

GUADUA – CARACTERIZACION FISICO MECANICA DE LA CAÑA BAMBUSA VULGARIS 2008

Enrique José Hazan – Ingeniero Civil – Concordia – Entre Ríos

Docente de la Cátedra Estabilidad de 2º año de la carrera de Ingeniería Civil de la
UTN Unidad Académica Concordia.-

**Eduardo TORRAN – Ingeniero Construcción – Concepción del Uruguay – Entre
Ríos**

Docente Investigador UTN Unidad Académica C. del Uruguay.-

1.- Resumen Técnico.

El Bambú es un material que se lo encuentra en abundancia en la zona centro este de la provincia de Entre Ríos, no siendo utilizado en la construcción, en contraposición a lo que sucede en otros países, considerando que esta situación se da debido al desconocimiento de sus propiedades físicas y mecánicas.

La investigación desarrollada tiene como objetivo aportar los datos básicos necesarios para contribuir al uso como material alternativo en la industria de la construcción.

Para esto se extrajeron muestras, en forma aleatoria de diferentes zonas y luego se obtuvieron las probetas siguiendo las indicaciones de la norma ISO TC – 165 del IMBAR (1999) .- Posteriormente se ejecutaron 40 ensayos de compresión , 39 de tracción y 42 de corte, en todos los casos paralelo a la fibra. Los resultados obtenidos fueron de 79.4 Mpa ,229.4 Mpa y 8.3 Mpa respectivamente.

Estos valores se compararon con publicaciones de los siguientes autores (Ciro Velásquez et al. 2005, Osorio Saraz y Veles Restrepo 2005, Valero et al. 2005, Takeuchi Tam y González 2007).-

Se observa que los valores obtenidos se encuentran en el mismo orden que los mostrados en la bibliografía originaria de países con más tradición en su uso.

1. Abstract

*The Bamboo is an abundant material in the central and eastern areas of the province of Entre Ríos. This material is widely used for building purposes in other countries. Conversely, due to lack of information about its physical and mechanical properties, it is practically disregarded in our country. The aim of this work is to demonstrate that the bamboo cane can be an optional material for the building industry. To do this, samples were taken at random in different areas and then test pieces were obtained respecting the ISO TC – 165 IMBAR (1999) standards. Afterwards, 40 compression tests, 39 traction tests, and 42 cutting tests in parallel to the fiber were conducted. The result were 229.4 Mpa, 79.4 Mpa and 8.3 Mpa respectively. These values were compared to the ones in works by *Ciro Velasquez et al (2005); Osorio Saraz and Veles Restrepo (2005); Valero et al (2005); Takeuchi Tam and Gonzalez (2007)*. It was revealed that the values obtained are in correlation with the values shown in the bibliography from countries with longer tradition in the use of the material.-*

2.- Introducción.

No hay antecedentes que se puedan encontrar sobre las propiedades físicas y mecánicas de la caña tacuara de la zona de Concordia, material este que ha sido cultivado en forma casual en algún caso y como implante natural otros.- Si bien los trabajos de investigación encontrados , tratan de una variedad diferente de bambú el cual presenta mayores diámetros que la Caña Tacuara.



Estos ensayos forman parte de una investigación llevada a cabo en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia, el primero en su tipo, el que en un futuro, servirá de base para el estudio de aplicaciones prácticas en la industria de la construcción, tanto en elementos estructurales como en accesorios de viviendas

Para la realización se extrajeron cúmulos de cañas de diferentes zonas y se secaron en forma natural en un periodo mayor a cuatro meses.-

Se tomaron como apoyo teórico los trabajos ejecutados por profesionales Colombianos sobre ensayos a tracción y cizalladura (2005) de Héctor José Velásquez , Jairo Alexander Osorio Saraz y Juan Manuel Velez Restrepo.-

La obtención de las muestras, tanto como las probetas obtenidas de estas, se realizó en forma aleatoria de la población relevada en la zona.- La cantidad de probetas responde a un mínimo requerido para realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos.

