

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA MADERA DE SAC-CHACAH DE CAMPECHE EN DIFERENTES ZONAS DEL ÁRBOL

T. Martínez-Trinidad¹; A. Borja de la Rosa¹; M. A. Ávalos-Rodríguez²

¹Colegio de Postgraduados. Especialidad Forestal. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco C.P. 56230. Montecillo, Estado de México, México. E-mail: tomtz2@yahoo.com

²Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco-. C.P. 56230. Chapingo, Estado de México, México.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad ampliar el conocimiento de las características tecnológicas de la madera de *Dendropanax arboreus* (L.) Planch & Decne. Para lo cual se realizó un estudio anatómico, se determinaron las propiedades físicas, la madera de tensión y los índices de calidad de pulpa para papel, y se calcularon a partir de la densidad las propiedades mecánicas. Se utilizaron muestras de madera de siete alturas y tres zonas de la sección transversal de cinco árboles. Los vasos presentaron placa perforada escaleriforme, longitud de 959.48µ y diámetro de 73.31µ; y las fibras una longitud de 1343.73µ, un diámetro de 27.73µ y un grosor de pared de 4.68µ. La madera presentó densidad básica media (0.44 g·cm⁻³), contracción volumétrica total media (11.17 %), contracciones lineales altas (7.0 T y 4.14 %R), relación de anisotropía baja (1.69), índices de calidad de pulpa para papel buenos y las propiedades mecánicas resultaron de bajas a muy bajas. La madera de tensión se encontró en forma dispersa y aislada. En general, no se presentó una tendencia marcada por parte de las variables analizadas en los diferentes diámetros o alturas estudiadas. En función de los resultados, la madera presenta un amplio espectro de utilización excepto para usos estructurales.

PALABRAS CLAVE: *Dendropanax arboreus*, características anatómicas, propiedades físicas, madera de tensión, calidad de pulpa para papel.

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SAC-CHACAH WOOD FROM CAMPECHE IN DIFFERENT TREE'S ZONES

SUMMARY

The present study was carried out to widen the knowledge of the technological characteristics, tension wood and pulp & paper indexes of *Dendropanax arboreus* (L) Planch & Decne., This study included anatomical features, both macroscopic & microscopic, determination of density, shrinkage & swelling. Strength properties were derived from different relationships between the various strength properties and wood density. Regarding tension wood, a staining section technique was used to detect it. Results of the anatomical features showed that vessel elements have a scaliform perforation plate with an average length of 959.48µ and an average diameter of 73.31µ. The fibres have an average length of 1343.73µ, an average diameter of 27.73µ & an average cell wall thickness of 4.68µ. This wood has a medium basic density (0.44 g/cm), medium volumetric shrinkage (11.17 %), high lineal shrinkage (7.0 T & 4.14 % R), low anisotropy relationship (1.69), good pulp & paper indexes, and low to very low strength properties. Tension wood was found isolated and scattered. In analyzing the general behavior of the anatomical features, the strength properties & the pulp & paper indexes, it was not observed any tendency at different diameters or heights of the tree. It is concluded that *Dendropanax arboreus* wood can be used in a wide range of uses, but it is not suitable for structural uses.

KEY WORDS: *Dendropanax arboreus*, anatomical features, physical features, tension wood, pulp & paper indexes.

INTRODUCCIÓN

La zona tropical de México es una de las áreas que cuentan con una gran diversidad de especies maderables, las cuales pueden ser susceptibles de ser aprovechadas. A pesar de esto, en muchos de los casos por el desconocimiento de las características de la madera, sólo

se enfoca al aprovechamiento de un bajo número de especies. Debido a lo anterior, se requiere contar con mayor información de las características tecnológicas de las especies. *Dendropanax arboreus* (L.) Planch & Decne. conocida comúnmente como Sac-Chacah, es una de las especies que vegetan en la zona tropical y que ha mostrado un aparente potencial de aprovechamiento al ser utilizado

para la fabricación de abatelenguas, palillos, palos para paleta, chapa y contrachapados (Arroyo, 1971).

