19.3	0.0031
45	1.42	3.25	19.3	0.0023
46	0.55	3.25	19.3	0.0009
47	0.44	3.25	19.3	0.0007
48	1.67	3.25	19.3	0.0027
49	2.24	3.25	19.3	0.0036
50	0.68	3.25	19.3	0.0011
51	1.50	3.25	19.3	0.0024
52	2.12	3.25	19.3	0.0034
53	1.06	3.25	19.3	0.0017
54	0.36	3.25	19.3	0.0006
55	2.59	3.25	19.3	0.0041
56	1.57	3.25	19.3	0.0025
57	2.46	3.25	19.3	0.0039
58	2.29	3.25	19.3	0.0036
59	2.54	3.25	19.3	0.0041
60	2.55	3.25	19.3	0.0041
61	0.36	3.25	19.3	0.0006
62	0.58	3.25	19.3	0.0009
63	2.56	3.25	19.3	0.0041
64	2.09	3.25	19.3	0.0033
65	2.52	3.25	19.3	0.0040
66	2.39	3.25	19.3	0.0038
67	2.38	3.25	19.3	0.0038
68	2.15	3.25	19.3	0.0034
69	2.59	3.25	19.3	0.0041
70	2.54	3.25	19.3	0.0040
71	2.54	3.25	19.3	0.0040
72	2.46	3.25	19.3	0.0039
73	0.42	3.25	19.3	0.0007
74	0.73	3.25	19.3	0.0012
75	2.51	3.25	19.3	0.0040
76	1.94	3.25	19.3	0.0031
77	2.57	3.25	19.3	0.0041
78	2.38	3.25	19.3	0.0038

Continuación del Anexo 90

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
79	2.53	3.25	19.3	0.0040
80	2.29	3.25	19.3	0.0036
.81	2.55	3.25	19.3	0.0041
82	2.37	3.25	19.3	0.0038
83	2.51	3.25	19.3	0.0040
84	1.47	3.25	19.3	0.0023
85	1.58	3.25	19.3	0.0025
86	2.56	3.25	19.3	0.0041
87	2.45	3.25	19.3	0.0039
88	1.71	3.25	19.3	0.0027
89	0.61	3.25	19.3	0.0010
90	0.36	3.25	19.3	0.0006
91	2.46	3.25	19.3	0.0039
92	2.18	3.25	19.3	0.0035
93	2.49	3.25	19.3	0.0040
94	2.45	3.25	19.3	0.0039
TOTAL				0.2791

ANEXO 91. Volúmenes de piezas de madera de *Tectona grandis* sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	espesor (mm)	Volumen (m3)
1	1.86	4.75	19.3	0.0043
2	1.56	4.75	19.3	0.0036
3	2.33	4.75	19.3	0.0054
4	2.30	4.75	19.3	0.0053
5	1.83	4.75	19.3	0.0043
6	2.49	4.75	19.3	0.0058
7	2.19	4.75	19.3	0.0051
8	1.81	4.75	19.3	0.0042
9	2.38	4.75	19.3	0.0055
10	2.49	4.75	19.3	0.0058
11	1.46	4.75	19.3	0.0034
12	2.00	4.75	19.3	0.0047
13	2.43	4.75	19.3	0.0057
14	2.50	4.75	19.3	0.0058
15	0.63	4.75	19.3	0.0015
16	0.77	4.75	19.3	0.0018

Continuación del Anexo 91

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	espesor (mm)	Volumen (m3)
17	2.33	4.75	19.3	0.0054
18	1.89	4.75	19.3	0.0044
19	2.15	4.75	19.3	0.0050
20	2.03	4.75	19.3	0.0047
TOTAL				0.0917

