

METODOLOGIA DE PREPARACION DE MUESTRAS EXPERIMENTALES EN PROCESOS INVESTIGATIVOS CON *Guadua angustifolia* Kunth.

RESUMEN

En esta publicación se presenta una metodología inédita para la preparación de muestras experimentales con fines investigativos de la especie "*Guadua angustifolia*", que serán usadas para la determinación de las propiedades físico - mecánicas siguiendo las normas Nacionales e Internacionales para el Bambú y la madera. Entre las Nacionales tenemos: NTC 549-03, NTC 225-04, Norma Unificada en Guadua. Las Normas Internacionales ISO/TR 22157-1 e ISO/TR 22157-2, además de las Normas Alemanas DIN 52 182, DIN 52 183.

PALABRAS CLAVES: Metodología, muestras experimentales, guadua.

ABSTRACT

This publication is an unpublished methodology. It is presented in this paper for the preparation of experimental samples of bamboo "Guadua angustifolia" that will be used in tests mechanical physique and been made by National and International norms of the Bamboo and wood. The National norms are NTC 549-03, NTC 225-04, Norma Unificada en Guadua. The International norms are ISO/TR 22157-1 e ISO/TR 22157-2, and the Germany norms DIN 52 182, DIN 52 183.

KEYWORDS: methodology, experimental samples, bamboo

1. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de productos maderables, el desarrollo sostenible y la globalización de la economía, han generado alternativas a nuevos mercados con perspectivas gigantes de industrializar productos novedosos; entre ellos están los productos de bambú, principalmente la especie *Guadua angustifolia* que se producen en países suramericanos y centroamericanos. La "*Guadua angustifolia*" sobresale no solo por sus condiciones y propiedades físico-mecánicas sino por la diversidad de aplicaciones que tienen en el desarrollo social y económico de muchos países tropicales.

Se espera que con la asesoría y el "know How" del BFH-Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (Instituto Federal para la Investigación Forestal y de Productos Maderables) que actúa en cooperación con la Universidad de Hamburgo, se puedan continuar procesos de cooperación e intercambio científicos con la Universidad Tecnológica de Pereira, representada por el Grupo de Investigación de Producción más Limpia.

En el marco de este proyecto cooperación se pretende desarrollar un proceso de experimentación, en los laboratorios de física y resistencia de materiales del BFH, empleando las normas DIN- 52 185, DIN- 52 188, DIN-EN 1534, DIN-EN- 204, que corresponden a las siguientes prueba: Determinación del esfuerzo de compresión, esfuerzo tracción, esfuerzo de flexión. Se pretende también emplear las normas ISO/TR 22157-1 e ISO/TR 22157-2, que corresponden a pruebas como climatización y preparación de probetas, determinación de las propiedades físico-mecánicas, además del

HÉCTOR Á. GONZÁLEZ

Profesor Asociado M.Sc.
Escuela de Tecnología Mecánica.
Universidad Tecnológica de Pereira
hagonza@utp.edu.co

JORGE AUGUSTO MONTOYA

Profesor Asistente M.Sc
Facultad de Ciencias Ambientales.
Universidad Tecnológica de Pereira
jorgeama@utp.edu.co

entrenamiento en el manejo de equipos para ensayos de madera.

En este artículo se presenta la propuesta metodológica para la preparación de las muestras experimentales de guadua que serán utilizadas, garantizando sus correctos orígenes, su trazabilidad, su protección contra ataques bióticos y abióticos exógenos en la Guadua y su correcto embalaje y transporte.

2. METODOLOGÍA

2.1 Selección y preparación de la guadua

Lugar de extracción de las muestras y condiciones ambientales

El origen del material para usar en la experimentación es de la especie "*Guadua angustifolia*", el cual fue extraído de los guaduales naturales del terreno inclinado, denominado "Loma", ubicados en el jardín botánico del vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira. Normalmente las zonas se clasifican en cima, loma y valle, valle es considerado hasta 50m después de una orilla de un río ó riachuelo. La figura 1 muestra el sitio de donde se cortó la guadua.