Se han realizado estudios de las características anatómicas de la madera de *Dendropanax arboreus*, señalándose que ésta es fácil de trabajar y cortar; pudiéndose usar para caras de madera contrachapada (Barajas y Echenique, 1976; De La Paz, *et al.*, 1980). Por otro lado, se han determinado índices de calidad de pulpa para papel, indicándose que las fibras de la especie cuentan con muy buena calidad para papel (Luna, 1983). A pesar de lo anterior, se cuenta con poca información de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de esta especie.

La madera de tensión tiene efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas naturales de la madera; por ejemplo, puede aumentar la magnitud de las contracciones y la disminución de los valores de las propiedades mecánicas; lo que puede provocar serio grado de disminución en la calidad de la madera (Hughes, 1965; Borja de la Rosa, 1991). De tal manera, es importante conocer la presencia de madera de tensión, al igual que la variación de las principales características tecnológicas tanto en sentido transversal como longitudinal del árbol, ya que permitiría determinar el tipo y la calidad de los productos a obtener. El presente trabajo fue realizado con la finalidad de ampliar el conocimiento de las características tecnológicas de la madera, presencia de madera de tensión e índices de calidad de pulpa para papel de la especie; así como la de conocer la variación de las características antes mencionadas a siete alturas y tres diámetros del fuste del árbol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del lugar de colecta

El lugar de colecta de las muestras de madera fue en el ejido Miguel Colorado perteneciente al municipio de Champotón, Campeche (Méx.); situado en la zona Noroeste del estado y localizado entre los paralelos 17° 50' y 19° 58' de latitud Norte y los meridianos 89° 10' y 92° 39' de longitud Oeste (INEGI, 1981).

Metodología

Se seleccionaron cinco árboles representativos de la masa forestal. Una vez derribados, se obtuvieron rodajas de 0.05 m de grosor, a partir de 0.30 m de altura y después cada 1.30 m hasta el inicio de la copa, obteniéndose en total siete rodajas. De cada rodaja en el laboratorio de anatomía de la madera de la División de Ciencias Forestales (UACH), se cortó una sección del centro del diámetro hacia la corteza, dividiéndola en tres zonas (interna, media y externa). De cada zona, la mitad de la sección transversal se utilizó para la descripción anatómica,

delimitación de la madera de reacción e índices de calidad de pulpa para papel; mientras que con la otra mitad se evaluaron las propiedades físicas.

Características anatómicas macroscópicas y microscópicas. La descripción macroscópica se realizó en tablillas de 5 x 5 x 4 cm; mientras que la descripción microscópica se determinó de cortes y material disociado de cubos de 1.5 cm provenientes de cada una de las zonas (interna, media y externa) y de las diferentes alturas antes señaladas. La descripción se realizó utilizando la metodología de Huerta (1976).

Madera de tensión. Se determinó a través de cortes transversales del centro de la médula al exterior, a partir de los 0.30 m de altura cada 1.30 m a lo largo del fuste limpio; utilizando la metodología de tinción de cortes reportada por Borja (1991).

Índices de calidad de pulpa para papel. Los coeficientes de rigidez, de flexibilidad y Peterí, así como la Relación de Runkel, se determinaron utilizando material disociado obtenido de las secciones provenientes de siete alturas y tres diámetros del fuste antes descritas. Los índices se determinaron utilizando las dimensiones longitudinal y las transversales de las fibras (Fuentes, 1987).

