

Caracterización físico mecánica del recurso natural Bambú presente en el Estado de Campeche, México

Ernesto García¹, Enrique Silva¹, Javier Reyes², Enrique Arcocha², Carlos Buenfil³, Nidelvia Bolívar⁴,
Gilberto Cortés⁵

Departamento de Ciencias de la Tierra¹, Departamento de Ingenierías², Facultad de Ingeniería³,
Facultad de Ciencias Químicas y Biológicas⁴, Departamento de Ciencias Básicas⁵
Instituto Tecnológico de Campeche¹, Instituto Tecnológico de Chiná², Universidad Autónoma de Campeche^{3,4},
Instituto Tecnológico de Chetumal⁵
San Francisco de Campeche, México
[ergarcias1,javierreyeslopez2]@yahoo.com.mx, [joesilva59 1, e_arcocha2, cmbuenfil3, nidelviabolivar4,
gcortesbambumex1]@hotmail.com

Abstract— Although bamboo is considered a sustainable material called "green gold", its presence in almost all Mexico goes virtually unnoticed; Applications provided by the villagers, where it is located far from the versatility of this natural resource. In the state of Campeche, Mexico this has not been the exception why this paper aims to locate the native and introduced species within their territories and publicize the physical and mechanical properties obtained in the laboratories of materials which they will rule as alternative uses and exploitation. Finally, as to the results obtained, community centers, feasible development to be embedded in public support programs and / or government proposed.

Keyword— *Bamboo, physical and mechanical characteristics, sustainable development.*

Resumen— Siendo el bambú considerado como un material sustentable y denominado "oro verde", su presencia en casi toda la República Mexicana pasa prácticamente desapercibida; los usos proporcionados por los pobladores, en donde éste se encuentra, distan de la versatilidad de éste recurso natural. En el Estado de Campeche, México esto no ha sido la excepción razón por la que el presente trabajo tiene como objetivo ubicar las especies nativas e introducidas existentes en su territorio y dar a conocer las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en los laboratorios de materiales las que darán pauta como alternativas de usos y explotación. Finalmente, derivado de los resultados obtenidos, se proponen polos de desarrollo comunitario, factibles de ser insertos en programas de apoyo públicos y/o gubernamentales.

Palabras claves— *Bambú, características físico mecánicas, desarrollo sustentable.*

I. INTRODUCCIÓN

A la fecha, más de 1.5 billones de personas ubicadas en diversas latitudes geográficas mantiene un nexo con la industria del bambú y una importante presencia de éste material como elemento constructivo de viviendas ya que alrededor un billón de personas lo emplean. El movimiento comercial a nivel internacional de productos elaborados con la especie *Guadua* se estima en 11 billones de dólares en 2009 y para 2018 se considera que serán unos 18 billones de dólares al año [1]

El empleo del bambú es muy versátil y hay una marcada tendencia en ser empleado como parte de una manufactura y/o proceso a partir de éste, particularmente como sustituto o reemplazo de la madera. El uso del bambú es milenario siendo muy versátil en las diversas culturas que lo han empleado en fines diversos [2], de acuerdo con Cortés [3], al bambú se le asocian al menos 1,500 usos diferentes siendo las culturas orientales quienes más lo han utilizado; tan sólo China tiene alrededor de siete millones de hectáreas cultivadas contrastando con los países occidentales en donde el bambú no es valorado y en muchos de los casos subutilizado [4]. Los usos del bambú se pueden agrupar por áreas productivas como la agricultura, la industria de la construcción, el sector alimenticio, el desarrollo de industrias papeleras por su alto contenido de celulosa, es una excelente fuente para la generación de biomasa; asimismo se le

asocian aplicaciones diversas como la elaboración de carbón, artesanías y manualidades, instrumentación musical, entre otros.

El bambú es un material sustentable y con marcada incidencia en la conservación del medio ambiente así como una opción para rehabilitar suelo erosionado. Su versatilidad ofrece amplias expectativas en el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas que habitan en comunidades que poseen éste recurso natural; su potencial merece una reconsideración en las estrategias planteadas por organismos e instituciones públicas y privadas.

Se tienen conocimiento de la existencia de 1500 especies diferentes de bambú en el mundo; en América se pueden encontrar 435 especies nativas de las cuales 36 se localizan en la República Mexicana. Asimismo es posible encontrar un total de 30 especies introducidas, provenientes de otras latitudes geográficas [5]

En términos generales, no se aprovechan las características excepcionales del bambú, siendo una de las principales causas para su aceptación el aspecto cultural y el desconocimiento de sus propiedades y características, así como asociarlo con trabajos efímeros y provisionales [6]. De acuerdo con César Angulo [7], en la República Mexicana se desperdicia un alto porcentaje del bambú, alrededor del sesenta por ciento; mientras que el comercio mundial de bambú alcanza los 7 mil millones de dólares, en la República Mexicana hay una mínima participación registrándose entre el uno y el dos por ciento de ésta producción.

