

**Propiedades mecánicas de la madera  
de Matiliguate (*Tabebuia Rosea*)  
proveniente de plantaciones jóvenes,  
e implicaciones para su uso industrial  
en Guatemala**

*Eddi Alejandro Vanegas Chacón\**  
*Boris Augusto Méndez Paiz\**

FACULTAD DE  
**AGRONOMÍA**  
USAC

---

\* Profesores investigadores de la Facultad de Agronomía de la USAC.

## Resumen

En este estudio se evaluaron propiedades mecánicas de la madera de Matilisguate proveniente de plantaciones forestales jóvenes (8 años las de mayor edad), establecidos en el marco del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), tanto en la región norte (departamentos de Alta y Baja Verapaz e Izabal) como en la región sur (departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y San Marcos) de Guatemala. La madera se acondicionó a 12% de humedad y los ensayos mecánicos de compresión y tensión paralela a la fibra, corte y clivaje se realizaron de acuerdo a las normas de carácter internacional de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), norma D-143-83, denominada "Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos". La madera procedente de las plantaciones de Patulul, Suchitepéquez presenta mayores esfuerzos de compresión y tensión paralela a la fibra, valores de 27.38 y 92.38 Mpa, respectivamente, seguida de la madera procedente de El Estor, Izabal. La madera procedente de las plantaciones de Baja Verapaz e Izabal presentan los mayores esfuerzos de corte y clivaje, valores de 9.86 Mpa y 51.10 Kg/mm, respectivamente. Lo que indica una condición bioclimática idealizada de la zona Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido para el desarrollo del Matilisguate, con regímenes de lluvia de 2,000 a 2,500 mm anuales en la parte norte hasta 3,000 a 3,500 mm anuales en la parte sur, temperatura media anual de 25 a 27 °C en ambas partes y evapotranspiración potencial de 1,700 mm en la parte norte hasta 1,800 a 1,900 en la parte sur, con preponderancia de suelos con textura franco a franco arcillosa en ambas partes y altitudes de 0 a 600 msnm.

**Palabras claves:** Matilisguate, *Tabebuia rosea*, propiedades mecánicas de la madera, compresión, tensión, corte y clivaje.

## Abstract

This study evaluated the mechanical properties of wood from young forest plantations Matilisguate (8 years older), established under the Forestry Incentive Program (PINFOR), both in the northern region (departments of Alta, Baja Verapaz and Izabal) and southern (departments of Escuintla, Suchitepéquez, and San Marcos) in Guatemala. The wood was conditioned at 12% moisture and mechanical tests of compression, parallel tension to the fiber, cut and cleavage were performed according to the international standards of the American Society for testing and materials (ASTM) standard D-143-83, entitled "Tests on small clear wood specimens of defects." The wood from plantations of Patulul, Suchitepéquez shows higher compressive stress and parallel tension to the fiber, values of 92.38 and 27.38 MPa, respectively, followed by wood from El Estor, Izabal. Wood from plantations of Baja Verapaz and Izabal have the highest cutting and cleavage, values of 9.86 MPa and 51.10 kg / mm, respectively. What indicates an idealized bioclimatic zone "Warm Subtropical Wet Forest" for the growing of Matilisguate, with rainfall patterns from 2,000 to 2,500 mm annually in the north to 3,000 to 3,500 mm annually in the south, annual average temperature from 25 to 27 ° C on both sides and potential evapotranspiration from 1700 mm in the north to 1,800 - 1,900 in the south, with a preponderance of soils with loam to clay texture on both sides and altitudes from 0 to 600 meters above sea level.