Edad de las muestras

Para la experimentación se tomó como variable importante el grado de maduración de la guadua, La edad es importante en la resistencia de la Guadua [8],[10]. Con el objetivo de analizar el comportamiento del material en cada una de las etapas de este proceso, por

tanto, se decidió cortar una guadua verde, otra madura y otra sobre madura, de acuerdo a las especificaciones en la [4] NTC 549-03. El proceso de corte se realizó siguiendo procedimientos de dicha norma.

Tramo respecto a la altura

Posteriormente las guaduas seleccionadas, fueron cortadas dependiendo de la altura sobre la longitud de la Guadua, o sea *Cepa* en la base, *Basa* en la mitad y *Sobrebasa* en la parte alta, no se tiene en cuenta el último tramo que es varillon, debido a lo delgado de su diámetro. Luego las muestras fueron sometidas a un procedimiento de corte para convertirlos en latas de guadua, con el fin de prepararlas para ser transportadas al BFH- Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (Instituto Federal para la Investigación Forestal y de Productos Maderables), ubicado en Hamburgo (Alemania), asegurando en todo momento su trazabilidad mediante una convención de identificación adecuada.



Figura 1. Guadua vivero UTP
Fuente: Autores

2.2 PROCEDIMIENTO DE CORTE

Se debe realizar bajo las recomendaciones [6] de la Norma Unificada en Guadua para el corte de guaduas y con algunas de las siguientes recomendaciones para ser usadas en la experimentación:

Utilizar las siguientes referencias para detectar que la guadua esta en su mayor grado de madurez para que tenga mayor resistencia [7], [8],[9] . El tallo debe mostrar manchas blancas con líquenes y en los nudos deben aparecer musgos [4].

El corte hay que hacerlo en el primero y segundo nudo [4], a ras de los tabiques, para evitar que quede almacenamiento de agua y que ello produzca la pudrición de la planta.

El corte debe ser limpio, por lo que se recomienda el uso de machete.

Para procesos experimentales o de investigación, las guaduas deben ser seleccionadas de terrenos así: Valle(a orillas de un acuífero, hasta 30 m de distancia), de Loma (pendientes) y Cima (si es plano y no hay acuíferos, se considera Cima).

En cada culmo cortar 3 trozos de 1 m de longitud de la siguiente manera:

Guadua verde: (menor o igual a 2 años):

Trozo 1: cortar en la mitad del entrenudo No. 10 (ó aprox. 1,80 m).

Trozo 2: cortar en la mitad del entrenudo No. 30 (ó aprox. 7,80 m) medidos de la base.

Trozo 3: cortar en la mitad del entrenudo No. 40 (ó aprox. 11,80 m) medidos de la base.

Guadua madura: (4~ 5 años):

Trozo 1: cortar en la mitad del entrenudo No. 10 (ó aprox. 1,80 m).

Trozo 2: cortar en la mitad del entrenudo No. 30 (ó aprox. 7,80 m) medidos de la base.

Trozo 3: cortar en la mitad del entrenudo No. 40 (ó aprox. 11,80 m) medidos de la base.

Guadua Sobremadura: (>5 años):

Trozo 1: cortar en la mitad del entrenudo No. 10 (ó aprox. 1,80 m).

Trozo 2: cortar en la mitad del entrenudo No. 30 (ó aprox. 7,80 m) medidos de la base.

Trozo 3: cortar en la mitad del entrenudo No. 40 (ó aprox. 11,80 m) medidos de la base.

Identificar bien cada trozo para asegurar su trazabilidad. Establecer una convención. Ver tabla No.1, V para verde, M para madura y SM sobremadura

Convertir esos trozos en latas, aproximadamente 7 latas por trozo, o sea 21 latas de 3 cm de ancha por Guadua, sin descortezar, pero retirándole las puntas de adentro de los nudos.