ANEXO 92. Volúmenes de piezas de madera de *Tectona grandis* sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
1	0.48	3.25	19.3	0.0008
2	0.59	3.25	19.3	0.0009
3	0.65	3.25	19.3	0.0010
4	0.89	3.25	19.3	0.0014
5	1.24	3.25	19.3	0.0020
6	2.02	3.25	19.3	0.0032
7	0.97	3.25	19.3	0.0015
8	1.24	3.25	19.3	0.0020
9	1.01	3.25	19.3	0.0016
10	0.84	3.25	19.3	0.0013
11	0.97	3.25	19.3	0.0016
12	2.56	3.25	19.3	0.0041
13	1.69	3.25	19.3	0.0027
14	1.50	3.25	19.3	0.0024
15	1.82	3.25	19.3	0.0029
16	0.92	3.25	19.3	0.0015
17	2.59	3.25	19.3	0.0041
18	1.06	3.25	19.3	0.0017
19	0.43	3.25	19.3	0.0007
20	1.05	3.25	19.3	0.0017
21	1.50	3.25	19.3	0.0024
22	0.98	3.25	19.3	0.0016
23	0.37	3.25	19.3	0.0006
24	0.95	3.25	19.3	0.0015
25	2.60	3.25	19.3	0.0041
26	2.56	3.25	19.3	0.0041
27	2.43	3.25	19.3	0.0039

Continuación del Anexo 92

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m³)
28	1.03	3.25	19.3	0.0016
29	2.60	3.25	19.3	0.0041
30	1.05	3.25	19.3	0.0017
31	2.41	3.25	19.3	0.0038
32	2.02	3.25	19.3	0.0032
33	2.51	3.25	19.3	0.0040
34	2.52	3.25	19.3	0.0040
35	2.58	3.25	19.3	0.0041
36	2.23	3.25	19.3	0.0035
37	2.22	3.25	19.3	0.0035
38	2.23	3.25	19.3	0.0035
39	1.78	3.25	19.3	0.0028
40	1.07	3.25	19.3	0.0017
41	1.07	3.25	19.3	0.0017
42	1.68	3.25	19.3	0.0027
43	2.22	3.25	19.3	0.0035
44	0.51	3.25	19.3	0.0008
45	1.06	3.25	19.3	0.0017
46	1.89	3.25	19.3	0.0030
47	2.54	3.25	19.3	0.0040
48	2.13	3.25	19.3	0.0034
49	1.79	3.25	19.3	0.0029
50	2.03	3.25	19.3	0.0032
51	2.54	3.25	19.3	0.0040
52	2.28	3.25	19.3	0.0036
53	2.55	3.25	19.3	0.0041
54	2.46	3.25	19.3	0.0039
55	2.52	3.25	19.3	0.0040
TOTAL				0.1456

ANEXO 93. Volúmenes de piezas de madera de *Tectona grandis* sobrante después del moldurado y saneado, proveniente de finca Garza, Garza, Nosara, Guanacaste. 2001.

Pieza #	Largo (m)	Ancho (pulg)	Espesor (mm)	Volumen (m3)
1	1.12	2.25	19.3	0.0012
2	2.10	2.25	19.3	0.0023
3	1.59	2.25	19.3	0.0018
4	1.34	2.25	19.3	0.0015
5	1.22	2.25	19.3	0.0013
6	1.36	2.25	19.3	0.0015
7	1.04	2.25	19.3	0.0011
8	1.28	2.25	19.3	0.0014
9	0.88	2.25	19.3	0.0010
10	1.63	2.25	19.3	0.0018
11	1.44	2.25	19.3	0.0016
12	2.08	2.25	19.3	0.0023
13	2.36	2.25	19.3	0.0026
14	1.16	2.25	19.3	0.0013
15	1.45	2.25	19.3	0.0016
16	1.92	2.25	19.3	0.0021
17	1.24	2.25	19.3	0.0014
18	0.61	2.25	19.3	0.0007
19	1.48	2.25	19.3	0.0016
20	2.36	2.25	19.3	0.0026
21	1.81	2.25	19.3	0.0020
22	1.93	2.25	19.3	0.0021
23	2.20	2.25	19.3	0.0024
24	1.96	2.25	19.3	0.0022
25	2.22	2.25	19.3	0.0024
26	1.91	2.25	19.3	0.0021
27	0.70	2.25	19.3	0.0008
28	0.47	2.25	19.3	0.0005
29	2.05	2.25	19.3	0.0023
30	1.48	2.25	19.3	0.0016
31	2.20	2.25	19.3	0.0024
32	2.57	2.25	19.3	0.0028
33	2.55	2.25	19.3	0.0028
TOTAL				0.0593