

# Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición “verde”

Raymundo Dávalos Sotelo<sup>1</sup>  
Guadalupe M. Bárcenas Pazos<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se creó un sistema de clasificación para las maderas mexicanas libres de defectos en condición verde, tomando como fuente una base de datos creada recientemente. El criterio de clasificación empleado es la densidad relativa. Las propiedades mecánicas consideradas fueron: flexión estática, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, dureza Janka y cortante paralelo a la fibra. Este sistema permite agrupar las maderas en cinco grupos: muy alto, alto, mediano, bajo y muy bajo, mediante una regresión potencial.

### PALABRAS CLAVE:

Clasificación, madera “verde”, México, densidad relativa, propiedades mecánicas.

## INTRODUCCION

Frecuentemente existe la necesidad de comparar entre sí las diferentes maderas mexicanas, con el fin, entre otros, de derivar algún tipo de propuesta de usos. En muchos casos, únicamente se cuenta con información de madera ensayada en condición verde. No existen en la literatura técnica nacional ni internacional, tablas de clasificación que permitan hacer este tipo de segregación de las maderas, con contadas excepciones (SARH, 1982), las cuales no abarcan todas las propiedades de interés para los usuarios, a diferencia del caso de la madera ensayada en condición

## ABSTRACT

A system was created to classify Mexican woods in clear (defect free) green condition taking as input a recently created data base. The classification criterion is specific gravity. The mechanical properties considered were: static bending, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, Janka hardness and shear parallel to grain. This system allows to classify woods in five groups: very high, high, medium, low and very low, through a powerlaw regression.

### KEY WORDS:

Classification, green wood, México, specific gravity, mechanical properties.

seca (contenido de humedad = 12%) (Echenique, *et al.*, 1975).

Existe una base de datos creada a partir de toda la información publicada acerca de las propiedades tecnológicas de las maderas mexicanas, incluyendo las mecánicas (Bárcenas *et al.*, 1998). Esta base sirvió de fuente para elaborar tablas de agrupación.

## OBJETIVOS

El propósito fundamental de este trabajo es generar un sistema de clasificación o agrupación de las maderas

1 Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques. Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 antigua carretera a Coatepec, Xalapa, Ver. 91000  
Manuscrito recibido para su publicación el 18 de Junio de 1998

mexicanas en condición verde, tomando como base el conjunto de la información publicada hasta la fecha. Esta forma de clasificación permitirá hacer comparaciones directas entre especies, que faciliten la toma de decisiones al momento de recomendar usos potenciales.

## DATOS RECABADOS

Se acumularon 156 registros de maderas de especies mexicanas (Bárcenas *et al.*, 1998). Esta información incluye trabajos publicados en revistas periódicas, monografías, tesis profesionales y de posgrado, reportes de investigaciones, memorias de congresos, etc., de todas las especies mexicanas estudiadas hasta la fecha. Se tuvo especial cuidado en verificar que no hubiera duplicaciones en los datos capturados y se revisó el conjunto de registros de manera exhaustiva, para evitar los errores de captura.

Las propiedades mecánicas analizadas fueron: flexión estática (módulo de ruptura y módulo de elasticidad), compresión paralela a la fibra (esfuerzo máximo), compresión perpendicular a la fibra (esfuerzo al límite proporcional), dureza Janka (lateral y extremos) y cortante paralelo a la fibra (esfuerzo máximo), de madera libre de defectos.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y TABLAS DE CLASIFICACION

Para cada propiedad mecánica analizada, se obtuvieron los valores de los parámetros estadísticos usuales: mínimo máximo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, suponiendo una distribución normal. En la Tabla 1 se incluyen los parámetros correspondientes a las diferentes propiedades.