Pesar cada lata inmediatamente después de ser convertida a lata y medir el espesor en mm, con calibrador pie de rey o con micrometro en el centro de la curvatura en ambas puntas, para el caso de que se requiera determinar la contracción volumétrica.

EDAD	NUMERO DE LATAS		
		UBICACION	CANTIDAD
VERDE			
Cepa	V	1-X	1-8
Basa	V	2-X	2-7
Sobrebasa	V	3-X	3-5
Total latas verdes			20
MADURA			
Cepa	M	1-X	1-9
Basa	M	2-X	1-5
Sobrebasa	M	3-X	1-4
Total latas maduras			18
SOBREMADURA			
Cepa	SM	1-X	1-8
Basa	SM	2-X	1-7
Sobrebasa	SM	3-X	1-6
Total latas sobremaduras			21
TOTAL LATAS			59

Tabla 1. Convención para identificación de muestras de guadua angustifolia para experimentación.

Fuente: Autores.

Las convenciones de la tabla son las siguientes:

Identificación grado de maduración - Ubicación en la guadua - cantidad de latas = V - Cepa - X = V - 1 - 8.

Cada lata es marcada con esta convención, entonces a manera de ejemplo de la sobrebasa sobremadura salieron 6 latas, cada una de las cuales lleva la siguiente marcación:

SM-3-1, SM-3-2, SM-3-3, SM-3-4, SM-3-5, SM-3-6.

2.3 Procedimiento para tratamiento fitosanitario

Posterior al procedimiento de corte se realizó el procedimiento fitosanitario de desinfección contra insectos. La preparación para ataque contra insectos ha sido por inmersión en solución de sales de bórax en agua, ácido bórico al 4% y bórax al 4%, [11],[12]

La guadua se sumerge en la solución por un tiempo de 4 a 5 días, posteriormente se extrae y se hace tratamiento de difusión Celular, envolviendo las latas en plástico durante 3 días (en total este tratamiento es de una semana). Es aconsejable romper los tabiques o nudos transversales para una mayor penetración de la solución, en este caso se utiliza una varilla de ½” corrugada para hacer la perforación.

La figura 2 muestra las latas sumergidas para el procedimiento fitosanitario.



Figura 2. Latas de guadua sumergidas para tratamiento de preservación.

Fuente: Autores

2.4 Procedimiento de secado

Para prevenir el ataque de hongos e insectos, mejorar las condiciones de aplicabilidad de los preservantes, reducir el peso de las piezas y hacerlas más fácil en su manipulación, es necesario reducir el contenido de humedad de los tallos, hasta alcanzar valores entre 8% y 12%, [13].

Una vez las latas han sido desinfectadas, se inicia el proceso de secado para tratar de lograr un contenido de humedad promedio para estas muestras entre 8% a 12%. El secado se realizó en el secador por energía solar que esta instalado en el vivero de la UTP., y las latas fueron dejadas allí por un periodo de dos semanas.

Posteriormente, se retiraron las latas de guadua del secador y se realizó una medición del contenido de humedad en forma aleatoria, por el método gravimétrico, según norma DIN 183 y ISO 22 157-1 (6.6). La tabla 2 muestra el resultado de la medición. Generalmente la verde demora más tiempo en secarse, por lo que se recomienda tener cuidado.

MEDICION ALEATORIA DE HUMEDAD RELATIVA DE LATAS DE GUADUA		
IDENTIFICACION	TEMPERATURA °C	CONTENIDO HUMEDAD u %
V-3-5	25	12.5
V-1-4	25	22.8
V-2-5	25	11.4
M-1-2	25	8.0
SM-3-3	25	9.8

Tabla 2. Medición Humedad Relativa Latas de guadua.

Fuente: Autores.

La medición mostró datos esperados como que las latas de guadua verde deberían tener un grado mayor de humedad, pero las latas de madura y sobremadura estaban alrededor de de 8 a 10 %. En términos generales el secado de las latas fue un procedimiento exitoso.