Propiedades físicas. Se utilizaron probetas de 1 x 1 x 2 cm en corte tangencial, las cuales se pesaron y midieron en estado saturado, en equilibrio y anhidro en forma directa; a estas mismas probetas se les determinó el volumen por desplazamiento de agua, utilizando una balanza analítica de precisión (0.0001g). Las mediciones de longitud y volumen se hicieron en intervalos y una vez alcanzado el estado de equilibrio se introdujeron en un horno a temperatura de 103° C ± 2° C, hasta llegar al estado anhidro para la medición final. Con los datos obtenidos se determinaron: la densidad básica, densidad al contenido de humedad en equilibrio (CHE), densidad anhidra y las contracciones e hinchamientos (radial, axial y tangencial). Así como, la relación de anisotropía (A), el coeficiente de hinchamiento y el punto de saturación de la fibra.

Propiedades mecánicas. La flexión estática, impacto, compresión paralela y perpendicular a la fibra y la dureza, se calcularon por medio de ecuaciones presentadas por Forest Products Laboratory (1955), las cuales son basadas en relaciones entre la densidad básica y las propiedades mecánicas de resultados promedio de más de 160 especies.

Análisis estadístico

Se utilizaron los estadísticos de tendencia central bajo un diseño experimental anidado de tres factores; considerando que el factor altura está anidado al factor

árbol y a su vez, las secciones están anidadas al factor altura. Para el análisis de los datos se usó un programa estadístico SAS y los procedimientos UNIVARIATE, VARCOMP y GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características anatómicas macroscópicas de la madera de *Dendropanax arboreus* (Cuadro 1) señalan que la textura media y el hilo entrecruzado presentes, pueden tener influencia negativa en el proceso de maquinado. Por otro lado, debido a la coloración clara y considerando que no presenta olor ni sabor, favorece la utilización de la madera para productos asociados con el tacto o que estén en contacto con alimentos.

CUADRO 1. Características macroscópicas de la madera de *Dendropanax arboreus*.

| Característica | Descripción |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Color | amarillo claro |
| Olor | sin |
| Sabor | sin |
| Brillo | alto a medio |
| Veteado | suave |
| Textura | media |
| Hilo | entrecruzado |
| Visibilidad de los elementos a simple vista | Porosidad: no visible a simple vista Rayos: se observan muy finos Zonaciones: poco distinguibles |

Dentro de las características microscópicas de la madera de *D. arboreus* (Cuadro 2), los vasos (poros) se encontraron muy numerosos, con placa perforada escaleriforme y en algunos casos placa simple, los cuales fueron calificados como largos de longitud (959.48 micras). Los rayos en su mayoría fueron heterocelulares, encontrándose algunos homocelulares; predominando tri y tetraseriados, aunque se detectaron uni y biseriados en las muestras cerca de la médula y hasta pentaseriados en las muestras externas. El número de rayos fue poco numeroso (6/mm²), con una altura baja (399 micras) y un ancho moderadamente angosto (40.33 micras). Las fibras tanto en diámetro (27.73 micras) como en longitud (1343 micras) fueron clasificadas como medianas y consideradas como de pared delgada (4.68 micras), cabe señalar que se encontraron también fibrotraqueidas.

Considerando los valores promedio de las características microscópicas en las diferentes zonas del diámetro (Cuadro 3). Para el caso de la longitud de fibras, diámetro de lumen de fibras, ancho y altura de rayos, longitud y diámetro de vasos, éstos tienden a aumentar de la zona interna hacia la zona externa. En el caso de las fibras la relación longitud y diámetro fue inversa a diferencia de vasos y rayos, por lo que un aumento en la longitud de la fibra implicó la disminución en diámetro, mientras que para rayos y vasos se presentó un aumento en ambas dimensiones en muestras de la zona externa. En el caso de las variables de los vasos, éstas presentaron un aumento hacia la zona exterior, comportamiento similar al reportado en *Liriodendron tulipifera*, especie que presenta también porosidad difusa (Panshin, 1980).

