

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

MARACAIBO - VENEZUELA



Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- Science Citation Index (SCIExpanded)
- Compendex
- Chemical Abstracts
- Metal Abstracts
- World Aluminium Abstracts
- Mathematical Reviews
- Petroleum Abstracts
- Zentralblatt Für Mathematik
- Current Mathematical Publications
- MathSci (online database)
- Revenct
- Materials Information
- Periódica
- Actualidad Iberoamericana

Review of ISO- N314-22157 to standardize compression tests parallel in the *guadua angustifolia* Kunth

Álvaro Andrés Salazar Jaramillo¹, Carlos Mauricio Quintero Suarez² y Gerardo Fonthal³

Ingeniero Electrónico. Estudiante de Maestría, Universidad del Quindío, Colombia.

2 Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad del Quindío, Colombia.

3 PhD Física, Investigador, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío, Colombia.

Universidad del Quindío: Carrera 15 calle 12 N, Telf: 005767359331, e-mail. labopt@uniquindio.edu.co. Autor de correspondencia : gfonthal@uniquindio.edu.co

Abstract

To date, the mechanical tests performed on Bamboo-Guadua have focused on its characterization, but not in the analysis of test parameters as such, and consequently is not carried out uniformly in its realization method, which leads to the values obtained may not be compared and analyzed statistically. So in this paper, we conducted compression tests parallel to fibers to assess their response to variations in test parameters and thus perform some validations. These tests were carried out at the Universidad del Quindío, to assess the implementation of the protocols contained in the ISO-N314-22157, developed by the International Network of Bamboo and Rattan (INBAR). Assays were carried out following the protocol for dry and immunized Bamboo-Guadua with commercial characteristics for use in construction. The cross sectional measurement was performed by two different methods. During testing different speeds applied load to observe the variation of results, obtaining the stress-strain diagrams, and estimating the maximum resistance and possible failure modes for each specimen.

Key words: *Guadua*; compression; resistance; load speed; fail modes; ISO-N314-22157.

Revisión de la norma ISO-N314-22157 para estandarizar los ensayos de compresión paralela en la *guadua angustifolia* Kunth

Resumen

Hasta el momento, las pruebas mecánicas realizadas sobre *Guadua angustifolia* Kunth se han centrado en su caracterización, pero no en el análisis de los parámetros del ensayo como tal, y como consecuencia no se ha llevado a cabo una metodología uniforme en su realización, lo que lleva a que los valores obtenidos no pueden ser comparados y analizados estadísticamente. Así que en el siguiente trabajo se realizaron ensayos mecánicos de compresión paralela a la fibra para evaluar su comportamiento frente a variaciones en los parámetros del ensayo y de esta manera realizar algunas validaciones. Estos ensayos fueron llevados a cabo en la Universidad del Quindío, para evaluar la aplicación de los protocolos contenidos en la norma ISO-N314-22157, desarrollada por la International Network of Bamboo and Rattan (INBAR). Los ensayos fueron efectuados siguiendo dicho protocolo para Guadua seca e inmunizada, con características comerciales para su empleo en construcción. La medición de la sección transversal fue realizada mediante dos métodos diferentes. Durante los ensayos se aplicaron diferentes velocidades de carga para observar la variación de los resultados, obteniendo los diagramas de carga-deformación, y estimando la resistencia máxima, así como posibles modos de rotura para cada probeta.

Palabras clave: *Guadua*; compresión; resistencia; velocidad de carga; modos de falla; ISO-N314-22157.

Introducción

Desde hace muchos años los países asiáticos como China, han desplegado grandes esfuerzos en la investigación alrededor del Bambú, debido a su gran potencial como un material altamente renovable con variedad de usos, gracias a ello han dado grandes avances posicionando así a estos países como potencia de esta industria a nivel mundial.[1,2,3] Es así que organizaciones internacionales tales como la Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), conscientes de la importancia de este recurso, han desarrollado en el 2000 un manual de métodos para la determinación de propiedades físicas y mecánicas del Bambú, [4] el cual fue retomado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en Colombia como propuesta de norma técnica (NTC) para la determinación de propiedades físicas y mecánicas en Guadua, pero sin llevar a cabo los estudios que posibilitaran su adaptación.