**Keywords:** Matilisguate, *Tabebuia rosea*, wood mechanical properties, compression, tension, cutting and cleavage.

## Introducción

El estudio integral de especies forestales nativas para su establecimiento en plantaciones forestales que garanticen una fácil adaptación a condiciones bioclimáticas propias del país es una alternativa en relación a la plantación de especies exóticas que hoy se cultivan para fines de producción de madera para uso industrial. Esto ha sido por décadas preocupación permanente de muchas organizaciones sectoriales competentes, como parte de una estrategia de desarrollo forestal sostenible, sin embargo, todavía existen vacíos respecto a información base de carácter local que permita consolidar a gran escala plantaciones forestales con especies nativas. La orientación de las fibras que componen la madera da lugar a la anisotropía de su estructura, por lo que a la hora de definir sus propiedades mecánicas hay que distinguir siempre entre la dirección perpendicular y la dirección paralela a la fibra. En este hecho radica la principal diferencia de comportamiento frente a otros materiales utilizados en estructuras como el acero y el hormigón. Las resistencias y módulos de elasticidad en la dirección paralela a la fibra son mucho más elevados que en la dirección perpendicular (Vignote & Martínez, 2006). Actualmente en Guatemala existe poca información publicada acerca de normas y tablas técnicas de propiedades mecánicas de la madera proveniente de plantaciones forestales, no obstante, en otros lugares del mundo donde la madera es muy utilizada estructuralmente, tienen investigaciones más avanzadas en esta área. Uno de los proyectos más innovadores es la búsqueda de técnicas para realizar pruebas no destructivas para estructuras de madera, utilizando ondas sónicas y ultrasónicas, además de métodos de rayos-x y eléctricos (Tanasoiu et al, 2002). Se presenta y discute el resultado de una serie de pruebas de laboratorio cuya finalidad es determinar la compresión, tensión paralela, corte y clivaje de la madera proveniente de plantaciones de Matilisguate, contribuyendo en la caracterización de maderas que ya son usadas en el país con múltiples fines industriales.

Propiedades mecánicas de la madera de Matiliguat ( *Tabebuia Rosea* ) proveniente de plantaciones jóvenes, e implicaciones para su uso industrial en Guatemala

## Metodología

Se colectaron muestras de fustes de árboles provenientes de plantaciones forestales de Matiliguat con edad de 8 años, establecidas como parte del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), administrado por el Instituto Nacional de Bosques (INAB). El Cuadro 1, muestra la condición edáfico-climática de las localidades estudiadas, en la región norte (departamentos de Alta y Baja Verapaz e Izabal) y en la región sur (departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y San Marcos).

**Figura 1.** Condición edáfico-climática de las localidades estudiadas.

Localidad/Departamento	Suelo	Textura	Zona de vida
Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	Alfisol	Arcilloso	Bosque muy húmedo subtropical cálido
Finca la Palma, Baja Verapaz	Entisol	Franco	Bosque pluvial subtropical
El Estor, Izabal	Entisol	Franco arcilloso	Bosque muy húmedo subtropical cálido
Finca Labrador, Escuintla	Mollisol	Franco arcilloso	Bosque muy húmedo subtropical cálido
El Horizonte, Patulul, Suchitepequez	Andisol	Franco	Bosque muy húmedo subtropical cálido
Westrade, Tecún Umán, San Marco	Entisol	Arcilloso	Bosque muy húmedo subtropical cálido

FUENTE: (Vanegas, E. A. & Méndez, B.A. , 2011).

La muestra de fustes posee longitud de 1.60 m, se colectó en árboles dominantes respetando una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo. Posterior al corte se aplicó pintura de aceite en las extremidades como mecanismo de preservación de la humedad. Las muestras fueron secadas al aire libre hasta alcanzar un valor promedio de humedad del 12%. Posteriormente se realizaron las probetas con dimensiones específicas para cada prueba, según la normativa de carácter internacional de la Sociedad Americana de

Pruebas y Materiales (ASTM, 1983) denominada “Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos”, en el laboratorio de Resistencia de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Finalmente la información fue interpretada y sistematizada.

## Resultados

La resistencia a la compresión es la facilidad con que la madera es comprimida al aplicarle un esfuerzo, el cual puede darse en dos direcciones, paralela y perpendicular al grano, siendo máxima la resistencia para la dirección paralela y mínima para la perpendicular. El Cuadro 1, muestra los resultados del análisis de compresión.

**Cuadro 1.** Compresión paralela a la fibra.

Procedencia	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo	
			Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
Fray Bartolomé, Alta Verapaz	6070	26.64	227.86	22.34
Finca La Palma, Baja Verapaz	6230	25.76	241.85	23.72
El Estor, Izabal	6650	25.75	258.25	25.33
Finca Labrador, Escuintla	6150	25.89	237.54	23.30
El Horizonte, Patulul, Suchitepéquez	7080	25.36	279.18	27.38

Fuente: (Vanegas, E. A. & Méndez, B.A., 2011).