CUADRO 2. Características microscópicas de la madera de *Dendropanax arboreus*.

| Vasos | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Distribución | Disposición mm ² | No. por Tangencial | Diámetro (micras) | Longitud | Puntuaciones | PlacaLACA |
| Difusa | Solitarios y múltiples radiales | x= 23 max= 37 min= 14 | x=73.11 μ max= 170 μ min= 10 μ | x=959.48 max=1752 min=419 | aereoladas alternas | perforada escaleriforme |
| Parenquima | | | | | | |
| Leñoso | | Rayos | | | No. / mm ² | |
| difuso paratraqueal escaso | | Clase y tipo Heterocelular tri y tetraseriados | | | X= 6 Max = 10 Min = 3 | |
| Fibras | | | | | | |
| Tipo | Longitud | Diámetro | | Grosor de pared | | |
| Libriformes | x= 1343.63 μ max= 2476 μ min= 723.8 μ | x = 27.73 μ max = 63.93 μ min= 9.83 μ | | x= 4.68 μ max= 13.52 μ min= 2.459 μ | | |
| Contenido celular | | | | | | |
| Vasos | Parenquima | | Fibras | | | |
| escasa presencia de tilosis | no se encontró | | no se encontró | | | |

CUADRO 3. Promedio de las características microscópicas en tres zonas del diámetro del árbol.

| Característica | Zona | | |
|----------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| | interna | media | externa |
| Diámetro de poros* | 70.00 a ^b | 75.00 a | 77.00 a |
| Número de poros /mm ² | 23.00 a | 23.00 a | 24.00 a |
| Longitud de fibras* | 1304.00 b | 1354.00 a | 1372.00 a |
| Diámetro de fibras* | 28.68 a | 27.53 b | 27.00 b |
| Diám. De lumen fibras* | 20.19 a | 17.88 b | 17.00 b |
| Grosor de pared fibras* | 4.24 a | 4.82 a | 4.99 a |
| Ancho de rayos* | 36.00 b | 40.00 ab | 45.00 a |
| Altura de rayos* | 333.00 c | 401.00 b | 463.00 a |
| Número de rayos./mm ² | 7.00 a | 6.00 ab | 5.00 b |
| Longitud de vasos* | 918.20 b | 968.90 a | 991.20 a |
| Diámetro de vasos* | 132.30 b | 138.00 b | 141.80 a |
| Diam lumen de vasos* | 126.50 b | 131.70 a | 136.20 a |
| Grosor pared de vasos* | 2.79 a | 3.02 a | 2.92 a |

*: valores en micras; *: a,b,c señalan en cada fila diferencia significativa entre medias, según Tukey con $\alpha=0.05$.

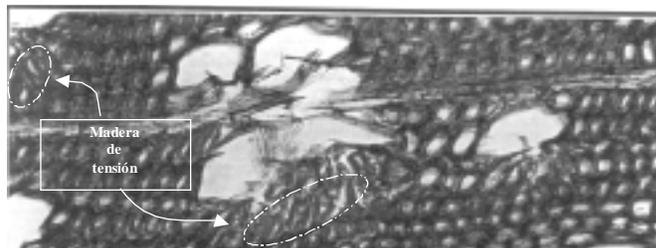
El diámetro de poros, la longitud de fibras, el grosor de la pared de las fibras y la longitud de vasos presentaron un aumento con oscilaciones de la base del fuste hacia la zona superior. Las otras características presentaron un comportamiento irregular o no se presentaron diferencias (Cuadro 4). En el caso de *Eucalyptus regnans* se ha reportado un aumento en la longitud de fibras de la base del árbol a un punto aproximado de la copa (Pashin, 1980), comportamiento similar al de la longitud de fibras de la especie en estudio.