De las Bambusoidaeas, en Colombia, Venezuela y Centroamérica sobresale la especie *Guadua angustifolia* Kunth (*G. angustifolia*), la cual cuenta con excelentes propiedades físico-mecánicas capaz de remplazar a la madera [5,6] y por lo cual ha sido empleada ampliamente desde muchos años atrás como material de construcción [3,7], en especial en construcciones sismorresistentes [8]. La caracterización de un material a compresión es imprescindible para posibilitar su adecuado uso en el diseño y construcción de estructuras, especialmente cuando se trata de un material no maderable, para los cuales las metodologías de diseño procuran que estos trabajen a compresión. Algunos autores han revisado estas normas, en particular en compresión perpendicular [9,10], con el objeto de adaptarlas a la *G.angustifolia*.

Materiales, Métodos y Experimentación

Proceso de Selección

Para evitar muchas variables presentes en las muestras, se escogió un único proveedor que pudiera ofrecer un material estándar, del cual se conociera la mayoría de características en todo su proceso de obtención. Los ejemplares de *G. angustifolia* seleccionados provienen de plantaciones con certificación forestal, así como un buen proceso de marcado, corte, avinagrado, inmunizado y secado, ubicados en el departamento del Quindío (Colombia) con una altura de aproximadamente 1,200 *m.s.n.m* y de coordenadas 4° 34'16" N de latitud y -75°48'30" de longitud. A los guaduales se les efectúa un proceso de control de calidad, completamente registrado por la empresa que incluye, marcate con pintura reflectiva, corte, avinagrado, secado e inmunizado igual para todas los culmos. Los ejemplares maduros de *G. angustifolia* tipo Macana escogidos para la elaboración de las probetas provienen todos del mismo lugar y por lo tanto crecieron en las mismas condiciones.

Elaboración de probetas

Para la elaboración de las probetas para los ensayos de compresión (figura 1) se tuvieron en cuenta las especificaciones dadas por la Norma ISO-N314-22157 [4] para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del bambú, donde se deben tomar secciones de la parte inferior y superior del culmo, estas secciones no deben tener nudo y su longitud debe ser igual al diámetro externo. La superficie de la probeta debe estar en ángulo recto con la longitud de esta y con una desviación mínima de 0,2mm [11]. Como estas pruebas han sido realizadas con fines investigativos algunas de las probetas ensayadas poseían nudo y el corte fue realizado cuidadosamente empleando una sierra de calar para obtener la mínima desviación en la rectitud del corte.



Figura 1. Probetas de compresión

Para la determinación del área de la sección transversal se midieron con calibrador ($\pm 0,05\text{mm}$ de precisión) los diámetros y espesores de acuerdo con la figura 2, y adicionalmente se escaneó cada probeta para hallar su respectiva área digitalizada en mm^2 por medio de una aplicación CAD, como se muestra en la figura 3. Se elaboraron un total de 36 probetas para los ensayos, de las cuales solo 3 tenían nudo.

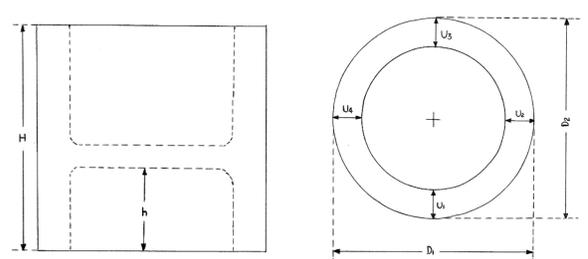


Figura 2. a) Vista lateral probeta, H: altura total, h: altura desde la base hasta el nudo. b) Vista superior probeta, U_i : espesor de las paredes, D_j : diámetros en dirección ortogonal.