El objetivo general planteado es crear las bases para la investigación de las propiedades de resistencia y rigidez de la caña tacuara cultivada en el departamento Concordia, provincia de Entre Ríos, por medio de ensayos mecánicos.

En particular determinar las propiedades mecánicas de la caña tacuara de la región, tales como resistencia a tracción, compresión y corte paralelo a las fibras mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a normativa internacional. Por último establecer correlación entre los resultados obtenidos y su posible utilización en la industria de la construcción.

3.- Materiales y Métodos .

Las características de los problemas que se abordan hacen necesario el estudio y actualización en cuanto a la metodología y protocolo normativo a adoptar para los diferentes casos, en función de un análisis de conveniencia , mejor representatividad y validez de los resultados a obtener .- En general se ha adoptado la evaluación de resultados en forma estadística , sobrepasando en general el número de ejemplares necesarios.-

Asimismo, se requiere en numerosos casos el diseño particular del experimento, diseño y construcción de dispositivos de ensayo, haciendo base en la documentación de las normas que se han podido localizar.-

Para aquellos casos en que la normativa no se ha localizado, se ha tenido el respaldo de las investigaciones realizadas en madera, por Grupo de Investigación GEMA de la UTN Regional de Concepción del Uruguay.

3.1.-Confección de las probetas.-

En la figura N° 1, se puede observar a la izquierda las probetas confeccionadas para los ensayos de tracción.- A lado derecho la compresión que difiere de la de corte por ser su longitud dos veces su diámetro, en cambio la de corte su altura igual del diámetro.-

Una vez construidas, se determinó su humedad natural, obteniendo valores en todos los casos entre un dos y tres por ciento, considerándolo no relevante para esta investigación.- Se ensayaron probetas , sanas , sin fisuras , sin nudos y se trató obtener el mayor paralelismo en sus caras de apoyo.-



Figura 1

3.2.- Ensayos.-

3.2.1.- Ensayos de compresión.-

Previo al ensayo de laboratorio se midieron, los diámetros de las secciones exterior e interior de las probetas, con un calibre, determinándose la sección neta.-



Figura 2

El ensayo paralelo a las fibras, figura 2, fue monitoreado, mediante la medición de deformaciones, mediante un micrómetro digital y sus lecturas obtenidas utilizadas para determinar el modulo “E” de eleasticidad, luego ensayar una cantidad de cuarenta ejemplares.-

$$\sigma_{ult} = \frac{P_{ult}}{A} \quad (1)$$

Donde :

P_{ult} : Esfuerzo ultimo de compresión (KN)

A : El area neta de la sección normal (Cm²)

3.2.2.- Ensayos de corte:

Para este, se debió fabricar un dispositivo, tomado de la norma como se observa en Figura N° 3 a la izquierda.- A la derecha se observa en la forma que se dispone el ensayo.-

⁽¹⁾A partir de la norma ISO TC-165 del INBAR (1999), se puede determinar el esfuerzo último a cizalladura, sometiendo el material a una velocidad de carga de 0,01 mm/seg a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma_{ult} = \frac{P_{ult}}{\Sigma(T * L)} \quad (2)$$

Donde:

P_{ult} = Esfuerzo último a cizalladura (KN)

T = Espesor de la pared (Cm)

L = Longitud de la probeta (Cm)

⁽¹⁾ Tomado de la publicación : Determinación de la Resistencia Mecánica a Tensión y Cizalladura de la Guadua Kunth – Velásquez, Saraz y Restrepo – Colombia (2005)

Tanto el espesor como la longitud de la probeta deben ser medidos en cuatro puntos del elemento, como se da a conocer en la figura 3



Figura N° 3

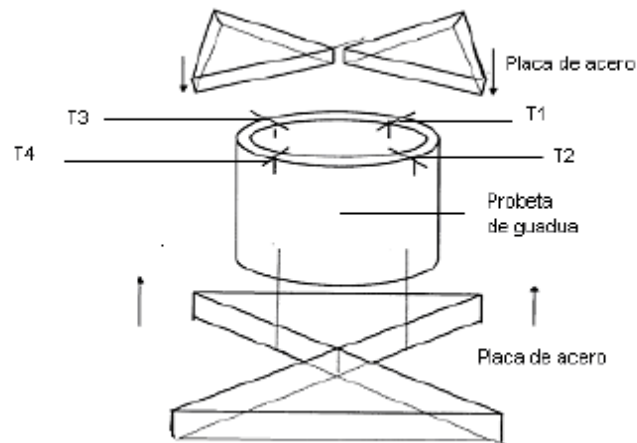


Figura 4.- Probetas para realizar pruebas de cizalladura en guadua.-

3.2.3.- Ensayo de Tracción.-

En la figura 5 a la derecha y a la izquierda se observa el ensayo de tracción



Figura 5

De acuerdo a las normas ASTM 143-94 e ISO TC-165 del INBAR (1999), el esfuerzo último o de ruptura (σ_{ult}), se pueden obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma_{ult} = \frac{P_{ult}}{A} \quad (1)$$

En (1) donde P_{ult} es la carga última o máxima (KN) y A es el área (Cm^2). El área es la medida de la sección transversal en la contracción, siendo esta igual al valor resultante de multiplicar un ancho fijo de 5mm por un espesor variable (B) según el ancho de la pared del elemento (Figura 6).

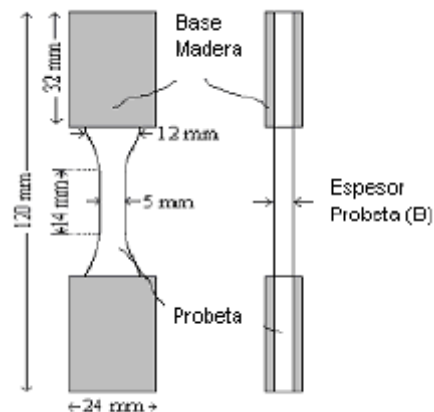
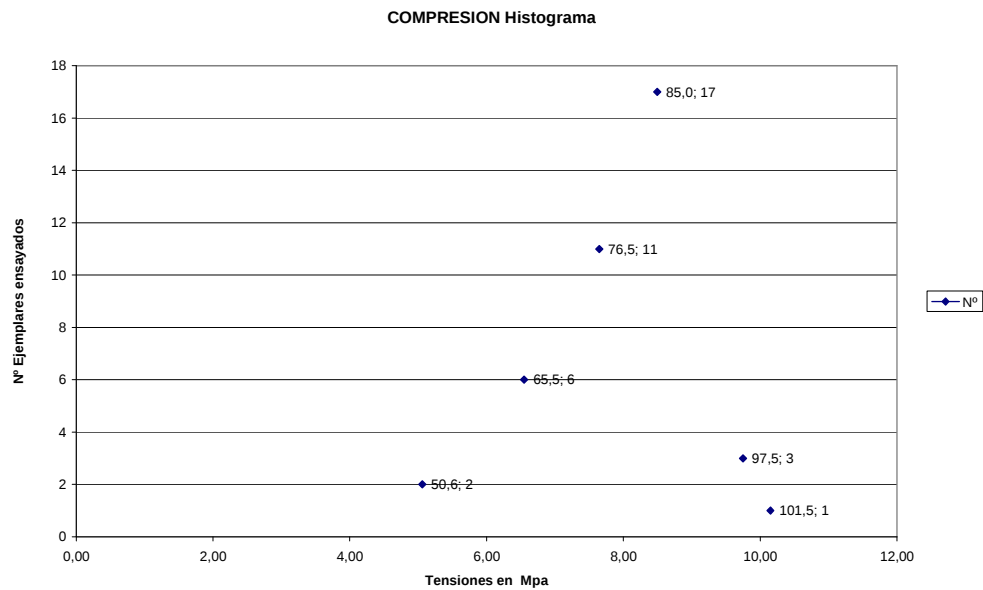


Figura 6. Probetas para realizar en guadua pruebas de tensión paralela a la fibra..-

4.- Presentación de Resultados.

4.1.- Ensayo de compresión

Presentación de los resultados de los ensayos, ejecutados en el Laboratorio de Estructuras de la UTN Unidad Académica Regional C. del Uruguay, con una velocidad de carga de 0.5 mm/minuto .-



Para encontrar los valores de resistencia ultima y de esfuerzos admisibles, así como para evaluar los resultados, se calculo la media y la desviación estándar y el valor correspondiente al limite de exclusión del 5% .- Esto esta de acuerdo con las conclusiones aportadas por el IMBAR 2001 , que propone un análisis probabilística , considerando una distribución normal de los respectivos esfuerzos y calculando el quinto percentil , teniendo un 95 % de los valores de rotura de las probetas ensayadas.-

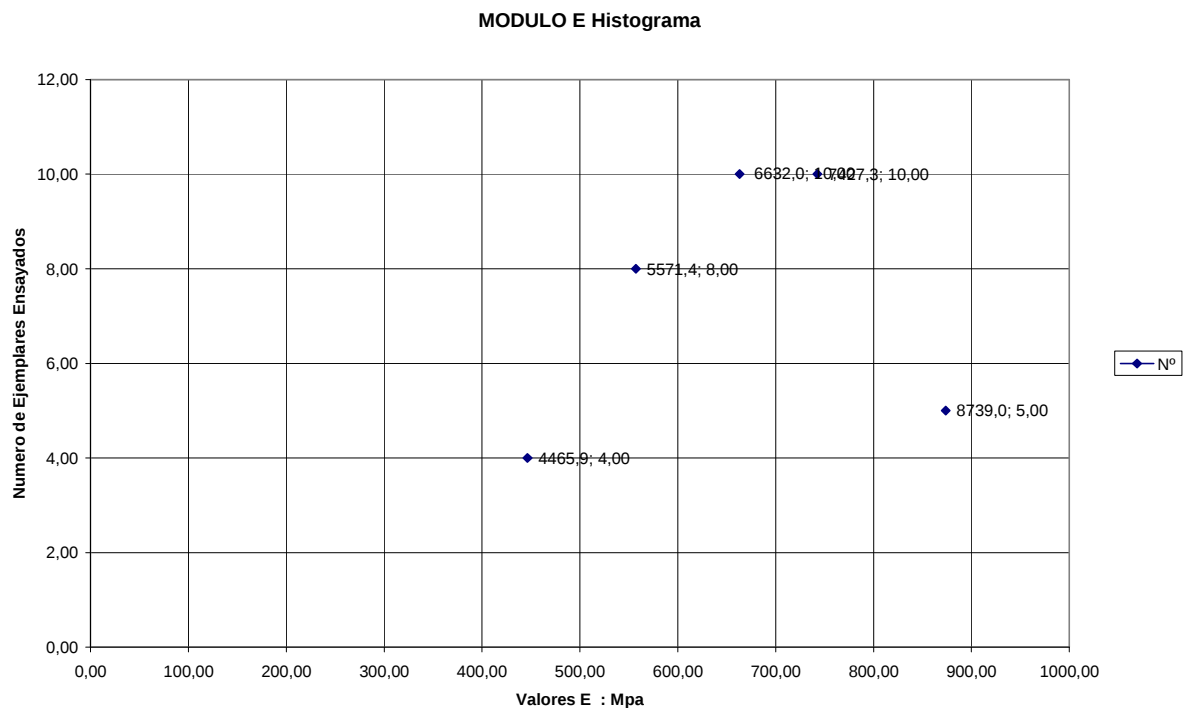
Tensión Promedio: $\bar{\sigma}_{prom} = 79,4 \text{ Mpa}$