El objetivo del presente trabajo de investigación es dar a conocer las condiciones en que se encuentra éste recurso natural en el Estado de Campeche, México, las especies nativas y/o introducidas con que cuenta, las ubicaciones dentro de su geografía así como determinar las características físicas y mecánicas que poseen. Lo anterior con la premisa de que a la fecha, al igual que en muchas regiones del país, su existencia pasa casi desapercibida y en muchas ocasiones es considerada como maleza dañina con su consecuente eliminación y/o quema. Con lo anterior se estaría en posibilidad de aprovechar las especies existentes dado que cuentan con un potencial muy alto para la generación de proyectos que se traducirían en fuentes de empleo, en la utilización de recursos colaterales, en mayores contribuciones al estado y al mercado en términos de satisfacción de necesidades e impactando de manera determinante al medio ambiente.

II. METODOLOGIA

El estudio se realizó utilizando fuentes primarias y secundarias de información. Las fuentes primarias se establecieron directamente con visitas de campo a los municipios del Estado de Campeche identificando aquellos sitios en los que se encuentra el recurso natural bambú. Las fuentes secundarias fueron referencias bibliográficas, normas y especificaciones diversas, artículos provenientes de periódicos, revistas, estadísticas y de la red Internet.

A. Área de estudio

El proyecto se desarrolló en el Estado de Campeche, entidad enclavada en el sureste mexicano, se localiza entre los paralelos 17°49'01'' y 20°51'37'' de latitud norte y entre los meridianos 89°05'20'' y 92°28'21'' de longitud oeste, colinda al norte con el estado de Yucatán; al sur con Tabasco y la República de Guatemala; al este con Quintana Roo y Belice y al oeste con el Golfo de México y parte de Tabasco; goza de una posición estratégica en la parte occidental de la Península de Yucatán (figura1).



Fig. 1. Estado de Campeche, México [8].

B. Tipo de Estudio

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista [9], este estudio es descriptivo, en una primera instancia, ya que se determinan las características físicas y mecánicas de los bambúes existentes en el Estado de Campeche y no se realizaron manipulaciones de las mismas. Sin embargo, cuando se tomó en consideración la incertidumbre de la existencia y características de las especies de bambú, la indiferencia de las comunidades que lo poseían y la escasa información existente en torno a la presencia de bambú la investigación adoptó un alcance exploratorio.

C. Diseño del estudio

El presente estudio fue un diseño no experimental porque las variables en estudio se observaron sin ser modificadas o alteradas; asimismo fue transeccional porque el estudio se realizó en torno a las especies de bambú existentes en el Estado de Campeche. Es de carácter descriptivo dado que los resultados de los ensayos realizados en los laboratorios, conforme a normas y manuales, se representaron a través de tablas.

Considerando la información existente en la teoría y en la cátedra, el enfoque de esta investigación fue de carácter cuantitativo, porque analizó diferentes elementos que pueden ser medidos y cuantificados; toda la información se obtuvo de datos resultantes de mediciones reales.

D. Población

La población estuvo integrada por las especies de bambú presentes en el Estado de Campeche y que se encontraban de manera silvestre y/o que existían en una cantidad considerable, es decir, que no se tomaron en cuenta aquellas especies que se encontraban en los patios de manera aislada, especies de las

que sólo se encontraron muestras en una sola ubicación geográfica así como las introducidas como ornato en domicilios particulares.

En el periodo comprendido entre el mes de agosto del 2009 y el mes de julio del año 2011, se recorrieron los once municipios del Estado de Campeche: Palizada, Candelaria, Escárcega, Calakmul, Hopelchén, Calkiní, Hecelchakán, Tenabo, Champotón, Carmen y Campeche en los cuales se ubicaron los sitios en donde se encontraron especies de bambú.

E. Muestra

En los sitios donde se encontraron especies de bambú, en las condiciones señaladas en el apartado anterior, se aplicó un muestreo probabilístico. Se seleccionaron los bambusales con las características biofísicas (geología, clima, geomorfología, hidrografía, flora y fauna) más representativos, que reunieran las siguientes condiciones del estudio:

- Que favorecieran estudios comparativos.
- Que tuvieran una existencia en el lugar de al menos diez años.
- Que existieran al menos unas cinco cepas en el mismo predio o lugar estudiado.
- Que las muestras obtenidas provengan de culmos maduros (más de cuatro años de edad).