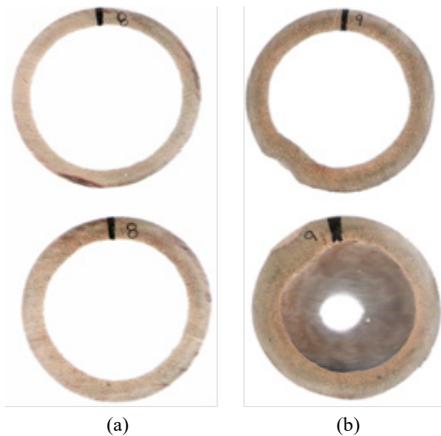


Figura 3. Secciones digitalizadas usadas para hallar el área de la probeta.

Equipos utilizados para el ensayo

Se usó una máquina universal de ensayos servo hidráulica de la serie UMIB-600 fabricada por Ibertest, la cual se muestra a la izquierda de la figura 4, mientras que a la derecha se muestra en un proceso de compresión a un espécimen.



Figura 4. Izquierda. Máquina de ensayos universal UMIB-600 con la cual se realizaron los ensayos. Derecha, en operación de compresión con un espécimen de *G. angustifolia*.

Parámetros del Ensayo

Tipo de control: Carrera

En el caso de la guadua donde las probetas difícilmente pueden llegar a ser iguales entre sí, lo más práctico es el control por carrera, y no por carga como sugieren las normas colombianas, además de ser el tipo de control sugerido por gran parte de normas internacionales, como lo es en este caso la norma ISO-22157.

Velocidad: variable de estudio

La norma ISO-22157 define una velocidad para el ensayo de 0.01mm/s , equivalente a 0.6mm/min . La velocidad del ensayo para otros materiales puede tener

valores diferentes: según la norma E-410 del INVIAS, resistencia a la compresión de cilindros de concreto, la cabeza móvil debe avanzar a una velocidad de 1.3mm/min , al igual que el E-747 para mezclas bituminosas. [12,13] Según la NCh801 [14] para compresión en paneles de madera, es satisfactoria una velocidad de 0.8mm/min . Y según la NCh973 [15], la velocidad del cabezal de la máquina debe ser de 0.6mm/min , igual a la dada en la ISO-22157. Se realizaron ensayos a compresión con cuatro diferentes velocidades; 0,4; 0,6; 1,2 y 2,5 mm/ min, para efectos de estudio.

Tolerancia de velocidad: 10%

Indica el porcentaje de velocidad tolerable en la gráfica Fuerza / Tiempo para los ensayos de Compresión. Aunque el propuesto en la norma ISO-22157 es el 20%, para fines investigativos se ajustó dicha tolerancia a un 10%.

Presión de contacto: 1kN

Indica la fuerza a partir de la que se considera que el ensayo ha comenzado, es decir, es la fuerza que debe vencer la máquina para que se considere iniciado el ensayo. Se tomó la sugerida por la norma ISO-22157.

Detección de rotura: 40%

Indica el porcentaje que debe caer la fuerza respecto al valor máximo alcanzado para que se considere que se ha producido rotura de la probeta. Aunque este parámetro no se encuentra contemplado en la norma, se analiza en esta investigación para observar el comportamiento de la curva esfuerzo deformación con un amplio espectro y poder analizar mejor los mecanismos de falla del material.

Adicionalmente, se programó una captura de 10 lecturas por segundo.