CUADRO 4. Promedio de las características microscópicas siete alturas del árbol.

| Característica | Altura (m) | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 0.30 | 1.60 | 2.90 | 3.20 | 4.50 | 5.80 | 7.10 |
| Diámetro de poros* | 73 b ^o | 74 b | 74 b | 75 ab | 77 ab | 76 ab | 79 a |
| Número/mm ² de poros | 22 a | 23 a | 24 a | 23 a | 24 a | 25 a | 25 a |
| Longitud de fibras* | 1341 b | 1349 b | 1331 b | 1416 b | 1385 b | 1495 a | 1528 a |
| Diámetro de fibras* | 30 a | 27 bc | 27 bc | 26 c | 28 ab | 29 ab | 29 ab |
| Diám. de lumen fibras* | 21.5 a | 17.4 b | 17.9 b | 15.6 b | 17.7 b | 17.6 b | 15.7 b |
| Grosor de pared fibras* | 4.22 c | 4.78 ab | 4.53 bc | 5.11 ab | 5.16 ab | 5.33 a | 5.51 a |
| Ancho de rayos* | 45 ab | 44 b | 38 c | 39 bc | 39 bc | 44 b | 44 b |
| Altura de rayos* | 418 b | 431 a | 397 bc | 419 b | 367 c | 385 c | 412 b |
| Núm./mm ² de rayos | 6 a | 6 a | 6 a | 6 a | 6 a | 6 a | 7 a |
| Longitud de vasos* | 932 b | 974 ab | 970 ab | 985 ab | 1006 ab | 1017 ab | 1038 a |
| Diámetro de vasos* | 136 ab | 138 a | 139 a | 133 ab | 141 a | 137 ab | 135 ab |
| Diam lumen de vasos* | 130 a | 132 a | 133 a | 126 a | 134 a | 131 a | 130 a |
| Grosor pared de vasos* | 2.95 a | 3.23 a | 3.55 a | 3.04 a | 2.97 a | 2.68 a | 2.95a |

*: valores en micras; *: a,b,c señalan en cada fila diferencia significativa entre medias, según Tukey con $\alpha=0.05$.

Madera de tensión. Esta se encontró distribuida en forma dispersa y aislada en algunas fibras a diferentes alturas del árbol (Figura 1), por lo que puede tener poco efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas naturales de la madera. La distribución es similar a la presentada por tres especies del género *Quercus* de distribución en México (Borja, 1991).

**Figura 1. Madera de tensión encontrada en la madera de *Dendropanax arboreus***

Índices de calidad de pulpa para papel. Utilizando las clasificaciones de índices de calidad de pulpa para papel (Fuentes, 1987; Hernández, 1994), las fibras de *Dendropanax arboreus* señalaron que: El coeficiente de rigidez promedio total (0.35) calificó a las células de pared delgada; mientras que el coeficiente de flexibilidad promedio total (0.64) indicó que el grosor de pared es media, por lo que según la clasificación reportada en Hernández (1994) las fibras están parcialmente colapsadas, la sección transversal elíptica con buena superficie de contacto y buena unión fibra con fibra. La relación de Runkel promedio total (0.66) calificó a las fibras como buenas para papel.

Propiedades físicas. Los valores de densidad promedio fueron: densidad básica de 0.44 g·cm³, densidad al CHE (13.88 %) de 0.54 g·cm³, densidad al 12 % de 0.53 g·cm³ y la densidad anhidra de 0.51 g·cm³. Usando la clasificación de Torelli (1982) la densidad básica fue calificada como media. Lo cual señala que la madera pudiera tener un amplio espectro para su utilización.

Para el caso de las contracciones, considerando los valores promedio totales y la clasificación citada por Fuentes (1995) fueron: Contracción tangencial de 7.0 % (alta), contracción radial de 4.14 (alta), contracción volumétrica total de 11.17 % (media); y una relación de anisotropía de 1.69 (baja); lo cual indica que la madera es estable dimensionalmente. Los valores de hinchamiento promedio total fueron: hinchamiento tangencial de 7.6%, hinchamiento radial de 4.35 %, un coeficiente de hinchamiento 0.53 y un punto de saturación de la fibra de 22.46 %.