F. Materiales y métodos

Una vez ubicados los bambusales y para una adecuada identificación de los mismos se tomaron los siguientes datos: número de individuos, grado de madurez, altura, diámetros a cada metro, espesor mayor y menor de las paredes, longitud entre nudos y se realizó una evaluación sobre el porcentaje de pudrición, decoloración, rajaduras y perforaciones.

De acuerdo con Ordoñez [10], los ensayos que se consideran para caracterizar física y mecánicamente al bambú son los siguientes:

Características físicas

- Densidad
- Contracciones (lineal, radial, tangencial)
- Humedad

Características mecánicas

- Resistencia a la compresión paralela a las fibras
- Resistencia a la compresión perpendicular a las fibras
- Resistencia a la tensión paralela a las fibras
- Resistencia a la tensión perpendicular a las fibras
- Resistencia al contante paralela a las fibras
- Resistencia a la flexión
- Resistencia al impacto
- Dureza superficial
- Extracción de clavos

Lo anterior implicó obtener probetas y muestras (Figura 2) acorde a lo requerido por normas para ensayos aplicables al bambú (Tabla 1)

Tabla I. Normas para ensayos de muestras de Bambú

Norma	Descripción	Fuente
NTC5525	Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas del Bambú <i>Angustifolia Kunth</i>	ICONTE (11)
ISO 22157-1:2004	Determinación de propiedades físicas y mecánicas Parte 1: Requerimientos	ISO (12)
ISO 22157-2:2004	Determinación de propiedades físicas y mecánicas Parte 2: Manual de laboratorio	ISO (13)
ASTM D 143-94	Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber	ASTM (14)

Por la distancia existente entre los sitios muestreados y el laboratorio donde se realizaron los ensayos, y considerando que la población es suficientemente homogénea respecto a las características evaluadas, se determinó realizar doce ensayos a las muestras seleccionadas y de esa manera extraer de los bambusales la cantidad de culmos necesarios; en total se cortaron 2040 probetas mismas que fueron distribuidas conforme se señala en la Tabla 2

Tabla II. Número de probetas y muestras para ensayos

Tipo de ensaye	Características de las probetas de ensaye	No.de lugares a ensayar	No. de probetas por ensayar	Totales
Propiedades físicas				
Densidad	Se tomaran de las probetas de otros ensayos	17	-----	-----
Contracciones	Longitud igual a veinticinco centímetros	17	12	204
Humedad	Se tomaran de las probetas de otros ensayos	17	-----	-----
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	Longitud igual a dos veces su diámetro	17	12	204
Compresión perpendicular a la fibra	Longitud igual a quince centímetros	17	12	204
Tensión paralela a la fibra	Longitud igual a cuarenta y cinco centímetros	17	12	204
Tensión perpendicular a la fibra	Longitud igual a un diámetro	17	12	204
Cortante paralelo a la fibra	Longitud igual a un diámetro	17	12	204
Flexión	Longitud entre sesenta y ciento cincuenta centímetros	17	12	204
Impacto	Longitud igual a veinte centímetros	17	12	204
Dureza superficial	Longitud igual a diez centímetros	17	12	204
Extracción de clavos	Longitud igual a veinte centímetros	17	12	204
			Total	2040



Fig. 2. Probetas y muestras para realizar ensayos.

G. Instrumentos

Se emplearon instrumentos de recolección de datos estandarizados y empleados en estudios similares [15], [16], [17], [18]

H. Equipo

Se dispuso de equipo en los Institutos Tecnológicos de Campeche, Chetumal y de Chiná así como algunos dispositivos auxiliares, diseñados y fabricados ex profeso, para los ensayos realizados a las muestras de bambú.

I. Procedimiento para la obtención de datos

La recolección de información se realizó de la siguiente manera:

- a) Amplia recopilación bibliográfica relacionada con las características y potencialidades del bambú.
- b) Identificación de los sitios en los que las referencias bibliográficas indicaban presencia de especies de bambú en el Estado de Campeche.
- c) Entrevistas a las autoridades municipales y ejidales, así como a los pobladores de los lugares en donde se realizaron los muestreos, recabándose información, conocimiento y experiencias que tienen respecto a las especies de bambú presentes en sus comunidades.
- d) Previa selección de los bambusales a muestrear, y en coordinación con personal de los Institutos Tecnológicos de Chiná y de Chetumal, se realizó la toma de muestras correspondiente.
- e) Organización, consulta y registro de la bibliografía y de las bitácoras de campo.