Resultados y Discusión

Tipos de Falla

Durante el proceso de los ensayos se encontraron diferentes tipos de falla en el material, las cuales se pueden asociar a los siguientes factores: (A) Aplastamiento: se pandean las fibras hacia el exterior en las zonas de contacto con los platos de compresión (Figura 5A); (B) Tensión de las fibras: Ocurren tensiones tangenciales que separan a las fibras entre si (Figura 5B); (C) Corte: Las fibras fallan por la propagación de tensiones diagonales (Figura 5C); (D) Pandeo general de las fibras: Puede ocurrir al tiempo con la falla por tensión de las fibras en cuyo caso las fibras se pandean en dirección externa al culmo, o puede ocurrir sin otro tipo de falla en el cual las fibras se pandean en dirección interna al culmo (Figuras 5D y E) y (F) Pandeo local de las fibras: Ocurre en las inmediaciones del nudo, debido a la desviación de los esfuerzos de compresión que siguen la dirección de las fibras (Figura 6). [16].

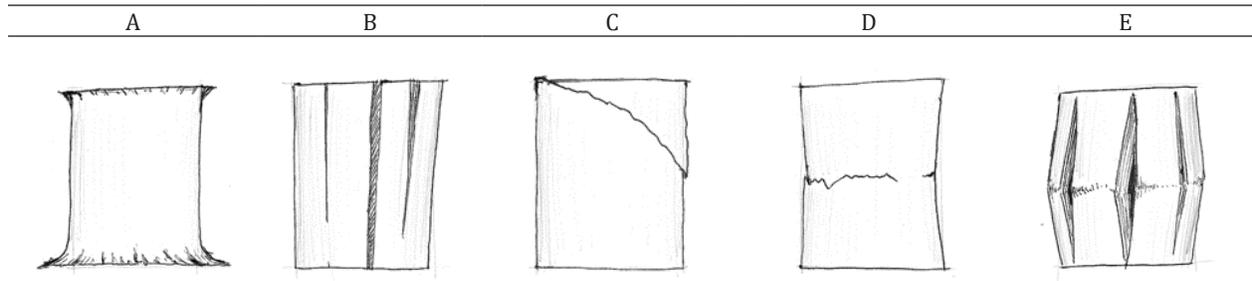


Figura 5. A) Falla por aplastamiento. B) Falla por tensión de las fibras. C) Falla por corte. D) Falla por pandeo general de las fibras en dirección interna E) Falla por pandeo general de las fibras en dirección externa.

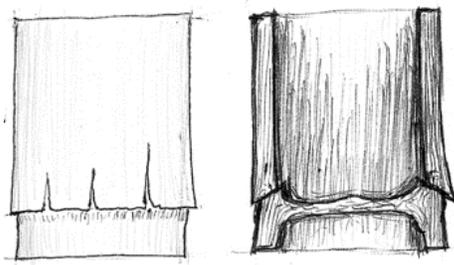


Figura 6. F) Falla por pandeo local de las fibras en presencia de nudo.

Medición de la Sección Transversal

En cuanto a la medición del área de la sección transversal de las probetas, para la mayoría de los casos, no existió diferencia significativa entre la obtenida con el calibrador y con la sección digitalizada. Aunque para las secciones que tienen formas inusuales, como la de la figura 3b, si se encontró un área diferente mediante los dos métodos, de donde se supondría que la más real sería la sección digitalizada en CAD.

Velocidad del Cabezal

A partir de la correlación de la velocidad del ensayo contra la resistencia máxima obtenida para cada muestra, se obtuvo una curva que muestra un valor mínimo característico de la resistencia a compresión paralela a la fibra para todas las probetas.

Analizando los datos de la tabla 1 y la curva Resistencia máxima vs Velocidad de la figura 7, se observa claramente que para una velocidad de 0,6mm/min se obtiene la resistencia mínima para el ensayo, lo cual indicaría que el material ofrece la mínima absorción de energía frente a la acción de cargas de compresión paralela a la fibra, coincidiendo con el valor dado por el protocolo de la norma ISO-N314-22157 y la NTC 5525, que es la base de las normas colombianas NSR10 para construcciones sismoresistentes. Adicionalmente, para la caracterización

mecánica de un material, usualmente se considera la resistencia mínima encontrada, [17] para tener un mejor rango de seguridad al momento de diseñar y construir con dicho material. La norma colombiana NSR10 [18] prefiere poner el valor de 14 MPa como esfuerzo admisible en compresión paralela debido a que, en las construcciones, la guadua contiene varios canutos.