Se hicieron análisis de regresión comparando los cuatro tipos más usuales de ajuste de curvas: lineal, exponencial,

logarítmica y potencial, resultando mejor en casi todos los casos el ajuste con este último, según lo indican los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), incluidos en las figuras 1 a 6. En todos los casos se empleó la densidad relativa ( $\rho_a/vv$ ) como variable independiente. Utilizando estas ecuaciones es posible predecir los valores de las propiedades mecánicas de la madera libre de defectos de especies forestales mexicanas en condición verde.

La selección del punto de separación entre grupos se hizo tomando como base la propuesta hecha por Dávalos (1994), la cual permite que en cada categoría se incluya un número similar de especies, con excepción del grupo de especies de densidad muy baja, las cuales casi no están representadas en la base. Los valores límites de densidad entre los diferentes grupos son 0.3, 0.45, 0.55 y 0.7. En la Tabla 2 se incluyen los valores de las propiedades mecánicas determinados como límites entre las diferentes categorías.

## CONCLUSIONES

Se elaboró una serie de gráficas y tablas para clasificar las propiedades mecánicas más importantes de las maderas mexicanas. Esta forma de agrupación de las especies facilita el uso apropiado de las maderas al permitir una descripción sencilla, apegada a conceptos tradicionales de asignación de las propiedades a uno de cinco grupos. Esta clasificación no se encuentra en ningún trabajo publicado hasta la fecha.

## RECONOCIMIENTOS

La base de datos se concretó con un apoyo de la CONABIO con la clave K-015 y fondos fiscales concurrentes del Instituto de Ecología, A.C., asignados al Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques, clave: 902-13.

## REFERENCIAS

- Bárceñas P., G., R. Dávalos S. y M. Enríquez M. 1998. Banco de características tecnológicas de maderas mexicanas. Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales. Noviembre 25-27, Morelia, Mich.
- Dávalos S., R. 1994. Ayudas de diseño. Cap. 8. Manual de Construcciones de estructuras ligeras de madera. COFAN. México, D.F.-Ottawa, Ont.-Madison, Wis. p:375-418.
- Echenique M., R., J. Barajas M., L. Pinzón P. y V. Pérez M. 1975. Características tecnológicas de la madera de diez especies. Estudio Botánico y Ecológico de la Región del río Uxpanapa, Veracruz, No. 1. INIREB. PNIET. Conacyt. México, D.F. p:62.
- SARH. 1982. Estudio promocional de 43 especies forestales tropicales mexicanas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. SFF, Universidad Edvard Kardelj, Facultad de Biotecnia, Ljubljana, Yugoslavia. p:8.

Tabla 1. Parámetros estadísticos de las propiedades mecánicas de maderas mexicanas en condición verde

VALORES	FLEXION		COMPRESION		CORTANTE	DUREZA	
	Módulo de Ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Paralela	Perpendicular	Paralelo	Lateral (kg)	Extremos (kg)
			Esf. Máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esf. Lím.Prop (kg/cm <sup>2</sup> )	Esf. Máx. (kg/cm <sup>2</sup> )		
Mínimo	224	20,290	109	15	31	98	125
Máximo	1540	187,560	703	201	137	1223	1367
Promedio	697	106,080	331	63	83	438	480
Desv. Est.	285	34,690	135	47	26	255	262
Coef. Var.	30	33	41	75	31	58	55

Tabla 2. Clasificación de características mecánicas de madera mexicanas (libre de defectos) en condición verde

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
<b>FLEXION</b>					
Módulo de Ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	< 290	291 - 500	501 - 650	651 - 900	> 900
Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> ) (*1000)	< 55	56 - 80	81 - 100	100 - 125	> 125
<b>COMPRESION</b>					
PARALELA (E. Máx.)(kg/cm <sup>2</sup> )	< 160	161 - 250	251 - 310	311 - 400	> 400
PERP. (E.Lím. Prop.)(kg/cm <sup>2</sup> )	< 15	16 - 35	36 - 50	51 - 85	> 85
<b>CORTANTE</b>					
Esf. Máx.(kg/cm <sup>2</sup> )	> 45	46 - 65	66 - 85	86 - 110	> 110
<b>DUREZA</b>					
Lateral (kg)	> 130	131 - 275	276 - 400	401 - 620	> 620
Extremos (kg)	< 150	151 - 300	301 - 430	431 - 650	> 650