J. Apoyo estadístico

El análisis estadístico realizado consistió en la obtención de medidas de tendencia central y de dispersión, para lo cual se realizó un filtrado de los datos, eliminando del análisis los valores que se encuentran por fuera de 1,5 veces el recorrido intercuartílico de la mayor o la menor observación. El presente trabajo se apoyó en el siguiente software: Statgraphics plus, IBM SPSS versión 12 y la hoja electrónica EXCEL de Microsoft Office 2010. En el caso de la interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio, éstos se presentaron a través de tablas.

III. RESULTADOS

A. Localización de las especies de bambú presentes en el Estado de Campeche

Las visitas y recorridos en el interior del Estado de Campeche, cubriendo los once municipios del mismo, permitieron localizar cuatro especies de bambú: dos especies nativas y dos introducidas. (tablas 3 y 4).

Tabla III. Localización de Especies de Bambú en el Estado de Campeche.

Poblacion	Municipio	Localizacion N	Localizacion W	Especie	Densidad del bambusal
Palizada	Palizada,Camp.	17° 56.421"	91° 44.143'	Bambusa Oldhamii	Escasa, 1-5 cepas
Crucero Hampolol	Campeche,Camp.	19° 55.745"	90° 23.432'	Bambusa Vulgaris	Escasa, 1-5 cepas
Uayamon	Campeche,Camp.	19° 40.479"	90° 23.842'	Bambusa Vulgaris	Escasa, 1-5 cepas
Ejido arroyo negro	Calakmul, Camp.	17° 50.612	89° 15.320'	Bambusa Vulgaris	Escasa, 1-5 cepas
Ejido General Manuel Castilla Brito	Calakmul, Camp.	18° 35.944	89° 44.166'	Bambusa Vulgaris	Escasa, 1-5 cepas
Dzibalchen	Hopelchen,Camp.	19° 27.704	89° 44.741'	Bambusa Vulgaris	Escasa, 1-5 cepas
Koben	Campeche,Camp.	19° 53.287"	90° 25.657'	Bambusa Vulgaris	Regular, 6-20 cepas
Xkeulil	Champoton,Camp.	19° 37.642"	90° 37.671'	Bambusa Vulgaris	Regular, 6-20 cepas
Estacion Mukulchakan	Campeche,Camp.	19° 41.257'	90° 27.586'	Bambusa Vulgaris	Significativa, 20-50 cepas
Rancho Santa Cruz	Palizada,Camp.	18° 03.487'	91° 59.214'	Guada Amplexifolia	Escasa, 1-5 cepas
Pejelagarto	Candelaria,Camp.	18° 11.214'	90° 59.912'	Guada Amplexifolia	Regular, 6-20 cepas
La cristalina	Escarcega,Camp.	18° 43.973'	91° 03.422'	Guada Amplexifolia	Significativa, 20-50 cepas
Kalax	Carmen,Camp.	18° 51.525'	91° 16.561'	Guada Amplexifolia	Abundante, >50 cepas
El desengaño	Candelaria,Camp.	17° 55.994'	90° 28.705'	Guada Amplexifolia	Abundante, >50 cepas
Entronque Carretera Edzna-Hool	Campeche,Camp.	19° 36.286'	90° 19.133'	Guada Paniculata	Escasa, 1-5 cepas
Yax Ha	Campeche,Camp.	19° 42.885'	90° 27.012'	Guada Paniculata	Escasa, 1-5 cepas
Hacienda Uayamon	Campeche,Camp.	19° 42.648'	90° 25.345'	Guada Paniculata	Regular, 6-20 cepas

Tabla IV. Especies de bambú localizadas en el Estado de Campeche

Especie	Nombre Científico	Nombre común	Observaciones
Bambusa Vulgaris	Bambusa Vulgaris Shrad. Ex Wendl	Jimba, Bambú	Especie introducida
Guadua Amplexifolia	Guadua Amplexifolia J. Presl Reliq. Haenk. 1(4-5): 256,1830	Otate, Jimba, Bambú	Especie nativa
Bambusa Oldhamii	Bambusa Oldhamii Chitinase	Bambú	Especie introducida
Guadua Paniculata	Guadua Paniculata Munro Trans. Linn So. London 26(1): 85, 1868	Carrizo	Especie nativa

En las figuras 3 se señalan los sitios en los que se encontraron las especies de bambú, puede apreciarse una concentración de las mismas en el centro y en el sur del estado.