Tabla 1.

Variación de la resistencia con respecto a la velocidad del ensayo

Velocidad <i>mm/min</i>	σ_{prom} <i>MPa</i>	σ_{max} <i>MPa</i>	σ_{min} <i>MPa</i>
0,4	56,93	61,59	46,98
0,6	51,35	60,37	41,31
1,2	55,89	63,66	48,21
2,5	56,63	66,34	43,62

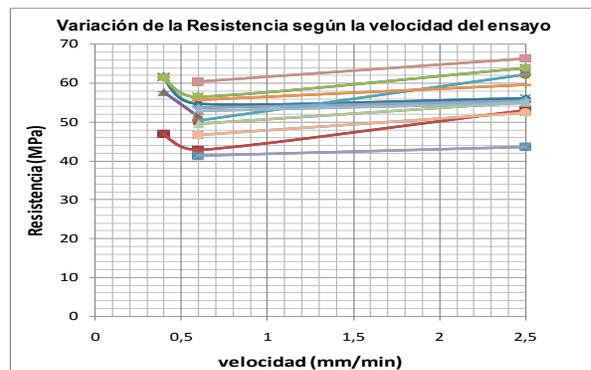


Figura 7. Curva resistencia máxima vs velocidad

En este ensayo se determinó la pendiente esfuerzo-deformación de acuerdo al desplazamiento dado por la carrera de la máquina universal (ver tabla 2), el cual no es válido para determinar el Módulo de Elasticidad (E) característico del material, para lo cual se requerirían captadores de deformación adecuados, colocados en

el segmento intermedio de la probeta. La metodología empleada se usó únicamente con el fin de observar la respuesta del material frente a diferentes velocidades de carga para el ensayo, mas no para la caracterización del material en estudio, por lo que los valores no son comparables con la norma NSR 10, aun cuando son muy parecidos.

Tabla 2.
Pendiente esfuerzo-deformación para diferentes velocidades

Velocidad mm/min	E _{prom} MPa	E _{max} MPa	E _{min} MPa
0,4	3316,21	3902,58	2725,31
0,6	3401,60	4112,49	2775,06
1,2	3872,71	5294,21	2436,91
2,5	4258,94	6035,28	3400,52

A pesar de la consideración tenida en cuenta anteriormente, el material muestra una curva con un segmento recto antes de desarrollar el esfuerzo máximo (ver figura 8), lo que muestra un comportamiento elástico frente a cargas de compresión, lo cual es deseable en el diseño para poder predecir el comportamiento de las estructuras de una manera satisfactoria, por medio del uso de modelos lineales, como la ley de Hooke.

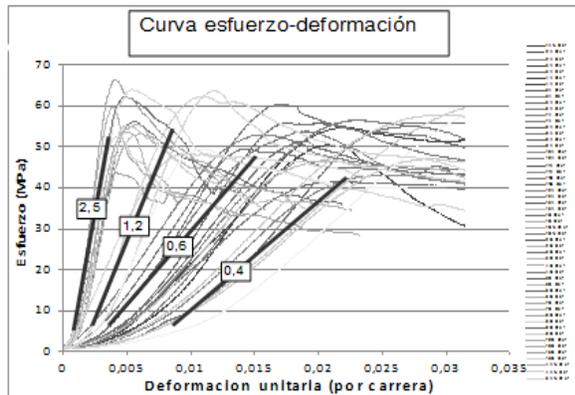


Figura 8. Curva esfuerzo-deformación para diferentes velocidades de carrera realizadas en diferentes probetas en cada caso.