Al comparar los valores promedio de los índices de calidad de pulpa para papel y de las propiedades físicas promedio en tres zonas del diámetro (Cuadro 5), los coeficientes de rigidez y de Peteri, relación de Runkel y

densidad básica y anhídra presentaron mayores valores en la zona externa. Un comportamiento contrario se presentó con la contracción e hinchamiento radial aunque no presentaron diferencias significativas (con $\alpha=0.05$). El aumento en los valores de densidad de la médula a la corteza es una tendencia general, aunque en árboles muy viejos se presenta un descenso, el cual dependerá de la anchura del anillo o zonación (Kollman, 1959).

CUADRO 5. Índices de calidad de pulpa para papel y propiedades físicas promedio en tres zonas del diámetro del árbol.

| Característica | Zona interna | Zona media | Zona externa |
|--------------------------------------------|---------------------|------------|--------------|
| <i>Índices de calidad</i> | | | |
| Coeficiente de rigidez | 0.30 b ^o | 0.36 a | 0.38 a |
| Coeficiente de flexibilidad | 0.69 a | 0.63 b | 0.61 b |
| Coeficiente de Peteri | 48.15 b | 51.90 ab | 54.20 a |
| Relación de Runkel | 0.54 b | 0.69 a | 0.74 a |
| <i>Propiedades físicas</i> | | | |
| Densidad básica ^o | 0.43 b | 0.44 b | 0.46 a |
| Densidad al CHE ^o | 0.54 a | 0.54 a | 0.56 a |
| Densidad anhídra ^o | 0.50 b | 0.51 ab | 0.52 a |
| Contracción tangencial total [§] | 6.91 a | 7.18 a | 6.96 a |
| Contracción radial total [§] | 3.79 a | 4.27 a | 4.36 a |
| Hinchamiento tangencial total [§] | 7.50 a | 7.79 a | 7.51 a |
| Hinchamiento radial total [§] | 3.97 a | 4.50 a | 4.58 a |

^o: valores en g/cm³; d: valores en %; §: Medias con diferente letra en cada fila son significativamente diferentes, según Tukey con $\alpha=0.05$;

Comparando las características de los índices de calidad de pulpa para papel y de las propiedades físicas en siete alturas (Cuadro 6), en general los índices de calidad no mostraron una tendencia, mientras que en el caso de los valores de densidad éstos fueron mayores en las alturas superiores del árbol. El comportamiento anterior se puede deber a la influencia de los factores ambientales (Kollman 1959); sin embargo, el comportamiento es diferente al reportado para 26 especies del tipo de vegetación de matorral, en las cuales se presentó una disminución de la densidad respecto a la altura (Villalón, 1992).

Al aplicar el modelo estadístico anidado en todas las características analizadas, se pudo observar que generalmente existió variación entre cada una de las zonas, cada una de las alturas y entre árboles como podría esperarse. Por lo que se puede decir que cada parte de cualquier árbol presenta características diferentes al ser comparada con otra parte del mismo u otro árbol. Sin embargo, la prueba de Tukey mostró que los poros, grosor de pared de fibras y vasos, densidad al CHE y las contracciones e hinchamientos, no presentaron diferencia significativa entre medias de las diferentes zonas; y en el caso de los valores a diferentes alturas para el caso de el número de poros y rayos, diámetro de lumen y grosor de pared de vasos, éstos no presentaron diferencias estadísticas.