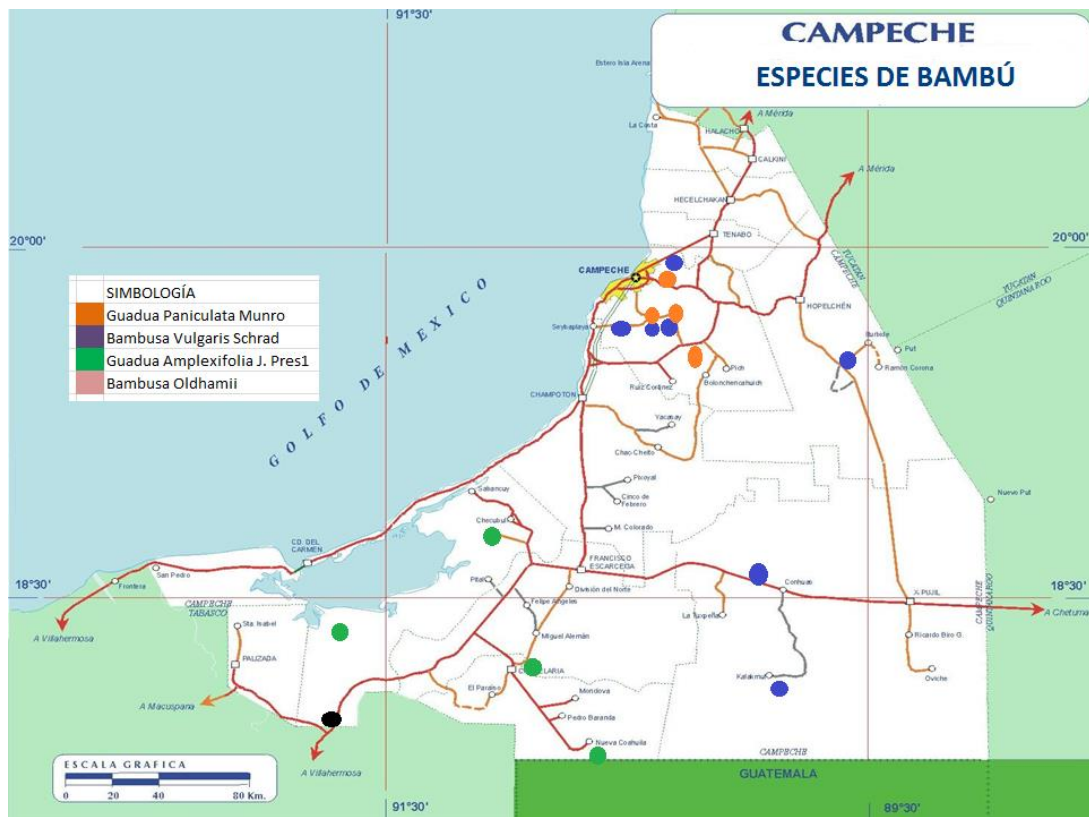


Fig. 3. Ubicación geográfica de las especies localizadas en el Estado de Campeche [19].

El recurso natural bambú en el Estado de Campeche no es abundante, podría decirse que su presencia es casi nula y sin ninguna perspectiva de desarrollo; son esporádicos los planteamientos que se han realizado por parte de las instituciones gubernamentales para integrar la explotación de ésta herbácea en actividades económicas.

No existe un inventario preciso del número de hectáreas cubierta por bambúes. El presente trabajo no satisface esta expectativa ya que sólo se pretendió proporcionar la ubicación de las especies de bambú por lo que sólo se plantea una determinación cualitativa de la cantidad presente en los sitios muestreados (figura 4).