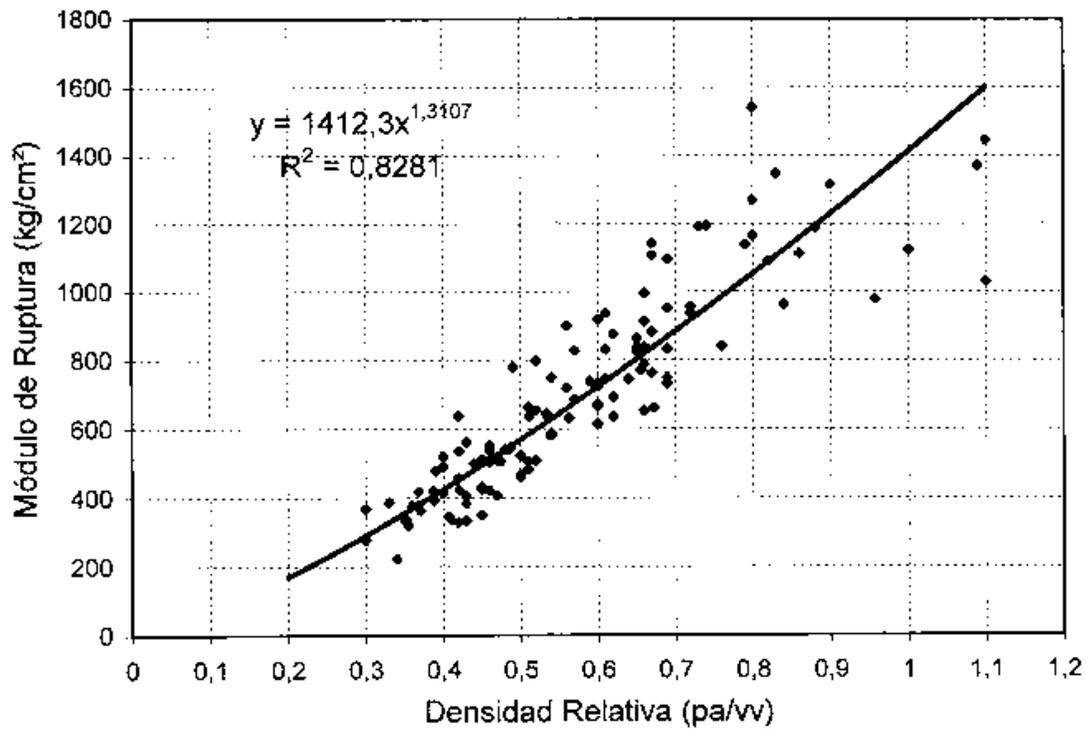


Figura 1. Relación Densidad relativa y Módulo de ruptura para maderas mexicanas

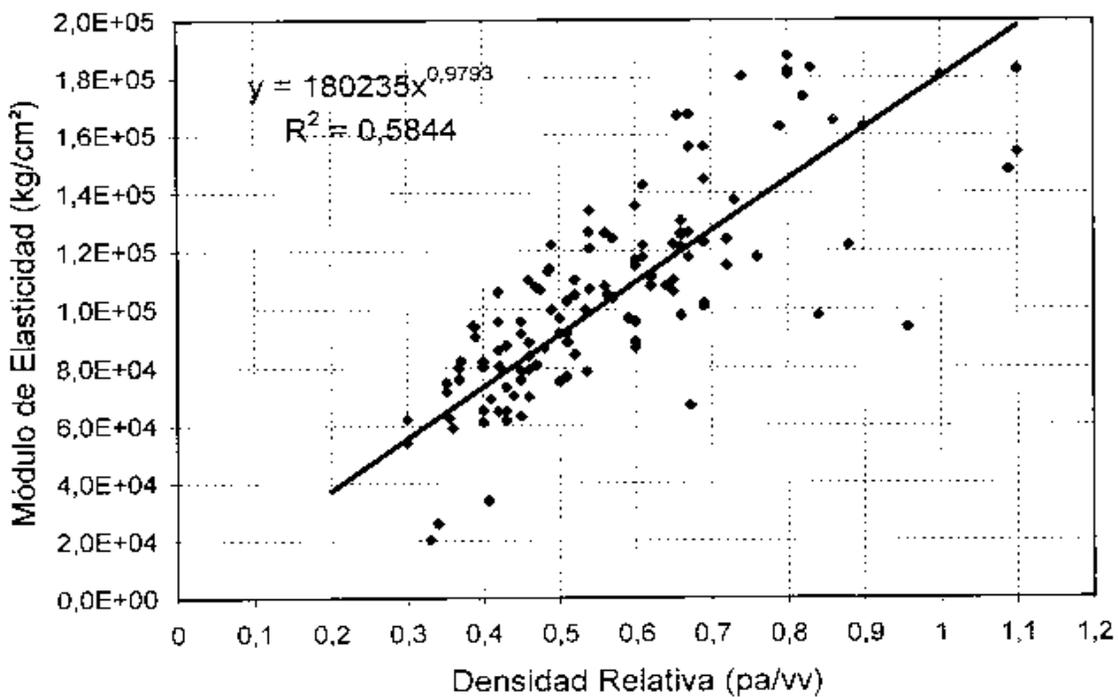


Figura 2. Relación Densidad