Propiedades mecánicas. En función de los resultados de los cálculos de las propiedades mecánicas y su clasificación de acuerdo a Echenique y Plumtre (1994). Con excepción de la flexión estática al esfuerzo al límite

CUADRO 6. Índices de calidad de pulpa para papel y propiedades físicas en siete alturas del árbol.

| Característica | Altura (m) | | | | | | |
|-------------------------------------------|---------------------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|
| | 0.30 | 1.60 | 2.90 | 3.20 | 4.50 | 5.80 | 7.10 |
| <i>Índices de calidad</i> | | | | | | | |
| Coeficiente de rigidez | 0.29 b ^o | 0.36 ab | 0.34 ab | 0.41 a | 0.38 a | 0.38 a | 0.40 a |
| Coef. de flexibilidad | 0.70 a | 0.63 ab | 0.65 ab | 0.58 b | 0.61 b | 0.61 b | 0.59 b |
| Coeficiente de Peteri | 47.47 c | 52.83 bc | 51.81 bc | 58.36 a | 53.63 b | 54.86 bc | 57.97 a |
| Relación de Runkel | 0.51 c | 0.75 ab | 0.61 bc | 0.83 a | 0.76 ab | 0.73 ab | 0.72 ab |
| <i>Propiedades físicas</i> | | | | | | | |
| Densidad básica ^o | 0.45 c | 0.44 c | 0.45 bc | 0.45 bc | 0.44 c | 0.49 a | 0.47 ab |
| Densidad al CHE ^o | 0.54 b | 0.54 b | 0.54 b | 0.54 b | 0.57 b | 0.61 a | 0.58 ab |
| Densidad anhídra ^o | 0.51 b | 0.51 b | 0.52 b | 0.51 b | 0.52 b | 0.57 a | 0.55 ab |
| Contracción tangencial total [§] | 6.39 b | 6.81 b | 6.89 b | 7.40 b | 8.23 b | 10.52 a | 10.46 a |
| Contracción radial total [§] | 3.79 c | 3.94 b | 4.00 bc | 4.54 bc | 4.53 b | 7.11 a | 6.59 a |
| Hinchamiento tang total [§] | 6.87 b | 7.37 b | 7.45 b | 8.47 b | 8.49 b | 11.77 a | 11.70 a |
| Hinchamiento rad. Total [§] | 3.85 b | 4.34 b | 4.20 b | 4.81 b | 4.80 b | 7.68 a | 7.05 a |

^o: valores en g/cm³; d: valores en %; §: Medias con diferente letra en cada fila son significativamente diferentes, según Tukey con $\alpha=0.05$;

CUADRO 7. Propiedades mecánicas calculadas a partir de ecuaciones.

| Ensayo | Condición verde | Clasif. | Condición al 12 % C.H. | Clasif. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|------------------------|----------|
| -Flexión estática: | | | | |
| Esfuerzo al límite de proporcionalidad (kg·cm ⁻²) | 256.98 | Muy bajo | 461.78 | Medio |
| Módulo de ruptura (kg·cm ⁻²) | 443.43 | Bajo | 410.64 | Bajo |
| Trabajo a la carga máxima (cm kg·cm ⁻³) | 0.594 | — | 0.617 | — |
| Trabajo total (cm kg·cm ⁻³) | 1.401 | — | 1.148 | — |
| Módulo de elasticidad (kg·cm ⁻²) | 73004.8 | Bajo | 93310 | Bajo |
| -Impacto (cm) | 68.830 | | 65.06 | |
| -Compresión paralela a la fibra: | | | | |
| Esfuerzo al límite de proporcionalidad (kg·cm ⁻²) | 162.40 | Muy bajo | 291.59 | Muy bajo |
| Al máximo esfuerzo (kg·cm ⁻²) | 208.19 | | 406.56 | — |
| Módulo de elasticidad (kg·cm ⁻²) | 90019.6 | Bajo | 112640 | Medio |
| -Compresión perpendicular a la fibra, al límite de proporcionalidad. (kg/cm ²) | | | | |
| | 33.25 | Muy bajo | 60.68 | Bajo |
| -Dureza: | | | | |
| Lateral (kg) | 267.48 | Bajo | 405.88 | Medio |
| Extremas (kg) | 244.60 | Muy bajo | 318.79 | Bajo |

de proporcionalidad, la compresión paralela de fibras - modulo de elasticidad y la dureza lateral en condición al 12 % de contenido de humedad (C.H.), el resto de los ensayos fueron calificados de muy bajas o bajas.