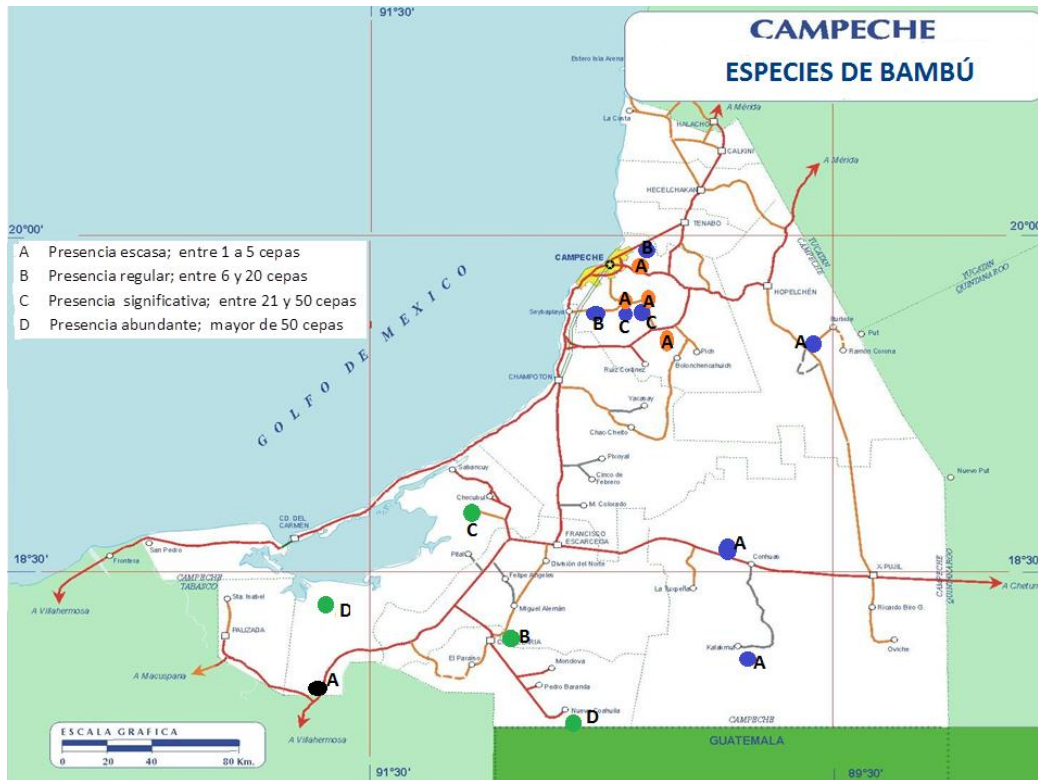


Fig. 4. Estimación cualitativa de especies de bambú localizadas en el Estado de Campeche [19].

B. Caracterización físico mecánica de las especies de Bambú existentes en el Estado de Campeche

Antes de realizar ensayos, se tomaron los datos correspondientes a la geometría de las probetas, promedio de alturas, diámetros, espesores, pesos de muestras, entre otras (figura 5).



Fig. 5. Determinación de datos preliminares.

Con base en estos datos se calcularon las áreas de los extremos inferior y superior, los momentos de inercia, pesos volumétricos, los radios de giro, la relación de esbeltez, contenido de humedad y peso volumétrico (tabla 5).

Tabla V. Propiedades geométricas representativas de las especies a ensayar.

Ubicación	Longitud	Diámetro exterior promedio	Diámetro interior promedio	Espesor Promedio	Área	Momento de inercia	Peso	Peso Volumétrico
	cms	cms	cms	cms	cm ²	cm ⁴	gms	kg/m ³
Guadua Paniculata	5.83	2.37	1.02	0.68	3.85	2.14	11.73	454.87
Bambusa Vulgaris	14.44	6.40	4.95	0.73	13.26	63.26	71.98	441.57
Guadua Amplexifolia	7.40	2.73	0.21	1.26	5.85	3.20	19.52	501.10
Bambusa Oldhamii	12.00	5.22	3.86	0.68	9.79	26.59	58.85	498.65

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes ensayos (tabla 6) y que servirán de sustento para justificar el empleo del bambú, como materia prima, en la integración de propuestas para su aprovechamiento sustentable en el Estado de Campeche.

Tabla VI. Esfuerzos Admisibles por especie

Ensaye	Unidad	Especies			
		Bambusa Vulgaris verde	Guadua Amplexifolia	Bambusa Oldhamii	Guadua Paniculata
Compresión Paralela (CPA)	Kg /cm2	527.39	452.82	547.35	196.63
compresión Perpendicular(CPE)	Kg /cm2	9.93	9.93	16.61	7.26
Tensión Paralela (TPA)	Kg /cm2	1237.38	801.49	1998.05	-----
Tensión Perpendicular(TPE)	Kg /cm2	29.43	13.12	32.54	13.73
Corte Paralelo (CTPA)	Kg /cm2	65.45	60.89	85.97	51.78
Flexión (FX)	Kg /cm2	628.58	517.2	598.45	476.15
Impacto (IMP)	Kg /cm2	7.43	4.38	6.43	3.63
Extracción de Clavos Horizontales (EXCH)	Kg /cm2	17.62	12.88	14.95	-----
Extracción de Clavos Verticales (EXCV)	Kg /cm2	9.11	6.58	7.62	9.77
Dureza Superficial	kg /mm2	26.4	18.92	24.68	14.19
Contracción Tangencial	%	9.24	9.06	11.93	9.13
Contracción Radial	%	0.43	8.54	13.6	11.46
Contracción Lineal	%	0.09	0.1	0.15	0.09

De acuerdo con Souza [20] y Rodríguez, Dill, Bidegaray y Botero [21], las especies Bambusa Vulgaris y Guadua Amplexifolia suelen usarse en la construcción de viviendas vernáculas, artesanías,

Mención aparte merece la especie *Bambusa Oldhamii*, también considerada como relevante por el International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), que aunque no se le encontró de manera abundante en el territorio campechano, cuenta con una aceptable adaptabilidad y se sugieren futuras investigaciones para verificar la viabilidad de su explotación.