relativa y Módulo de elasticidad para maderas mexicanas

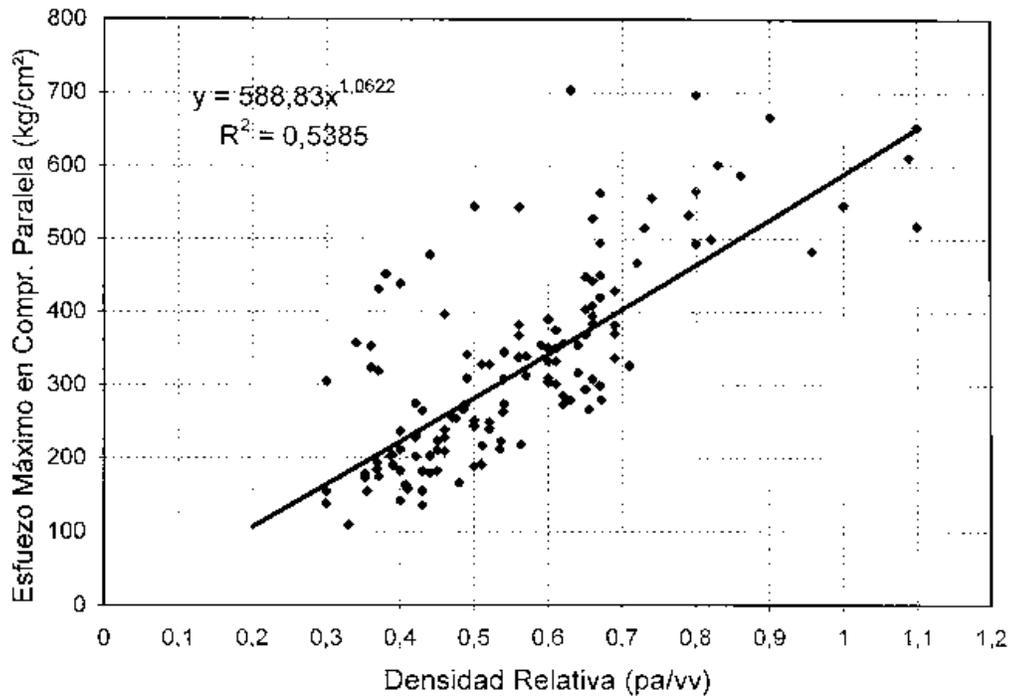


Figura 3. Relación Densidad relativa y Esfuerzo máximo en compresión paralela para maderas mexicanas