La figura 3 muestra el secador solar con las latas de guadua en su interior, y en la figura 4 se muestra una vista en conjunto del secador solar.



Figura 3. Secador solar.
Fuente: Autores

Finalmente se realizó una medición de peso para cada una de las latas, la cual se muestra en la tabla 3.



Figura 4. Vista de conjunto del secador solar.
Fuente: Autores

PESOS DE LATAS DE GUADUA EN EDAD VERDE					
CEPA		BASA		SOBREBASA	
LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.
1-1	335.35	2-1	231.95	3-1	196.4
1-2	337.75	2-2	217	3-2	178.95
1-3	309.46	2-3	204.16	3-3	197.95
1-4	331.56	2-4	215.8	3-4	174.4
1-5	300.15	2-5	197.4	3-5	172.65
1-6	313.46	2-6	206.6		
1-7	320	2-7	222.6		
1-8	341				
TOTAL	2588.77		1495.4		920.35

Tabla 3. Peso de las latas de guadua en edad verde.
Fuente: Autores

PESOS DE LATAS DE GUADUA EN EDAD MADURA					
CEPA		BASA		SOBREBASA	
LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.
1-1	384	2-1	275.25	3-1	257.36
1-2	394.3	2-2	253.05	3-2	239.6
1-3	351.05	2-3	262.3	3-3	241
1-4	363.75	2-4	237	3-4	225.9
1-5	359.5	2-5	243.7		
1-6	376.9				
1-7	375.05				
1-8	367.75				
1-9	342.75				
TOTAL	3315.05		1271.3		963.85

Tabla 4. Peso de las latas de guadua en edad madura.
Fuente: Autores

PESOS DE LATAS DE GUADUA EN EDAD SOBREMADURA					
CEPA		BASA		SOBREBASA	
LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.	LATA No.	Peso Gr.
1-1	499.3	2-1	235.95	3-1	350.3
1-2	483.4	2-2	325.05	3-2	273.1
1-3	462.36	2-3	248.6	3-3	252.25
1-4	413.4	2-4	294.75	3-4	298.45
1-5	429.7	2-5	305.25	3-5	252
1-6	406.45	2-6	269.9	3-6	284
1-7	438.15	2-7	288.7		
1-8	463.3				
TOTAL	3586.05		1968.2		1710.1

Tabla 5. Peso de las latas de guadua en edad sobremadura.
Fuente: Autores

RESUMEN DE PESOS DE LATAS DE GUADUA			
	CEPA	BASA	SOBREBASA
	Peso Gr.	Peso Gr.	Peso Gr.
VERDE	2588.7	1495.4	920.35
MADURA	3315.05	1271.3	963.85
SOBREMADURA	3586.05	1968.2	1710.1
SUBTOTAL	6174.75	4734.9	3594.3
PESO TOTAL	14503.95		

Tabla 6. Resumen de pesos de latas de guadua.
Fuente: Autores

2.5 procedimiento de embalaje y transporte.

Cuando salen del país muestras de tipo vegetal o material biológico, con fines experimentales ó de exportación de *Guadua angustifolia*, en forma rolliza o en tablillas, las autoridades aduaneras de los países por donde transitan las muestras y el país receptor, exigen certificado de inspección fitosanitaria, que garantice que las muestras no transportan organismos que puedan generar epidemias o ataques a otros materiales de igual característica, incluyendo a humanos. Anterior al empaque se procedió a la inspección del ICA, Instituto Colombiano Agropecuario, quien expidió el certificado Fitosanitario No. 156672 con fecha Noviembre 11 de 2005, requisito para que las autoridades de Aduana de Colombia permitieran la salida de las muestras de guadua del país. Las latas de guadua para su transporte fueron empacadas por lotes correspondientes a cepa, basa y sobrebasa, y luego se reunió el total de las latas y se procedió a zuncharlas. Una vez zunchadas, se forro totalmente en

plástico y el paquete quedo herméticamente sellado, logrando con ello impedir cualquier contacto con otro material, o con otros ambientes.