A excepción de los menores diámetros y alturas alcanzadas por las especies locales (se le asocia a la falta de manejo silvícola y/o a las condiciones ambientales que prevalecen en el Estado), las restantes características físicas y mecánicas son similares a las magnitudes propias de su especie. Por lo anterior, su aplicación en la industria de la construcción se limitaría a elementos estructurales secundarios o bien para construcciones en medios rurales. Los resultados respecto a la dureza superficial señalan que todas las especies son aptas para ser empleadas en la elaboración de muebles y artesanías. Sería conveniente que nuevas líneas de investigación asocien la información obtenida, respecto a la caracterización física y mecánica, con los más de 1500 usos que se le asocian al bambú.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de analizar los resultados obtenidos respecto de las especies de bambú existentes en el Estado de Campeche, se concluye lo siguiente:

1.- Las características físicas y mecánicas del bambú son las adecuadas para su aprovechamiento y fomento de actividades productivas en el Estado de Campeche.

2.- Aunque existieron limitaciones técnicas, humanas y económicas en la integración de un inventario preciso de la cantidad de bambú presente en el Estado, queda de manifiesto que la única opción de explotación inicial es el fomento de actividades que no demanden gran cantidad de materia prima, como puede ser la elaboración de artesanías y/o manualidades; cualquier otra opción de explotación propiciaría el consumo total de lo existente.

3.- Se requiere estimular el interés de técnicos y científicos en el estudio del bambú, particularmente en las técnicas y procedimientos con aplicaciones en pequeña, mediana y gran escala.

4.- Deben alentarse estudios y programas de producción, transformación y comercialización del bambú y el inicio de una producción sistemática de plántulas seleccionadas en laboratorios y viveros para su propagación.

RECONOCIMIENTOS

Este proyecto fue realizado con el apoyo de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) a través de las administraciones de los Institutos Tecnológicos de Campeche, Chiná y Chetumal así como con la colaboración de la Universidad Autónoma de Campeche quienes con la participación de su recurso humano e infraestructura hicieron posible la consecución del objetivo propuesto.

REFERENCIAS

- [1] Rawlings, Chris (2004). British Council Colombia. Promoviendo la investigación y el desarrollo social. [Homepage] Consultado el día 27 de febrero del 2014 de la World Wide Web: <http://www.britishcouncil.co/sobre/prensa/investigacionydesarrollosocial>
- [2] Botero, Luis (2004) Manual de industrialización del bambú. [Manual en línea] Consultado el día 9 de septiembre de 2013 de la World Wide Web: <http://es.scribd.com/doc/42116087/000006-Curso-sobre-Industrializacion-de-Bambu-manual>