Como puede observarse la madera proveniente de las localidades de Patulul, Suchitepéquez y El Estor, Izabal requieren de un mayor esfuerzo para poder comprimirse, 27.38 y 25.33 Mpa, en relación a las otras muestras que requieren esfuerzos de H” 23 Mpa. Este valor es relativamente bajo para el reportado por CONAFOR 2008 (41-63 Mpa), sin embargo es muy semejante al reportado por Bustamante et al., 2008

Propiedades mecánicas de la madera de Matiliguat ( *Tabebuia Rosea*) proveniente de plantaciones jóvenes, e implicaciones para su uso industrial en Guatemala

(26.04 Mpa, como promedio de 15 muestras procedentes de diferentes localidades).

La resistencia a la tensión, mediante la aplicación de fuerzas en igual y/o dirección opuesta, hacia fuera de la pieza en estudio, será muy pequeña si los esfuerzos son perpendiculares a las fibras, pero si se aplican paralelos a éstas se observa una gran resistencia. El Cuadro 2, presenta los resultados del análisis de las pruebas de tensión paralela a la fibra.

**Cuadro 2.** Tensión paralela a la fibra.

Procedencia	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo	
			Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
Fray Bartolomé, Alta Verapaz	320	0.675	474.07	46.49
Finca La Palma, Baja Verapaz	475	0.675	703.70	69.00
El Estor, Izabal	475	0.625	760.00	74.53
Finca Labrador, Escuintla	450	0.780	576.92	56.58
El Horizonte, Patulul, Suchitepéquez	650	0.690	942.03	92.38
Westrade, Tecún Umán, San Marcos	480	0.632	759.49	74.48

Fuente: (Vanegas, E. A. & Méndez, B.A., 2011).

Los mayores esfuerzos de tensión son para los materiales procedentes de las localidades Patulul, Suchitepéquez (92.38 Mpa), Westrade, Tecún Umán y el Estor, Izabal (ambos con valor H<sup>o</sup> 74.5 Mpa). El menor esfuerzo es para el material de Fray Bartolomé de las Casas (46.49 Mpa). Estos valores están dentro del rango establecido por CONAFOR, 2008 (86-110 Mpa) y superior al promedio presentado por Bustamante et al., 2008 (52.00 Mpa).

La resistencia al corte es la capacidad de la madera de resistir una carga que tiende a seccionarla por un plano normal al eje longitudinal. En general,

si el esfuerzo se aplica en la dirección normal a las fibras, la resistencia será alta. El Cuadro 3, muestra la resistencia al corte.

**Cuadro 3.** Ensayo de corte.

Área mm		Procedencia	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo	
Ancho	Alto				Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
50.91	49.73	Fray Bartolomé, Alta Verapaz	1900	25.32	75.04	7.36
50.71	49.12	Finca la Palma, Baja Verapaz	2505	24.91	100.56	9.86
50.41	48.93	El Estor, Izabal	1925	24.67	78.03	7.65
50.49	49.47	Finca Labrador, Escuintla	1700	24.98	68.05	6.67
49.92	49.37	El Horizonte, Patulul, Suchitepéquez	1430	24.65	58.01	5.69
51.01	48.11	Westrade, Tecún Umán, San Marcos	1350	24.54	55.01	5.39

Fuente: (Vanegas, E. A. & Méndez, B.A., 2011).

Se observa mayor esfuerzo de corte para las muestras procedentes de Baja Verapaz (9.86 Mpa), Alta Verapaz y El Estor, Izabal (~ 7.4 Mpa). Estos valores están entre los rangos reportados por CONAFOR, 2008 y Bustamante et al., 2008, valores de 8 a 13 Mpa.

El Clivaje, también llamado hendibilidad, es la resistencia que presenta la madera a rajarse al introducirle un clavo, es decir, la resistencia de las fibras a separarse en sentido longitudinal. En general, las maderas húmedas aceptan mejor el clavado que las secas, y las blandas que las duras.