Es importante hacer énfasis que los datos que se muestran en el Cuadro 7, sólo sirven como un índice de referencia sobre las propiedades mecánicas ya que no se corroboraron en el laboratorio con probetas normalizadas.

CONCLUSIONES

En función de los resultados, la madera de *Dendropanax arboreus* por sus características macroscópicas (sin sabor y sin olor) es factible de utilizarse en productos que estén en contacto con alimentos o relacionados con el sentido del gusto. Por sus características medias de densidad, contracción y la baja relación de anisotropía, la madera de esta especie puede tener un amplio espectro de utilización; pero si se consideran los bajos índices obtenidos de las propiedades mecánicas la madera no se recomienda para usos estructurales. En general no se presentó una tendencia marcada por parte de las variables analizadas en las diferentes secciones transversales del diámetro o alturas.

LITERATURA CITADA

ARROYO PÉREZ, J. 1971. Clasificación y esfuerzos de trabajo para maderas venezolanas. Ministerio de Agricultura. Mérida, Venezuela. 84 p.

BARAJAS-MORALES, J.; R. ECHENIQUE MANRIQUE. 1976. Anatomía de maderas de México. Doce especies de Jalisco y Veracruz. *Biótica* 1(2): 29-70.

BORJA DE LA ROSA, A. 1991. Estimation des propriétés du bois de trois espèces de chêne du Mexique (*Quercus candicans*, *Quercus crasipes* y *Quercus laurina*) en vue de développer leur utilisation industrielle. Thèse Doctorat Sciences du bois. Université de Nancy I France. 378 p.

DE LA PAZ PÉREZ, C.; T. F. CARMONA VALDOVINOS; ROGEL GÓMEZ M. DE LOS A. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Bol. Téc. Núm. 63. Inst. Nal. Inv. For. México. pp. 199-203.

ECHENIQUE-MANRIQUE, R.; R. A. PLUMTRE. 1994. Guía para el uso de maderas de México y Belice. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1955. Wood Handbook: Basic Information on Wood as a Material of Construction with Data for Its Use in Design and Specification. Agriculture Handbook N. 72. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Madison. Wi. p. 88.

FUENTES SALINAS, M. 1987. Efecto de la digestión en los índices de calidad de pulpa para papel, de la madera de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis profesional. Escuela de Ingenieros en Tecnología de la madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 73 p.

FUENTES SALINAS, M. 1995. Tecnología de la madera II, propiedades físico-mecánicas. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 64 p.

HERNÁNDEZ TELLEZ, M. 1994. Estudio comparativo de la madera juvenil y la madera madura en *Pinus arizonica* en la región Guanacevi, Dgo. Universidad Autónoma Chapingo. México. 86 p.

HUERTA CRESPO, J. 1976. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. Bol. Téc. 51. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 56 p.

- HUGHES, F. E. 1965. Tension wood a review of literature. *Forestry abstracts*. 26(2): 179-186.
- INEGI. 1981. Mapa topográfico Champotón. E15-B37. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Esc. 1:5000. Color.
- KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicio de la Madera. Madrid. 560 p.
- LUNA OLGUIN, T. 1983. Determinación de los índices de calidad de las pulpas de 29 maderas tropicales de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 53 p.
- PANSHIN, A. J. 1980. Textbook of wood technology, Structure, identification, uses and properties of the commercial woods of the United States and Canada. 3 ed. McGraw-Hill, New York. 783 p.
- TORELLI, N. 1982. Estudio promocional de 43 especies tropicales mexicanas. Programa de cooperación México-Yugoslavia 1980-1982. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 73 p.
- VILLALON MENDOZA, H. 1992. Peso específico básico aparente y Humedad de la madera de 26 especies del matorral del noreste de México. Reporte Científico 28. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares. México. 34 p.