- [3] Cortés, R. (2005) El bambú en México: Antecedentes. Bambúes de México. Revista electrónica Biobambú. Consultada en : <http://www.bambumex.org/paginas/EN%20MEXICO-BAMBU.pdf> el 22 de julio de 2009.
- [4] Presznhuk R. (2004). Estudo da Viabilidade do Filtro de Carvão de Bambu como Pós-tratamento em Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes: Tecnologia Ambiental e Socialmente Adequada (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado defendida no programa de Pós-graduação em Tecnologia, CEFET/PR, Curitiba).
- [5] Cortés, R. (2005) (2) Los bambúes nativos de México. El bambú: su importancia en la ecología y la conservación de las especies nativas. Artículo presentado en el Primer congreso mexicano del bambú (Vol. 8, No. 9) 8, 9 y 10 de Diciembre del 2005 Xalapa de Enríquez Veracruz de Ignacio de la Llave México. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/93984142/1er-Congreso-Mexicano-Del-Bambu-Memorias-Una-Alternativa-de-Desarrollo-Sustentable> el 12 de julio del 2012
- [6] Beraldo, A. L., Azzini, A., y Ghavami, K. (2004). Bambu: características e aplicações. Guaíba: Editora Guaíba
- [7] Angulo, César (2006, 19 de mayo) Staff Bionero. [Homepage]. Consultado el día 4 de octubre de 2013 de la World Wide Web: <http://www.bionero.org/econegocios/el-bambu-un-aliado-contra-la-desertificacion-y-el-cambio-climatico>
- [8] Britannica Online for Kids, (2012). Localización del Estado de Campeche. [Mapa] Consultado el día 18 de Abril del 2012 de la World Wide Web Retrieved from <http://kids.britannica.com/elementary/art-96147>
- [9] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación (4th ed.). México: McGraw-Hill.
- [10] Ordóñez V. (1999), Perspectivas del bambú para la construcción en México; Madera y Bosques 5(1), 1999: 3-12, consultado el 12 de julio del 2012 en: <http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/5.1/pdf/Ordenez%201999.PDF>
- [11] ICONTEC, (2007). Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth (NTC 5525), Consultado el día 30 de enero del 2010 de la World Wide Web: <http://es.scribd.com/doc/94197342/NTC-5525-Propiedades-Fisico-Mecanicas-Bambu>
- [12] ISO ,(2004a). International Organization for Standardization. International Standard ISO 22157-1:2004 (E), Bamboo – Determination of physical and mechanical properties – Part 1: Requirements.
- [13] ISO ,(2004b). International Organization for Standardization. Technical Report ISO TR 22157-2:2004 (E), Bamboo – Determination of physical and mechanical properties – Part 2: Laboratory manual.
- [14] ASTM (American Society for Testing and Materials), 1996. Annual Book of ASTM Standards. Section 4, Construction. Volume 04.10 Wood. Pennsylvania, United States. P. 23-39, 556-559
- [15] FAO, 2004. Inventario Forestal Nacional. Manual de campo modelo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales (ERF). [Manual]. Consultado el día 7 de julio de 2010 de la World Wide Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/ae578s/ae578s00.pdf>
- [16] González H., (2006). Evaluación del potencial de los productos forestales no maderables en el ámbito del Proyecto Bosques del Chinchipe. [Documento de trabajo]. Consultado el día 7 de octubre de 2013 de la World Wide Web: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/11717.pdf>
- [17] Uribe, M., Durán, A. (2002). Estudio de elementos solicitados a compresión armados por tres guaduas. [Tesis de grado]. Consultado el 19 de enero del 2010 de la World Wide Web: <http://www.docdatabase.net/more-estudio-de-elementos-solicitados-a-compresion-armados-por-tres-19165.html>
- [18] Torres Parada, Pablo Ernesto, y Argueta Ramírez (2009). Propuesta sobre la factibilidad financiera del comercio electrónico como canal de exportación hacia Estados Unidos de América para las pequeñas empresas productoras de artesanías de El Salvador, caso práctico: ECO-BAMBU, Artesanías y Diseño.

- [19] Secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), (1999). Mapa carretero del Estado de Campeche [Homepage]. Consultado el 19 de enero del 2010 de la World Wide Web: <http://www.mapacarreteras.org/e2540-campeche.html>
- [20] Souza, A. P. C. C. (2004). Bambu na habitação de interesse social no Brasil. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 11(12). [Cuaderno de trabajo]. Consultado el 5 de diciembre del 2011 de la World Wide Web: http://www.pucminas.br/imagdb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20050422102253.pdf
- [21] Rodríguez, N., Dill, W. O., Bidegaray, P., y Botero, R. Utilización del Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth)(BAMBUSOIDEAE: GRAMINEAE), como una Alternativo Sostenible de Construcción de Viviendas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Revista de la Universidad EARTH, Tierra Tropical. Pág, 77-85. 2006
- [22] Franquis, F., e Infante, A. (2003). Perspectivas del bambú en América Latina y en Venezuela. For. Lat, 33, 1-10. [Artículo]. Consultado el día 1 de octubre de 201 de la World Wide Web: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24129/2/articulo1.pdf>
- [23] Valero, S., Reyes, E., y Miranda, W. C. (2005). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú (*Bambusa vulgaris*), de tres años de edad y proveniente de las plantaciones ubicadas en la ribera de la margen derecha del Río Chama, Municipio Francisco Javier Pulgar, estado Zulia, Venezuela. Revista Forestal Latinoamericana, 37, 87-107.
- [24] Hernández A. (2011). El otate como material estructural. Bitácora Arquitectura, (7). [Artículo]. Consultado el día 12 de marzo de 2012 de la World Wide Web: <http://revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/view/26442>
- [25] Barbaro, G. (2007). Transformación e industrialización del bambú. QEJ. Bricojardinería & paisajismo: Revista profesional de distribución en horticultura ornamental y jardinería, (155), 8-15. [Artículo] Consultado el día de septiembre de 201 de la World Wide Web: http://www.horticom.com/revistasonline/qej/bp155/08_15.pdf
- [26] Rao, A. N., Rao, V. R., y Williams, J. T. (1998). Priority species of bamboo and rattan. Priority species of bamboo and rattan. IPGRI-APO, Serdang, Malaysia. [Reporte]. Consultado el día 04 de febrero del 2011 de la World Wide Web http://www.inbar.int/downloads/inbar_technical_report_no01.pdf?7c424b