Desviación Estándar : $S = 11,2 \text{ Mpa}$

Tensión Característica : $\sigma'_k = 60,8 \text{ Mpa}$

Determinación del Modulo de Elasticidad E:

Conjuntamente con el ensayo de compresión, mediante escalones de carga, dependiendo de la probeta que se ensayaba, obteniendo las deformaciones con el uso de un micrómetro digital y seguidamente se determino el modulo de elasticidad resultante obteniendo:



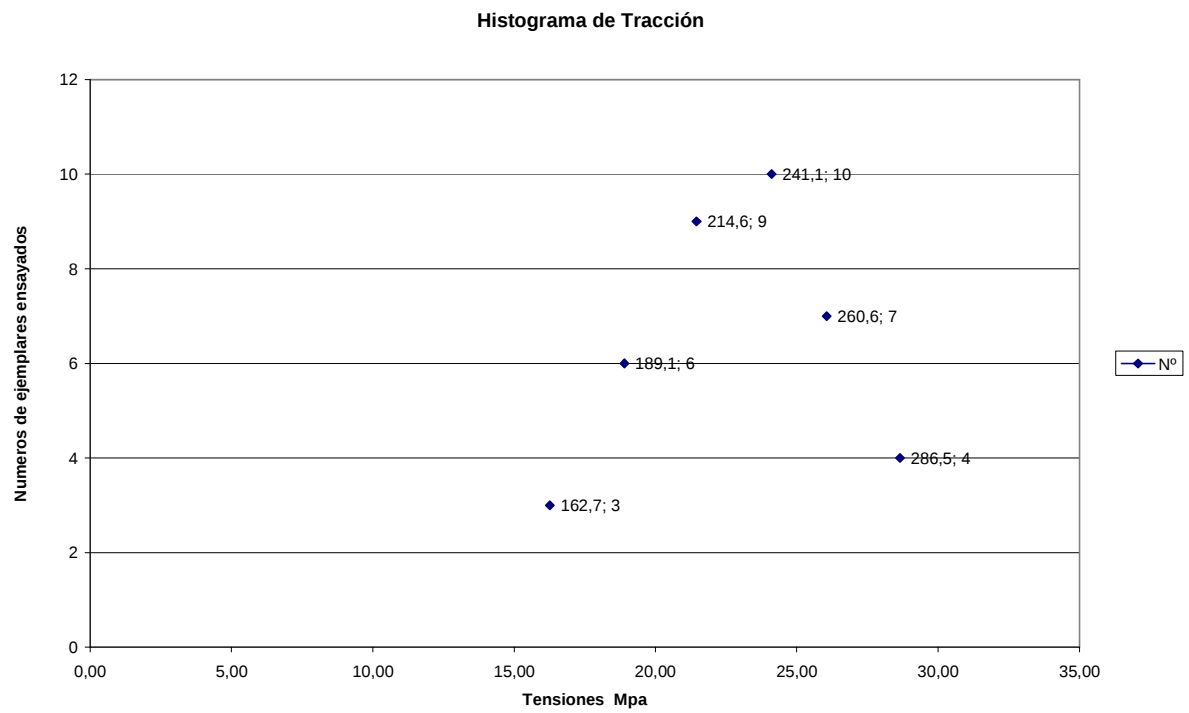
Modulo Promedio: $\bar{x}_{prom} = 6736,7$ Mpa

Desviación Estándar : $S = 1333,0$ Mpa

Modulo Característica : $E'_k = 4624,1$ Mpa

4.2.- Ensayo de Tracción:

Tomadas las mismas consideraciones que en el caso del ensayo mostrado anteriormente y en base cuarenta muestra ensayadas y evaluadas probabilisticamente se obtiene:

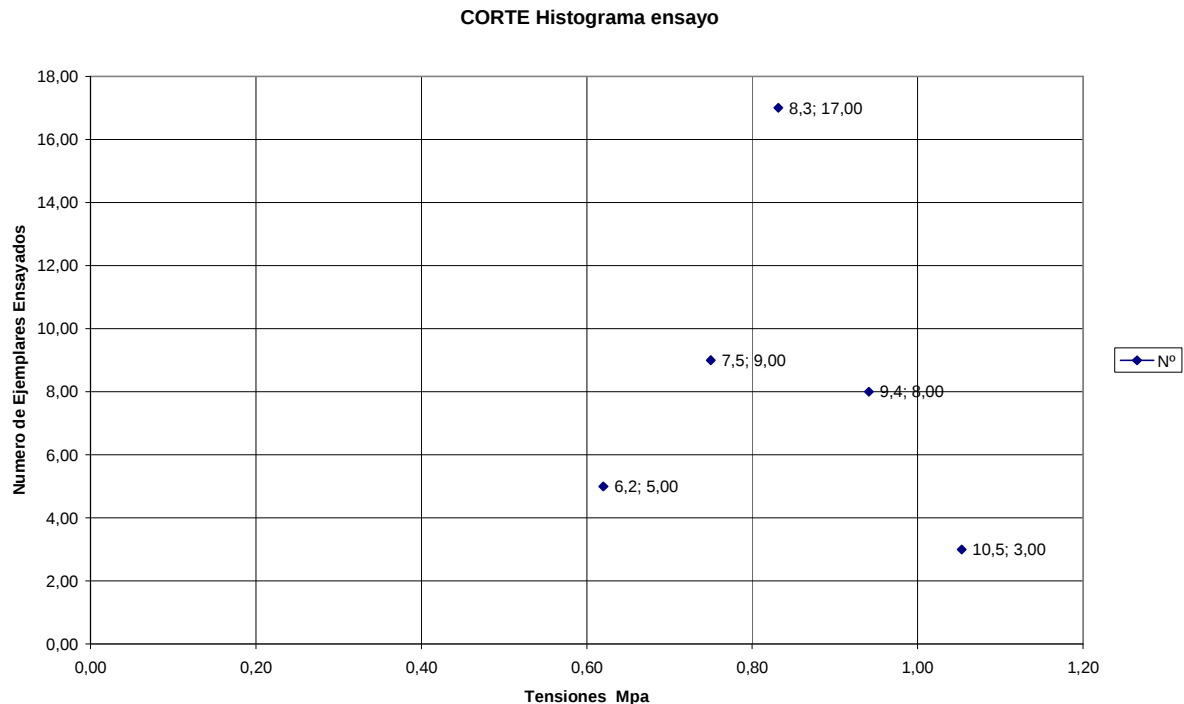


Tensión Promedio: $\bar{\sigma}_{\text{prom}} = 229,4 \text{ Mpa}$

Desviación Estándar : $S = 35,3 \text{ Mpa}$

Tensión Característica : $\sigma'_k = 171,1 \text{ Mpa}$

4.3.- Corte :



Tensión Promedio: $\bar{\sigma}_{prom} = 0.83 \text{ KN / Cm}^2$

Desviación Estándar : $S = 0.12 \text{ Kn / Cm}^2$

Tensión Característica : $\sigma'_k = 0.63 \text{ KN/Cm}^2$

5.- Comparación de los resultados Obtenidos.

De las diferentes publicaciones, consultadas se puede mencionar que los valores obtenidos se encuentran dentro del orden de magnitud, tal es el caso de Hidalgo 1978 con 60.6 / 68.9 Mpa y 97.00/ /165.9 Mpa en los casos de compresión y tracción, no aportando valores de corte.- Janssen 1980 con 82.5 y 20.4 Mpa en compresión y tracción en cambio 2.3 Mpa para corte.-

En los casos de Takeuchi Tan et al 2005 , obtuvo valores similares a los de Falck 2005 , 40.4 y 42.00 Mpa en compresión estando estos muy por debajo .- Continuando con este ultimo aporta 75.7 / 111.3 y 7.5 Mpa tracción y corte también inferiores .-

No se puede hacer el mismo comentario con respecto del Modulo de Elasticidad "E", donde en todos los caso difiere, 20.390 Mpa, 10.700 / 17.300 Mpa, 23.600 / 27.700 Mpa, para Janssen 1980, Hidalgo 1978, Falack 2005 respectivamente.-

6. Conclusiones

En lo que respecta a los objetivos planteados , al inicio del presente, no contemplábamos la posibilidad, de conseguir publicaciones que nos informen de experiencias efectuadas con este material.- No teníamos la garantía que el material a investigar pudiera tener la nobleza estructural, que a priori fijábamos como hipótesis de investigación.- Luego de recorrer una basta documentación, pudimos obtener normativas y formas de ensayo que finalmente fueron, ratificadas, por la similitud de los valores obtenidos.- Es por esto que para la continuación contamos con un apoyo teórico y experimental que facilitara el avance y el inicio de otras ramas de investigación que se Irán planteando.-

Además de la similitud expresada en los valores, con respecto a otras publicaciones, estos muestran al material, con características mecánicas optimas para ser utilizadas en un principio como elemento estructural, por su forma y sus valores de resistencia.-

En cuanto a su forma y resistencia la habilitan para ser un elemento apropiado para ser utilizado como componentes de estructuras reticuladas.-

7.- Agradecimientos

Colaboración Especial:

- **Juan Carlos Jesús Piter** – Doctor en Ingeniería – Docente Titular Investigador UTN Unidad Académica C. del Uruguay
Laboratorio de Estructuras UTN Unidad Académica C. del Uruguay grupo de investigación de madera eucaliptos
Por ser aporte de permanente consulta , de los protocolos de ensayos y guia de la investigación

- **FAGDUT : Gremio Docente de Universidad Tecnológica Nacional** – Seccional Concordia.- Concordia – Entre Ríos.-
Por el aporte económico que solventa el trabajo de investigación.-

8.- Bibliografía.

- ❖ Falck, Nelly Belinda – Arquitecta < HACE DOS AÑOS BELINDA FALCK PROPUSO.....A LOS PENDE CORTALES...> -Escuela Agrícola Panamerica y la UNAH –Facultad de Ingeniería.- Honduras.-
- ❖ SALCEDO GONZALEZ, Luis Octavio .- < ELEMENTOS PARA LA CARACTERIZACION MECANICA DE LA Guadua Angustifolia Kunt Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira – 2005

- ❖ TAKEUCHI TAM , Caori Patricia - GONZALEZ , Cesar Emilio .- <RESISTENCIA A LA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA Y DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTISIDAD > .- *Ingeniería y Universidad* , enero – junio , año / Vol. 11, numero 001 - Pontificia Universidad Javeriana – Bogota – Colombia

- ❖ VALERIO , Styles W. – REYES, Elio , CONTRERAS , Wilver - < ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU (Bambusa Vulgaris), DE TRES AÑOS DE EDAD Y PROVENIENTE DE LAS PLANTACIONES UBICADAS EN LA RIBERA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHAMA, MUNICIPIO FRANCISCO JAVIER PULGAR, ESTADO DE ZULIA , VENEZUELA >.- Laboratorio Nacional de Productos Forestales – Universidad de los Andes – Mérida – Venezuela - 2005

- ❖ VELASQUEZ CIRO, Héctor José – SARAZ OSORIO, Jairo Alexander – RESTRPO VELEZ Juan Manuel -< DETERMINACION DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A TENSION y CIZALLADURA DE LA *Guadua angustifolia* KUNT >.- *Universidad Nacional de Colombia - Medellín – Colombia 2005*