Las latas de guadua fueron desde Pereira en Colombia hasta Hamburgo en Alemania, el día 15 de Noviembre de 2005, hacia el laboratorio de investigación en maderas de BUNDESFORSHUNGSANSTALT FUR FORST – UND HOLZWIRTTSCHAFT, ubicado en BFH, Institut VI, Leuschnerstr. 91, D-21031 Hamburgo y dirigidas al Dr. Johannes Welling telefax No. +49 40 42891 2925.

3. CONCLUSIONES

La metodología propuesta permitió al equipo de trabajo del proyecto de investigación, preparar con excelentes condiciones las muestras de guadua angustifolia para ser procesadas en el laboratorio del Instituto Federal para la Investigación Forestal y de Productos Maderables (BFH-Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft) de la ciudad de Hamburgo en Alemania.

La convención propuesta para la trazabilidad de las muestras funciono y en todo momento se supo a que tramo del culmo pertenecía cada probeta que fue sometida a ensayos posteriores.

Como se esperaba las muestras en edad verde presentaron mayor contenido de humedad, que las maduras y sobremaduras.

Para el diseño del experimento tener en cuenta, que el número de latas de la Cepa es mayor que en la Basa y la Sobrebasa, en algunos caso puede ser hasta el doble de latas, como en el caso de la Guadua madura.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO/TR 22157-1 Bamboo – Determination of physical and mechanical properties. Part 1: Requirements. Primera edición, 19 páginas, ISO 2004
- [2] ISO/TR 22157-2 Bamboo – Determination of physical and mechanical properties. Part 2: Laboratory manual. Primera edición, 21 páginas, ISO 2004
- [3] CIPASLA, Consorcio interinstitucional para una agricultura sostenible en ladera. La guadua. Disponible en la Web: http://www.cipasla.org/material_divulgativo/laguadu a.pdf
- [4] NTC 549-03: Norma para Cosecha y poscosecha, de la Guadua *Angustifolia Kunth*.

- [5] NTC 225-04: Norma para Preservación y Secado, de la *Guadua Angustifolia Kunth*.
- [6] NORMA UNIFICADA EN GUADUA. Reglamento para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduas, caña brava y bambúes. Bogotá D. C. Febrero 2002.
- [7] LIESE, W. (1998): The anatomy of bamboo culms. INBAR Techn. Rep. No 18 . Beijing, China. 208 p.
- [8] LIESE, W., Kumar, S. (2003): Bamboo preservation compendium. INBAR - CIBART, ABS-Technical Report No 22, New Delhi, India. 231 p.
- [9] SATTAR, M.A., Kabir, M.F., Bhattacharjee, D.K. (1991): Effect of the Age and Height Position of Muli (*Melocanna baccifera*) and Borak (*Bambusa balcooa*) Bamboo on the Physical and Mechanical Properties. Bamboo in the Asia pacific, proceeding 4th international Bamboo Workshop, FORSPA Publication N° 6, Chiangmai- Thailand, pp 183-187.
- [10] Abd. LATIF M., Liese, W. (1998): Moisture content of two Malasyan Bamboos in relation to age, culm height, site and harvesting month. Bamboo for Sustainable Development, Costa Rica, 257-268pp.
- [11] MONTOYA A., Jorge Augusto. (2002): Tesis Maestría “Investigación Tecnológica en Métodos para la Preservación de la *Guadua Angustifolia Kunth*, Universidad Nacional de Colombia, páginas 190, Manizales,.
- [12] MONTOYA A., Jorge Augusto. (2005): Sap displacement method – metodo de desplazamiento de savia (metodo boucherie) para la preservación de la *guadua angustifolia kunth*. Scientia et Technica UTP, Año XI, No 28.
- [13] MONTOYA A. Jorge Augusto & OROZCO H. Carlos Alberto. (2004): Secado solar y convencional de la *Guadua angustifolia* Kunth. Scientia et Técnica UTP, Año xx, N° xx, pp 133-137.