Modo de Falla

Con respecto a los tipos de falla, se encontró que la velocidad no tiene influencia alguna en el tipo de falla predominante, de manera que los datos se analizan en conjunto. De acuerdo a la tabla 3, el tipo de falla predominante es la producida por aplastamiento en las

superficies en contacto con los platos de compresión, lo que demuestra la solidez de la estructura interna del material (adherencia entre fibras). En muchas ocasiones luego de continuar el ensayo por un tiempo prolongado, la probeta simplemente seguía "aplastándose", sin presentar otro tipo de falla.

Tabla 3.
Recurrencia de los tipos de falla

Tipo de falla	Recurrencia
A	47%
B	19%
C	25%
D y E	9%

En algunos casos ocurren simultáneamente dos tipos de falla, siendo el tipo de falla secundaria más usual el pandeo general de las fibras. Exceptuando la falla por pandeo local en los nudos (ver figura 9), la cual siempre ocurre sin la presencia de una falla secundaria, lo que evidencia la vulnerabilidad del material en la zona adyacente al nudo ante esfuerzos de compresión paralela a la fibra, acorde con los resultados obtenidos por Takeuchi, [19] donde las probetas con nudo presentaron menor resistencia.

Los esfuerzos de compresión paralela a la fibra en la zona del nudo, se desvían transformando una componente de éste en esfuerzos tangenciales (horizontales) que deforman las fibras hacia la periferia y a su vez esta deformación disminuye la resistencia a compresión de la probeta, similar al efecto P-delta que ocurre en una columna sometida a compresión.



Figura 9. Falla típica en el nudo.

Para la sección mostrada en la figura 10, se midió una inclinación promedio de 11,6° en las fibras, que produce una fuerza horizontal igual al 20% de la fuerza de compresión paralela a la fibra, lo que implicaría un esfuerzo bastante alto teniendo en cuenta la baja resistencia a los esfuerzos perpendiculares a la fibra que posee la guadua, lo que podría explicar la disminución en la resistencia a la compresión paralela en las probetas con nudo.

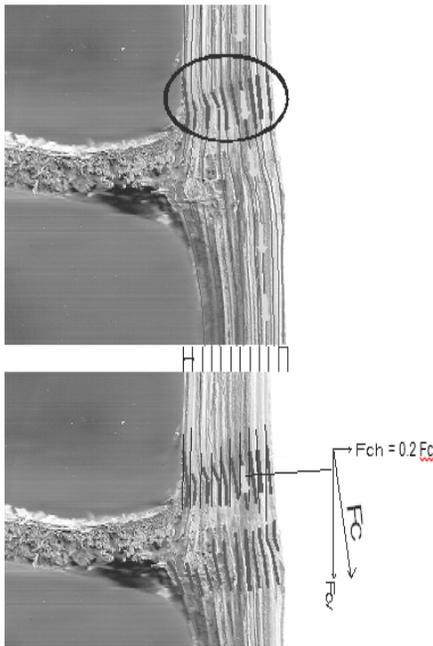


Figura 10. Desviación de los esfuerzos de compresión en el nudo

Al observar la curva esfuerzo-deformación típica que resulta del ensayo realizado, figura 11, a partir de la medición de la deformación entre los platos, se pueden observar varias zonas de falla del material. En la primera zona, se observa una falla casi repentina, donde cae la resistencia alrededor de un 15% para luego llegar a la segunda zona, donde mantiene la carga por largo tiempo e inclusive sufre algún grado de endurecimiento, hasta que de nuevo ocurre una falla y la resistencia disminuye aproximadamente un 35% con respecto a la resistencia máxima, en donde se mantiene con una disminución muy lenta de la resistencia. Aceptando a la *G. angustifolia* como un material compuesto por varias secciones unidas, cada una con propiedades diferentes, como lo expresa Londoño, [20] y que además es observable a simple vista, se pueden distinguir tres secciones: externa, intermedia e interna, (figura 12), por lo tanto, se puede suponer que ocurre una falla “escalonada” del material. La falla podría entonces propagarse desde la sección externa, la cual es delgada y rígida y por lo tanto soporta su máxima resistencia por muy poco tiempo; hasta la sección intermedia, de fibras menos rígidas y que se encuentra confinada por las secciones externa e interna y formando un arco entre ellas, lo cual podría explicar que mantengan una determinada resistencia por un tiempo más prolongado; hasta la sección interna más dúctil.