Propiedades mecánicas de la madera de Matiliguatate (*Tabebuia Rosea*) proveniente de plantaciones jóvenes, e implicaciones para su uso industrial en Guatemala

**Cuadro 4.** Clivaje para la madera de Palo Blanco y Matiliguatate, por localidad de muestreo.

Procedencia	Ancho mm	Carga kg	Esfuerzo
			Kg/mm
Fray Bartolomé, Alta Verapaz	50.52	225	44.54
Finca La Palma, Baja Verapaz	50.77	250	49.24
El Estor, Izabal	50.88	260	51.10
El Horizonte, Patulul, Suchitepequez	50.51	200	39.60
Westrade, Tecún Umán, San Marcos	50.54	225	44.52

Fuente: (Vanegas, E. A. & Méndez, B.A., 2011).

Los mayores esfuerzos de clivaje son para los materiales procedentes de las localidades de El Estor, Izabal (51.10 Kg/mm) y los menores para El Horizonte, Patulul, Suchitepequez (39.60 Kg/mm), ver Cuadro 4. Estos resultados a la fecha no pudieron compararse con otra literatura, ya que materiales sobre Matiliguatate, aún son escasos en las bases de datos de revistas científicas, respecto a la temática.

De conformidad con las propiedades mecánicas del Matiliguatate, entre los usos actuales reportados se describen: muebles y gabinetes finos decorativos, revestimientos de interiores, ebanistería, pisos decorativos, chapas desenrolladas y rebanadas, artesanías e instrumentos musicales. Con uso potencial en carpintería de obra, productos moldurados, tableros, marcos de ventanas y puertas (CONAFOR, 2008).

## Conclusiones

La madera procedente de las plantaciones de Patulul, Suchitepéquez presenta mayores esfuerzos de compresión y tensión paralela a la fibra, valores de 27.38 y 92.38 Mpa, respectivamente, seguida de la madera procedente de El Estor, Izabal.

La madera procedente de las plantaciones de Baja Verapaz e Izabal presentan los mayores esfuerzos de corte y clivaje, valores de 9.86 Mpa y 51.10 Kg/mm, respectivamente.

Las pruebas evaluadas indican que la madera de mejor calidad proviene de localidades ubicadas en el Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido tanto en la parte norte como sur del país, con regímenes moderados de precipitación media anual (H<sup>o</sup>2500 a 3000 m), temperaturas media anual (H<sup>o</sup>25 a 27 °C), suelos franco a franco arcillosos y altitud de 0 a 600 msnm.

## Referencias bibliográficas

- ASTM "Standards Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber". In: Annual Book of ASTM Standard. Part I. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, United States. D-143 - 1983.
- Bustamante, A.O., Valdez Ch. R. y Trujillo V. L. 2008. Evaluación del comportamiento de tres maderas estructurales sometidas a compresión, flexión y cortante. Palma (*Cocos Nucifera*), Rosa Morada (*Tabebuia rosea*) y Pino (*Pinus sp.*). Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima, México. XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. Veracruz, México. 21 p.
- CONAFOR. 2008. Fichas Técnicas sobre características tecnológicas y usos de la madera comercializadas en México. Zapotitlán, Jalisco, México. 62 p.
- Tanasoiu V., Micleaa C., Tanasoiua C. (2002), "Nondestructive testing techniques and piezoelectric ultrasonics transducers for wood and built in wooden structures", Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Vol. 4, No. 4, December 2002, p. 949 - 957.
- Vanegas Chacón E.A. & Méndez Paiz, B.A. 2011. Proyecto FODECYT 015-2008. Evaluación del efecto del sitio y aplicaciones de prácticas silviculturales en el crecimiento de rodales y calidad de la madera proveniente de plantaciones de Palo Blanco (*Roseodendron donnel-smithi*) y Matiliguatate (*Tabebuia rosea*) en Guatemala. SENACYT-FAUSAC. 94 p.
- Vignote, S & Martínez, R. 2005. Tecnología de la Madera. Propiedades físico-mecánicas. Madrid, España. Ed. Mundi-Press. 674 p.