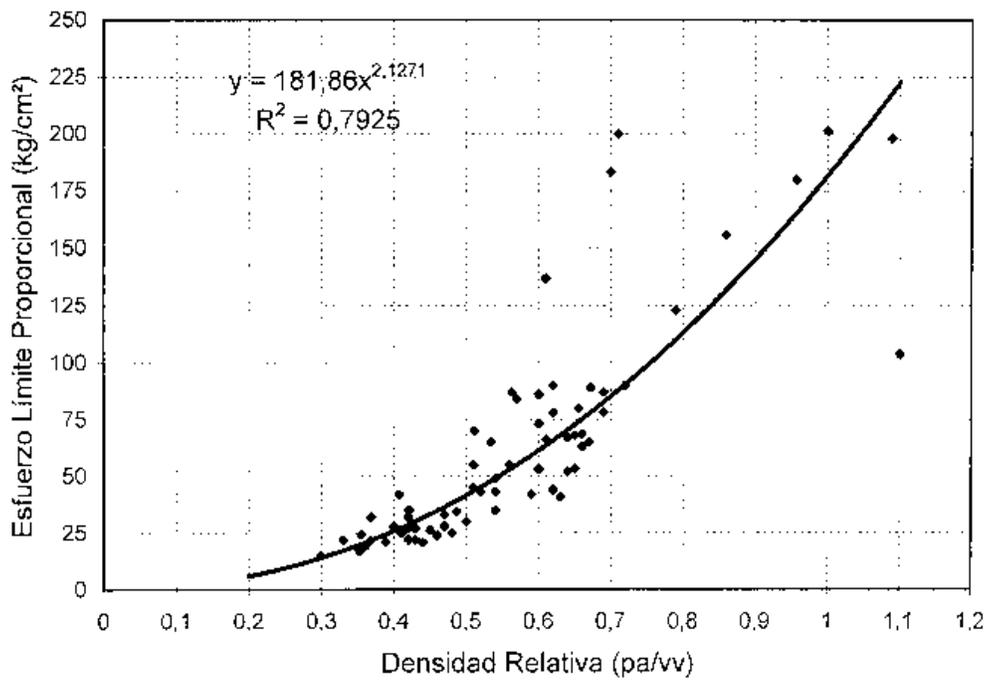


Figura 4. Relación Densidad relativa y Esfuerzo al límite de proporcionalidad en compresión perpendicular para maderas mexicanas

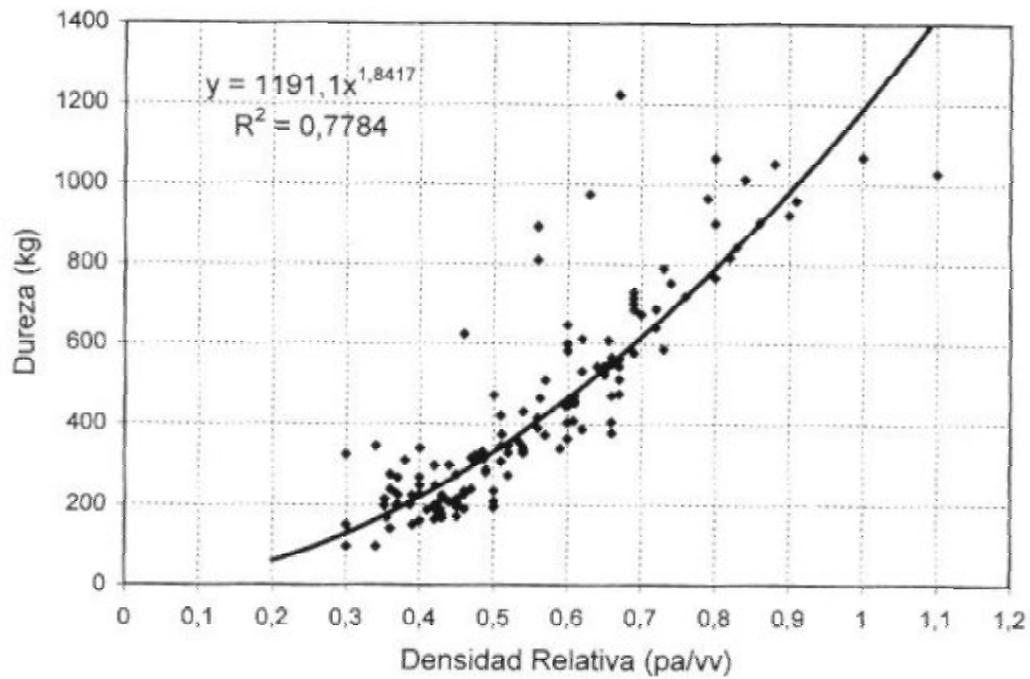


Figura 5. Relación Densidad relativa y dureza para maderas mexicanas

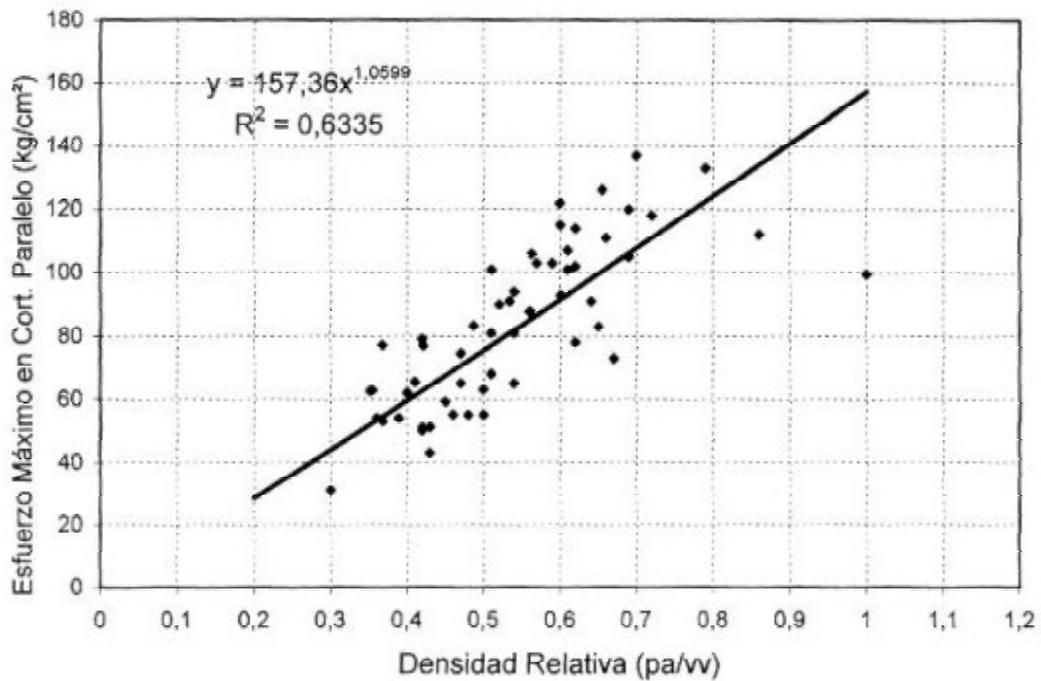


Figura 6. Relación Densidad relativa y Esfuerzo máximo en cortante paralelo para maderas mexicanas