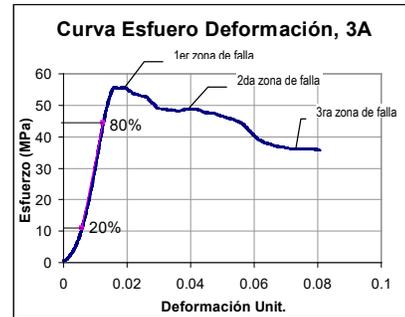


Figura 11. Curva esfuerzo-deformación típica, midiendo el movimiento de los platos

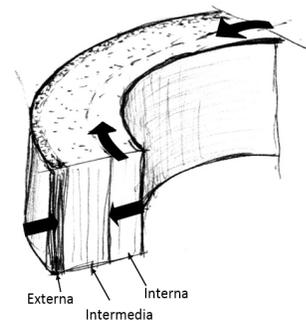


Figura 12. Hipótesis de confinamiento de la sección intermedia e interna de la corteza

Precarga o Presión de Contacto

En la parte inicial de las curvas Fuerza-Carrera, se observa una pendiente menor y algunas irregularidades, como se ve en la figura 13, lo que representaría una acomodación de la probeta mientras comienza a asumir la fuerza de compresión completa. Dicha acomodación parece finalizar cuando la fuerza llega a un rango entre 3 y 5kN. En este orden de ideas, se puede proponer para la *guadua* una precarga de 5kN para obtener una curva más representativa de la deformación de la probeta, debido a que la precarga especificada por la norma es de 1kN.

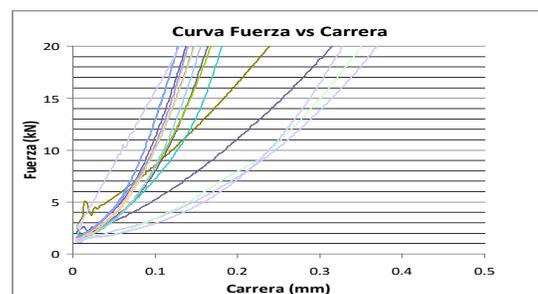


Figura 13. Inicio de la curva Fuerza vs Carrera

Conclusiones

1) La velocidad de aplicación de la carga de 0.6mm/min, propuesta en las normas ISO-N314-22157 y NSR 10, es adecuada para el ensayo de compresión paralela a la fibra, puesto que con ella se obtiene la mínima resistencia. 2) La sección transversal de la *G. angustifolia*, luego de ser escaneada, puede medirse por medios computacionales satisfactoriamente. 3) La velocidad del ensayo no influye en el tipo de falla producida en la probeta. 4) El tipo de falla predominante es la producida por aplastamiento en las superficies en contacto con los platos de compresión. 5) En general, la *G. angustifolia* tiende a mantener su integridad estructural sin colapsar repentinamente luego de haber desarrollado su resistencia máxima y esto es una ventaja sobre la madera.

Recomendaciones

1) Se propone que en las normas se incluya que las probetas de ensayo deben contener el nudo, porque el culmo constituido por varios canutos con nudo es el utilizado en la industria de la construcción, y además, debido a la desviación de la fuerza de compresión en el nudo lo que ocasiona la falla a un menor esfuerzo de compresión. 2) Se propone que para la Guadua *angustifolia* Kunth, la precarga para el ensayo deba ser de 5 kN, pues a 1kN todavía hay respuestas aleatorias.

Referencias Bibliográficas

- [1] Lobovikov M., Ball L., Guardia M. and Russo L.: "World Bamboo Resources: A Thematic Study Prepared in the Framework of the Global Forest Resources Assessment 2005", Non-wood forest products, Vol. 18, FAO, Rome, 2007.
- [2] Mingliang R. and Weiming S.: "Global Bamboo Industry Research: Present and Future", Forestry Economics, Vol. 06 (2008) 33-37.
- [3] Takahashi J.: "Bamboo in Latin America: Past, Present and the Future" International Bamboo Workshop, Abstracts and Papers, Wuyishan City, China (2006) 4-12.
- [4] Janssen, J.: "Laboratory Manual on Testing Methods for Determination of Physical and Mechanical Properties of Bamboo", INBAR, 2000.
- [5] Aijazi A. N.: "Material characterization of Guadua Bamboo and the environmental feasibility of structural bamboo products" Bachelor of Science Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2013.
- [6] Van der Lugt P., Vogtländer J. and Brezet H.: "Bamboo, a Sustainable Solution for Western Europe Design Cases, LCAs and Land-use", INBAR Technical Report No. 30 Delft, the Netherlands, 2009.
- [7] Janssen J.: "Designing and building with Bamboo", INBAR Technical Report No. 20 Beijing, People's Republic of China, 2000.
- [8] Sharma B.: "Seismic performance of bamboo structures", PhD Thesis, Faculty of Swanson School of Engineering, University of Pittsburgh, Pittsburg, 2010.
- [9] Sharma B., Harries K.A. and Ghavami K.: "Methods of determining transverse mechanical properties of full-culm bamboo", Construction and Building Materials Vol 38 (2013) 627-637.
- [10] Pacheco Puentes C. A.: "Resistencia a la tracción perpendicular a la fibra de la guadua angustifolia", Tesis de Grado, Fac. de Ingeniería Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 2006.
- [11] International Standards. ISO 22157-1: "Bamboo. Determination of physical and mechanical properties" 1st ed. Switzerland, 2004.
- [12] WINTTEST: "Manual de operación" Ibertest España, 2005.
- [13] INVIAS: Normas de ensayo para materiales de carreteras, Instituto Nacional de Vías de Colombia Bogotá, 2002.
- [14] INN. NCh801: "Elementos de construcción - Paneles - Ensayo de compresión", Norma Chilena Oficial Santiago de Chile, Chile, 2003.
- [15] INN. NCh973: "Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de compresión paralela" Norma Chilena Oficial Santiago de Chile, Chile, 1986.
- [16] Quintero C. M.: "Comportamiento de paneles de guadua en sección compuesta con láminas planas de fibrocemento" Tesis de grado Universidad del Quindío Armenia, Colombia, 2006.
- [17] Trujillo D. y López L. F.: "Diseño de uniones y elementos en estructuras de guadua", Memorias Seminario: "Avances de la investigación sobre Guadua". Proyecto U.T.P.-GTZ, Pereira, Colombia 2002.
- [18] Normas NSR 10- Título G - Estructuras de madera y estructuras de guadua, capítulo G.12, Reglamento colombiano de construcción sismorresistente, pp G-109, 2010.

- [19] Takeuchi C. P. y González C. E.: "Resistencia a la compresión paralela a la fibra de la *Guadua angustifolia* y determinación del módulo de elasticidad" *Ingeniería y Universidad* Vol 11(1) (2007) 89-103.
- [20] Londoño X., Camayo G. C., Riaño N. M. and López Y.: "Characterization of the anatomy of *guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoidae) culms" *Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society*. Vol. 16 (1) (2002) 18-31.

Recibido el 15 de Mayo de 2015
En forma revisada el 13 de Junio de 2016



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Vol. 39. N°2, Agosto 2016_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en Agosto de 2016, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve