

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**PROPIEDADES FÍSICAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES *Bambusa longispiculata*
(Gamble ex Brandis) y *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, ZONA TINGO MARÍA.**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. L. Gerónimo', written over a horizontal line.

PRESENTADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Gerónimo', written over a horizontal line.

FIGURELLA LYNN GERONIMO MACEDO

Tingo María – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 04-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 30 de octubre de 2024, a horas 11:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“PROPIEDADES FÍSICAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES *Bambusa longispiculata* (Gamble ex Brandis) y *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, ZONA TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller: **IORELLA LYNN GERONIMO MACEDO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “BUENO”.


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 07 de enero de 2025


Ing. MSc. RAUL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE


Dr. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
MIEMBRO


Ing. M. Sc. RICARDO OCHOA CUYA
MIEMBRO


Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
ASESOR


Ing. MSc. CLEIDE SANTOS FLORES
ASESOR





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 136 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PROPIEDADES FÍSICAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES <i>Bambusa longispiculata</i> (Gamble ex Brandis) y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) Kurz, ZONA TINGO MARÍA.	IORELLA LYNN GERONIMO MACEDO	13 % Trece	Menor a 20 %

Tingo María, 28 de abril de 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL





Título : Propiedades físicas de dos especies de bambués *Bambusa longispiculata* (Gamble ex Brandis) y *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, zona Tingo María.

Programa de investigación : Ciencias básicas Forestal (Química –Física - Anatomía Forestal Biotecnología)

Línea de investigación : Física Forestal

Eje temático : Propiedades físicas de la madera y otros materiales lignocelulósicos

Autor : GERONIMO MACEDO, Fiorella Lynn 

Asesor (es) : Ing. M. Sc. PECHO DE LA CRUZ, Robert Gilbert
Ing. M. Sc. SANTOS FLORES, Cleide 

Lugar de ejecución : BRUNAS

Duración : 6 meses

Financiamiento : 3,051.00

FEDU : NO

Propio : SI

Otros : NO

Tingo María – Perú
OCTUBRE 2024

DEDICATORIA

A Dios, por siempre estar conmigo y regalarme cada maravilloso día para cumplir cada una de mis metas.

A mis padres Abraham Geronimo y Susana Macedo por su incondicional apoyo, por confiar en mí, por siempre motivarme a alcanzar mis anhelos. A mis hermanos Betsy, susana, kevin, Jarumy, por sus consejos, apoyo y cariño que me brindan.

Al amor de mi vida por ser mi fuente de motivación e inspiración mi amado hijo Neythan Bastian

te amo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser la base de mi formación profesional y personal.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por ser fuente de aprendizaje durante el proceso de mi formación profesional.

A mis asesores, Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz y M. Sc. Cleide Santos Flores, por su orientación profesional, apoyo en la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.

A mis jurados: Ing. MSc. Raúl Araujo Torres, Al Dr. David Quispe Janampa y Ing. M.Sc. Ricardo Ochoa Cuya; por sus sugerencias, aportaciones y consejos durante la etapa que duro el trabajo de investigación.

Al señor Mario Soza, por sus consejos y ayuda en el proceso de la extracción de muestras para la realización de la tesis.

A mis amigos: Yuvis, Yassira, Elayne, Mariela, Denys y demás amigos quienes fueron una gran ayuda con su tiempo y consejos desinteresados durante la ejecución en la redacción de esta tesis.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades del bambú	3
2.1.2. Propiedades físicas del bambú.....	5
2.1.3. Taxonomía de <i>Bambusa longispiculata</i> Gamble ex Brandis.	8
2.1.4. Taxonomía de <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) Kurz.....	9
2.2. Estudio del arte.....	10
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Lugar de ejecución.....	14
3.1.1. Ubicación política.....	14
3.1.2. Ubicación geográfica	14
3.2. Material y métodos	14
3.2.1. Materiales y equipos	14
3.2.2. Metodología.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Contenido de humedad (%).....	23
4.1.1. Contenido de humedad saturada (%).....	23
4.1.2. Contenido de humedad seco al aire (%).....	27
4.2. Densidad.....	30
4.2.1. Densidad saturada (g/cm ³).....	30
4.2.2. Densidad básica (g/cm ³).....	33
4.2.3. Densidad anhidra (g/cm ³).....	37
4.3. Cambio dimensional	41
4.3.1. Contracción tangencial (%).....	41

4.3.2. Contracción radial (%).....	44
4.3.3. Contracción longitudinal (%).....	46
V. CONCLUSIÓN.....	49
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	50
VII. REFERENCIAS.....	51
ANEXO	55

ÍNDICE DE TABLA

Tabla	Página
1. Ubicación geográfica de los ambientes.....	14
2. Distribución de factores y niveles en estudio.	21
3. ANVA del Contenido de humedad saturada de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	23
4. ANVA del Contenido de humedad seco al aire de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	27
5. ANVA de la Densidad saturada de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	31
6. ANVA de la densidad saturada de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	34
7. ANVA de la densidad anhidra de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	38
8. ANVA de la contracción tangencial (%) de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	42
9. ANVA de la contracción radial (%) de <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	44
10 ANVA de la contracción longitudinal (%) <i>G. apus</i> y <i>B. longispiculata</i>	46
11. Promedios de contenido de humedad saturada (%) en dos especies de bambúes y niveles de altura	56
12. Promedios de contenido de humedad seco al aire (%) en dos especies de bambúes y niveles de altura	56
13. Promedios de la densidad saturada en dos especies de bambúes y niveles de altura	56
14. Promedios de la densidad básica en dos especies de bambúes y niveles de altura.....	57
15. Promedios de la densidad anhidra en dos especies de bambúes y niveles de altura.	57
16. Promedios de la contracción radial en dos especies de bambúes y niveles de altura	57
17. Promedios de la contracción tangencial en dos especies de bambúes y niveles de altura.....	58
18. Promedios de la contracción longitudinal en dos especies de bambúes y niveles de altura.....	58

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Obtención de probeta a tres niveles de altura	16
2. Comparaciones múltiples del contenido de humedad saturada en especies	24
3. Comparaciones múltiples del contenido de humedad saturada en niveles de altura ..	26
4. Comparaciones múltiples del contenido de humedad seco al aire en especies	29
5. Comparaciones múltiples del contenido de humedad seco al aire en niveles de altura	30
6. Comparaciones múltiples de la densidad saturada en especies	32
7. Comparaciones múltiples de la densidad saturada en niveles de altura.....	33
8. comparaciones múltiples de la densidad básica en especies	35
9. Comparaciones múltiples de la densidad básica en niveles de altura	37
10. Comparaciones múltiples de la densidad anhidra en especies.....	38
11. Comparaciones múltiples de la densidad anhidra en niveles de altura	40
12. Comparaciones múltiples de la contracción tangencial (%) en especies	43
13. Comparaciones múltiples de la contracción tangencial (%) en niveles de altura	43
14. Comparaciones múltiples de la contracción radial (%) en especies	45
15. Comparaciones múltiples de la contracción radial (%) en niveles de altura.....	45
16. Comparaciones múltiples de la contracción longitudinal (%) en especies	47
17. Comparaciones múltiples de la contracción longitudinal (%) en niveles de altura ..	47
18. Evaluación de cañas de bambúes	59
19. Selección y marcado de cañas a cortar	59
20. Medición de la longitud de internudos	60
21. Extracción de anillos	60
22. Obtención de probetas para ensayos físicos	61
23. Codificación de las probetas a investigar	61
25. Acondicionamiento de las probetas	62
24. Registro de pesos de las probetas.....	62
26. Medición de la dirección longitudinal.....	63
27. Medición en la sección tangencial y radial de las probetas obtenidas	63
28. Probetas sometidas a la estufa	64
29. Parafinado de probetas	64

RESUMEN

El objetivo fue estudiar las propiedades físicas de dos especies de bambúes para lo cual se adaptó bajo la NTC 5525 para ensayos físicos de ambas especies, para lo cual se seleccionaron 5 cañas por cada especie proveniente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, los resultados obtenidos fueron: El contenido de humedad saturada mostró similitudes entre ambas especies (*G. apus*: 69.21%, *B. longispiculata*: 64.19%), con una notable variación entre la base (73.87%) y el ápice (58.72%). Similarmente, el contenido de humedad seco al aire fue comparable (*G. apus*: 13.94%, *B. longispiculata*: 14.3%), aunque la base (14.44%) superó significativamente a la media (13.77%). En densidad, *B. longispiculata* (1.24) fue más densa que *G. apus* (1.18), manteniendo uniformidad a través de la base, medio y ápice. La densidad básica no difirió significativamente entre especies (*G. apus*: 0.71, *B. longispiculata*: 0.76), ni a través de los niveles de altura. Sin embargo, la densidad anhidra fue significativamente mayor en *B. longispiculata* (0.95) respecto a *G. apus* (0.82), con variaciones notables entre la base, medio y ápice. La contracción tangencial fue mayor en *G. apus* (7.12) que en *B. longispiculata* (6.29), con marcadas diferencias entre la base, medio y ápice. La contracción radial no varió significativamente entre especies (*G. apus*: 10.00, *B. longispiculata*: 9.62), pero sí entre niveles de altura, siendo más alta en la base y menor en el ápice. Finalmente, la contracción longitudinal fue superior en *G. apus* (0.61) comparado con *B. longispiculata* (0.48), influenciada por la altura, con la base mostrando la mayor contracción y el ápice la menor.

Palabras claves: Norma técnica colombiana, contenido de humedad, *Bambusa longispiculata*, *Gigantochloa apus*, *Dendrocalamus asper*

ABSTRACT

The objective was to study the physical properties of two species of bamboo for which it was adapted under NTC 5525 for physical tests of both species, for which 5 canes were selected for each species from the Reserved Forest of the National Agrarian University. de la Selva, the results obtained were: The saturated moisture content showed similarities between both species (*G. apus*: 69.21%, *B. longispiculata*: 64.19%), with a notable variation between the base (73.87%) and the apex (58.72%). Similarly, air dry moisture content was comparable (*G. apus*: 13.94%, *B. longispiculata*: 14.3%), although the base (14.44%) significantly exceeded the average (13.77%). In density, *B. longispiculata* (1.24) was denser than *G. apus* (1.18), maintaining uniformity through the base, middle and apex. Basic density did not differ significantly between species (*G. apus*: 0.71, *B. longispiculata*: 0.76), nor across elevation levels. However, the anhydrous density was significantly higher in *B. longispiculata* (0.95) compared to *G. apus* (0.82), with notable variations between the base, middle and apex. Tangential contraction was greater in *G. apus* (7.12) than in *B. longispiculata* (6.29), with marked differences between the base, middle and apex. Radial contraction did not vary significantly between species (*G. apus*: 10.00, *B. longispiculata*: 9.62), but it did vary between height levels, being highest at the base and lowest at the apex. Finally, longitudinal contraction was greater in *G. apus* (0.61) compared to *B. longispiculata* (0.48), influenced by height, with the base showing the greatest contraction and the apex the least.

Keywords: Colombian technical standard, moisture content, *Bambusa longispiculata*, *Gigantochloa apus*, *Dendrocalamus asper*,

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en la Amazonia peruana se está intensificando la disminución de nuestros ecosistemas forestales por la incrementación de la agricultura migratoria y a la sobreexplotación de especies maderables por parte de taladores ilegales. Con los años, se propuso trabajar y aprovechar el uso de los productos forestales no maderables, el bambú, esta especie nos brinda muchas bondades como son: rápido crecimiento, mayor captura de CO₂, alta resistencia mecánica, entre otros.

En el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), existen una diversidad de especies de bambúes, que fueron instaladas cuando era la Estación Experimental Tingo María. Las especies *Bambusa longispiculata* y *Gigantochoa apus* en los últimos años ha incrementado su uso en muchas partes del país como San Martín, Ucayali, Amazonas, Piura y Huánuco. Sin embargo, no es muy utilizado por la falta de estudios tecnológicos, asimismo existen en el país muy poca información referente a estas características tecnológicas. Por tal motivo se plantea las siguientes interrogantes ¿Cuáles serán las propiedades físicas de las dos especies de bambúes *B. longispiculata* y *G. apus*, zona Tingo María?

Este estudio surge por la necesidad de proporcionar información científica que apoye el manejo y la utilización sostenible de *B. longispiculata* y *G. apus* en Tingo María. Comprender las propiedades físicas de estas especies permitirá no solo mejorar su explotación industrial, sino también contribuir a prácticas de conservación y manejo forestal más eficaces. Además, la disponibilidad de datos precisos puede incentivar el desarrollo de nuevas aplicaciones y productos a base de bambú, fomentando el desarrollo económico local y la sostenibilidad ambiental.

Esta investigación de las propiedades físicas de las especies *B. longispiculata* y *G. apus*, permitirá brindarnos información relevante para poder generar mayor valor agregado y dar mayor mano de obra en la zona. Para lograr esta información la investigación tendrá los siguientes objetivos.

Objetivo general

- Estudiar las propiedades físicas de dos especies de bambúes *B. longispiculata* y *G. apus*, en diferentes niveles de altura y orientación, de la zona Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de humedad saturado y seco al aire de dos especies de bambúes *B. longispiculata* y *G. apus*, en tres niveles de altura y orientación.
- Determinar la densidad saturada, básica y anhidra de dos especies de bambúes *B. longispiculata* y *G. apus*, en tres niveles de altura y orientación.
- Determinar la contracción tangencial, radial y longitudinal de dos especies de bambúes *B. longispiculata* y *G. apus*, en tres niveles de altura y orientación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del bambú

Aguirre et al. (2018), menciona que el bambú son una de las plantas más antiguas y atípicas del planeta tierra, donde informa que estas familias ya existían en la época de los dinosaurios; ya que por las buenas condiciones que se encontraban en su ecosistema, tenían la facilidad en un mejor crecimiento y desarrollo. Lo designaron bajo un nombre de “el acero vegetal” por su gran flexibilidad y resistencia para su supervivencia.

El bambú es caracterizado por tener un tallo largo y leñoso en diferentes dimensiones de diámetro, su floración infrecuente y ramaje completo. Esta planta presenta una variación en la familia de las gramíneas herbáceas, por que desarrollan muchos culmos “cañas” por año (ECOBAMBÚ, 2006).

Sungkaew et al. (2009), el bambú presenta medidas diferentes porque son descritas como plantas herbáceas o leñosas. Como por ejemplo las pequeñas pueden tener 1 m de largo y sus tallos “culmos” medio centímetro de diámetro, las grandes de 25 m de alto y 30 cm de diámetro, pero el verdadero bambú sus tallos son leñosos. Por otra parte, Mercedes (2006) menciona que cada especie varía por sus características de nudos y entrenudos, principalmente los tallos, teniendo como ayuda para su clasificación taxonómica.

Según Phillips (2013), confirma que el bambú tiene un mejor desarrollo en suelos drenados, húmedos y fértiles, rechazando los sitios pantanosos. También menciona que toda tierra no apta para cultivos de producción como colinas, pueden ser lugares posibles para su producción de bambú.

Martínez (2015), describe al bambú como una planta perenne ya que se incrusta muy fuerte en el suelo por medio de sus rizomas subterráneos; tiene una morfología puntiaguda en la parte extrema y puede enraizar suelos muy pedregosos y duros. Posee unas yemas redondeadas donde crecerán las cañas u otros rizomas.

- **Ventajas del bambú**

Tiene un rápido crecimiento, pudiendo ser maduro entre los 5 y 6 años de edad.

Tiene buena durabilidad, es un material ligero y de alta rigidez.

A través de sus raíces y tallos, ayuda a conservar y recuperar suelos degradados (Rodríguez y Ruiz, 2016).

- **Desventajas del bambú**

Sus tallos no crecen rectos ni de secciones regulares, es su naturaleza propia de su desarrollo.

Al igual que la madera, el bambú necesita de preservadores porque es un material natural.

Rodríguez y Ruiz (2016), informa que la madera y el bambú son excelentes usos para material de construcción, pero también pueden ser destruidas por el fuego que es su principal agente destructor.

- **Importancia del bambú**

a) **Importancia económica**

Fernández (2004), menciona que el bambú abarca como materia prima para muchas industrias de mueblerías; y para las inversiones de recuperar su recurso es a corto plazo. Con este material primario se puede realizar trabajos de Conducción de agua, invernaderos, puentes rurales, pisos, artesanías, juguetes, muebles, etc.

Tiene un costo menos que la madera, ya que la obtención del material primario no genera una presión en demanda y siempre estará accesible para la demanda Social (Fernández, 2014).

b) **Importancia ecológica**

Genera un impacto ecológico positivo para el desarrollo de Kyoto, debidamente que es fácil de propagar, realiza una alta captura de bióxido de carbono, es de crecimiento rápido y produce oxígeno (Fernández, 2014).

- **Suelo**

Según su estudio Añazco y Rojas (2015), mencionan al bambú como una especie gramínea, porque realiza servicios ecosistémicos como: prevención en la erosión del suelo, protege la flora y fauna silvestre, sirve como protección de franja ribereña, evita deslizamientos debido a sus rizomas, mejora el sitio dando una belleza paisajística.

- Agua

Herrera (2020), menciona que el bambú coopera con la regulación de caudales, ya que las plantaciones no ayudan a la infiltración rápida en los suelos y así evitando un aumento de caudal.

2.1.2. Propiedades físicas del bambú

Para el buen uso final del bambú, se tiene que conocer las propiedades del tallo, por medio de su estructura y sus características anatómicas de la especie. Las propiedades mecánicas del tallo dependen de acuerdo a su contenido y diámetro de sus fibras, su espesor de las células en sus fibras, es muy importante su composición anatómica del bambú, para su buen uso en las industrias de construcción. Permitiendo realizar construcciones para componentes estructurales como: columnas, vigas, y diferentes usos (Pilco, 2016).

Pérez (2014), afirma que el contenido de la caña en porcentaje se basa en 50% de parénquima, 40% de fibra y 10% de tejidos conductivos que son: vasos y tubos cribosos, que varían según la especie. La caña presenta una distribución horizontal tanto como vertical en sus tejidos, mientras que el parénquima y el tejido conductivo se encuentran mayormente en el tercio interno de la pared celular. Las fibras aumentan en dirección de la base hasta la punta, mientras que el parénquima va disminuyendo. Al no aprovechar la parte alta de la caña, hacemos un gran desperdicio alto en contenido de fibras.

Las propiedades mecánicas para su buen uso de la Guadua, dependerá de su edad de corte, sus propiedades físicas, que sección de culmo se utilizará y la especie botánica.

- Contenido de humedad

INBAR (2015), concluyó que los bambús de temprana edad tienen mayor concentración o acumulación de humedad que los bambús maduros, estimando que un culmo joven tiene el 100% de contenido de humedad, a diferencia de los culmos maduros oscila entre 60 y 90%. Esto lleva a una gran importancia el saber la cantidad del contenido de humedad que pueda tener su estructura celular, ya sea también en el interior de los vasos y las paredes de las células.

La temperatura y la humedad serán determinantes para que el bambú en su ambiente tenga una estabilidad en su contenido de humedad (%), siendo que, al estar menos

expuesto a lugares húmedos y menor contacto con el agua, será menos el ataque de algunas plagas o enfermedades a la planta (Li, 2002).

Para Estacio (2013), argumenta que es importante conocer el contenido de humedad (CH) del bambú antes de poder ser utilizada como edificaciones estructurales. En información del contenido de humedad el bambú es importante conocer que:

- Es un material higroscópico, porque tiene la facilidad de ganar o perder el agua acumulada dentro de ella y dependerá al ambiente donde este expuesto.
- Al tener un menor contacto con el agua o no estar en zonas tan húmedas, estabiliza un porcentaje de 10 y 25%. Otra característica es cuando el bambú llega a perder su contenido de humedad al ser cortado, también por la temperatura atmosférica realiza un secado natural que el bambú intenta retener.
- Cuando el bambú tiene variaciones en su contenido de humedad, ésta permite que tenga una contracción o expansión en su estructura.
- La concentración alta de humedad en el bambú ayuda a reducir el deterioro rápido del material por ataques de insectos un hongo. Para luego poder ser secado y facilitar su manejo y transporte.

Estacio (2013), menciona que el Contenido de Humedad (%) es proporción de agua en la materia, este se obtiene mediante la fórmula:

$$CH(S) = \frac{ph - psh}{psh} \times 100$$

Dónde:

CH(s) = Contenido de humedad en estado saturado (%)

Ph =Peso húmedo

Psh =peso seco al horno

- **Densidad**

Es la masa y el volumen teniéndose como relación al ocupar en un mismo cuerpo. Siendo el peso del agua en sus cavidades internas y el peso del material es el aumento de la parte sólida.

Estacio (2013), incluye que la fórmula de la densidad es la más usada, en condiciones que se basa en (peso seco al horno y volumen verde) siendo estables a una determinada especie. Su parte sólida tiene un valor estimado de 1,56 g/cm³ de pequeñas especies variadas. A cambio el bambú guadua presenta una densidad básica entre los 0,5 g/cm³ a 0,9 g/cm³, desde la parte de la cepa hasta la sobre base respectivamente.

- Contracción

Ruiz (2016) indica que los cambios del Contenido de Humedad (%), generan variaciones dimensionales en el material leñoso, esto sucede ya que las paredes celulares aumentan o disminuyen el agua higroscópica. El cambio dimensional se genera cuando existe una fluctuación del C.H., cabe recalcar que la pérdida de agua libre no ocasiona ninguna variación dimensional, a diferencia de la pérdida del agua higroscópica.

Para Montoya y Prozco (2008), la contracción del bambú empieza desde la etapa que se realiza el corte, ya que a partir de esta etapa comienza a perder agua, hasta llegar a una condición semi-seca, con un valor constante y que desciende con la edad y altura de las cañas.

La contracción aparente de las cañas de bambú en sentido radial es moderadamente mayor, en algunos casos es muy similar a la contracción en sentido tangencial. Esto debido a dos factores: uno de ellos es que el bambú carece de células orientadas radialmente, a comparación de la madera, lo que llegaría ser un limitante esta contracción en la dirección radial, también los canutos de los culmos se secan o se humedecen, lo que conlleva que el transporte del agua está dado de forma radialmente a través de la lacuna y, por ende, la inestabilidad dimensional se origina principalmente en la dirección radial (Liese y Köhl, 2015).

Según el contenido de humedad que tenga la *Guadua*, se podrá conocer el volumen de ésta. Logra contraerse al perder agua en la dirección axial o de las fibras siendo un mínimo de 0,8%, en su dirección radial pierde un estimado de 1 a 7,8% y en dirección tangencial un aproximado de 5 a 11,5%.

Tiene una mayor contracción en la parte alta que en su parte interna, haciendo que se agrieten y alabeen la *Guadua*.

La *Guadua* tiene la necesidad de hincharse al absorber mucha humedad, a diferencia de ser sumergida su volumen es muy poco al aumentar en la parte axial y de las

fibras con un 2,5 en porcentaje, pero, en peso su aumento oscila entre 50 al 150 por ciento. Puede aumentar su volumen hasta llegar al punto de saturación (20 a 25 por ciento de agua), llegando a este límite, su volumen ya no puede aumentar más, aunque siga absorbiendo agua. Es muy importante tener en consideración las variaciones de volumen que están sometidas a cambios de sequedad y humedad con la finalidad del buen uso en obras y no comprometan a la misma (Angeles, 2014).

2.1.3. Taxonomía de *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis.

Cronquist (1981), reporta que la especie *Bambusa longispiculata* tiene la siguiente descripción taxonómica:

Reyno: PLANTAE

División: MAGNOLIOPHYTA

Clase: MONOCOTILEDONEAS

Sub Clase: COMMELINIDAES

Orden: POALES

Familia: GRAMINEA

Género: *Bambusa*

Especie: *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis

N. común: Bambú

2.1.3.1. Descripción

Se encuentran en zonas de las matas o macollo, sus brácteas de forma caedizas, con longitud de 20 – 35 cm y de 20 cm de ancho, tiene un color pardo claro y color negro en la parte externa, éstas se encuentran entrelazadas en las tres cuartas partes de los entrenudos del culmo. Sus hojas con dimensiones: de forma lanceolada 25 – 28 cm y su longitud de 4 cm, se observa que tiene una coloración verde oscuro en su haz y verde blanquecino u plomizo en el envés. A diferencia de otras especies, tiene una ventaja en florecer en periodos muy cortos, desde el entrenudo 1 fluctúa una distancia de 30 cm hasta el entrenudo 7 con 60 cm; incrementándose en la parte superior de los culmos, esto da un promedio de los 7 entrenudos basales es de 46 cm. Por último, tiene las siguientes dimensiones en su estructura de forma, altura: 8 – 15 m, diámetro: 5 – 6 cm, espesor: 1,5 cm; sus ramas son pequeñas en la parte basal, las cañas a temprana edad ya tienden a arquearse fácilmente presentado una coloración verde gris.

El promedio de crecimiento por día es de 16,5 cm, se usa para leña, artesanía, confección de faroles, etc. (Ruiz y Arévalo, 2008).

2.1.4. Taxonomía de *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz.

Según su investigación Cronquist (1981), informa que su clasificación taxonómica es:

Reyno: PLANTAE

División: MAGNOLIOPHYTA

Clase: MONOCOTILEDONEAS

Sub Clase: COMMELINIDAES

Orden: POALES

Familia: GRAMINEA

Género: *Gigantochloa*

Especie: *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz

N. Común: Bambú

2.1.4.1. Descripción

Esta especie tiene las siguientes medidas de su estructura: los culmos laterales que tienen entre ellos son de 20 – 35 m de altura, de 7 – 9 cm de diámetro, su pared de 1,5 cm de espesor y un orificio promedio de 7 cm. El color de las cañas son verde oscuro, rectas y arqueadas; al ser selectivo para su aprovechamiento, la mata o el macollo compacto genera obstáculos y las cañas maduras se encuentran en la parte interna de la mata. Las cañas al aprovechar generan un poco de escozor en la piel, debido a que la existencia abundante de rácteas en los culmos crean muchos pelos hirsutos de color negro ya sea en la parte externa e interna de las cañas, a cambio las ramas laterales y terminales son grabas.

Ruiz y Arévalo (2008), mencionan la descripción de la especie *Gigantochloa apus*, que crece por día un promedio de 15,3 cm, es simpodial porque nacen en zonas laterales de matas o macollo, sus brotes presentan una coloración negruzca con el tipo de hojas cualinares dando protección al brote. Las brácteas enlazadas con las cañas tienen medidas de 25 – 45 cm en longitud y de 26 – 36 cm de ancho con una coloración de marrón oscuro a negruzco muy abundante en la parte externa, generando un escozor al contacto directo. Para el tipo de hojas deciduas son alternas, con dimensiones de 15 – 30 cm de largo y 3 – 4 cm de ancho, con un color verde oscuro en el haz y su envés de color verde claro. Los nudos tienen

una sola yema en colores crema u amarillo. El promedio de las 7 secciones en los entrenudos basales es de 36,5 cm, entendiéndose oscila desde los 23 cm correspondiente del entrenudo 1 hasta 48 cm que corresponde al entrenudo 7 haciendo una extensión máxima de 50 cm y estabilizado en la parte media de la caña con diferencia en reducirse hasta la parte apical.

2.2. Estado del arte

Calo (2018), caracterizó las propiedades físicas y mecánicas en tres especies de bambú para su construcción con edades de cuatro y cinco años. Obtuvo resultados en propiedades físicas de la especie *Dendrocalamus asper* en el ápice 34,46%, 42,29% en medio y 45,48% en la base. Por otra parte, la especie *Guadua angustifolia* tuvo en su ápice 57,90%, medio 85,86% y en su base 94,73%. A diferencia de la especie *Guadua verticillata* tuvo C.H. en su ápice 37,67%, en el medio 51,30% y en la base 57,77%. Para su densidad en estado húmedo para la especie *D. asper* en el ápice 846,44 kg/m³, en medio 857,64 kg/m³ y en la base de 890,96 kg/m³; para la especie *Guadua angustifolia* tuvo en estado húmedo en ápice 827,47 kg/m³, en medio 839,20 kg/m³ y en base 868,00 kg/m³; y en la especie *Guadua verticillata* en el ápice 762,05 kg/m³, en el medio 839,29 kg/m³ y en la base 850,59 kg/m³.

Estacio (2013), trabajó con la especie “*Guadua angustifolia*” que es una planta proveniente de Bagua, distrito de Aramango, en el departamento de Amazonas. Donde extrajo culmos de bambú en estado verde, luego fueron evaluados y acondicionados mediante ensayos de laboratorio; tanto para obtener resultados de sus propiedades físicas y mecánicas. Registrando su densidad de 0,597 kg/ cm³ en promedio general, para su contracción: 8,72% en diámetro, 12,36% en su espesor y 0,26% en longitud donde se concluye que los principales cambios dimensionales en el bambú son por la contracción al diámetro exterior y su espesor.

Cano (2012), estudió tecnológicamente 3 especies de bambú *Guadua angustifolia*, *Gigantochloa verticillata* y *Giganteus apus*. En el C.H. el porcentaje más bajo en *Gigantochloa verticillata*, la *Giganteus apus* presenta el mayor porcentaje de humedad, característica que puede asociarse al espesor de pared de los culmos. En la densidad básica se encontró que la densidad media más alta es en la *Gigantochloa Verticillata*, lo que resulta interesante pues es la especie que reporta menor espesor de pared a lo largo de los culmos, en la densidad de saturación o estado saturado el valor más bajo se registró en *Guadua angustifolia*. En la contracción volumétrica se registró que estadísticamente el valor más bajo la

Gigantochloa verticillata, lo que muestra que dimensionalmente es más estable, el valor más alto estadísticamente fue en *Guadua angustifolia*.

Zavaleta (2023), en su investigación en Pueblo Nuevo y Laguna de los Milagros sobre las propiedades físicas y bajo las NTC, obtuvo resultados de 78,89% en C.H.S. en Pueblo Nuevo y 69,19% en Laguna de los milagros, en la Base fue de 88,12%, Medio 73,73% y el Ápice de 60,27%. No existió diferencia estadística en el C.H. para el método de secado al aire libre. La especie *D. asper* en su densidad no presentó diferencias estadísticas entre las dos localidades y los niveles de altura; si fue superior en niveles del medio y ápice; y siendo superior en densidad básica con 0,69 g/cm³, la densidad anhidra fue parecido en las localidades y niveles de altura. El cambio dimensional en la contracción tangencial y radial fue parecido en ambas localidades, El nivel de altura superior al nivel base con 15,40% y 17,62%. No se encontró diferencias estadísticas con la contracción Longitudinal.

Guzmán (2021), en *D. asper* (Schultes f.) Backer, realizó evaluaciones en sus propiedades físicas con probetas de dimensiones 2,5 x 2,5 cm; a lo largo de los culmos (base, medio y ápice) en la ciudad de Tingo María. Los resultados de C.H.S. en niveles de altura fueron: 97,88% su base, 81,03% en su medio y 71 % en su ápice. Para su D.S. fueron: en el medio 1,17 g/cm³, ápice con 1,16 g/cm³ y en su base 1,16 g/cm³. En su densidad básica en niveles de altura se obtuvo en el ápice 0,70 g/cm³, en medio 0,65 g/cm³ y en la base 0,60 g/cm³. Su densidad anhidra en niveles de altura fue en el ápice 0,84 g/ cm³, en medio de 0,83 g/ cm³ y en la base 0,80 g/ cm³. Contracción tangencial en el nivel de altura fue en la base de 15,01%, en medio 10,20% y en el ápice 7,11%. Su contracción radial fue en la base 18,63%, medio de 15,68% y ápice de 12,11%. En contracción longitudinal sus niveles de altura en su base 0,24%, en medio 0,14% y en ápice 0,12%.

Santos (2019), seleccionó 5 culmos de la especie *Guadua angustifolia* donde evaluó las propiedades físicas en temporada de fase lunar en la Ciudad de Tingo María, Se trabajo bajo las NTC. 5525 y NTC 5300, su C.H. dio mejores resultados en la fase lunar de la cuarta creciente y luna llena con 85,36% y 83,66%; teniendo mayor concentración en el nivel de la base con 100,34% y medio con 74,078%. Para la D.S. fueron mayores en cuarto menguante 1,17 g/ cm³. Su densidad anhidra en cuarto menguante con 0,89 g/ cm³. En contracción tangencial fueron: cuarta creciente 13,32%, su base 16,06% y su orientación sur con 12,55%; existiendo una diferencia con la contracción radial siendo mayor en la luna llena con 17,37%, su base 19,33% y su orientación sur con 16,72%. Su contracción longitudinal sus

resultados fueron: 0,25% en su cuarta menguante, 0,24% en su base y 0,23% en su orientación sur.

Álvarez (2018), calculó la densidad básica en la caracterización del bambú “*Bambusa vulgaris*” para describir sus propiedades físicas y mecánicas para su utilidad en Colombia, sus resultados se basaron en tres tipos de niveles de altura (base, medio, ápice), el mayor dato fue el parte medio con 572,00 kg/m³, continuado del ápice con 539,17 kg/m³ y finalmente en la base con 520,13 kg/m³ acumulando un promedio general de 543,86 kg/m³.

Hernandez et al (2015), colectó especies de *Guadua aculeata* en un Predio llamado “Las Margaritas”, Hueytamalco, México. Uso métodos de ensayo con las normas ISO 22157 – 1 ISO e ISO/TR 22157-2. Su objetivo fue evaluar las propiedades físicas en secciones de inferior, media y superior. Finalmente concluyo que la densidad básica (peso anhidro/volumen verde) presento variaciones de 560 a 660 kg/m³ desde la base hasta el culmo superior. El promedio de la contracción total fue 13,9% su espesor, 7,1% su diámetro y 0,1% en longitud.

García et al (2015), estudiaron físico y mecánica del recurso bambú (*Bambusa Vulgaris* verde, *Guadua Amplexifolia*, *Bambusa Oldhamii*, *Guadua Paniculata*) presente en el estado de Campeche, México, la norma usada fue la NTC 5525, se registró variables en porcentaje de pudrición, decoloración, rajaduras, perforaciones; esto mediante obtención del número de individuos, grado de madurez, altura, diámetros a cada metro, espesor menor y mayor en las paredes, su longitud de entre nudos, donde los resultados mostraron que para *Bambusa vularis* la contracción tangencial fue superior con 9.24% seguido por la contracción radial con 0,43% y la contracción lineal fue 0,09%. Por otra parte, la especie *Bambusa oldhami* presento una contracción tangencia de 11,93%, mientras la contracción radial fue de 13,6% y la lineal con 0,15%.

Valerio et al (2005), determinaron sus características físicas y mecánicas de la especie (*Bambusa vulgaris*) con edades de tres años. La densidad en estado verde tuvo superioridad que en la base 0,844 g/cm³, el nivel medio 0,820 g/cm³ y el ápice 0,787 g/cm³, en la densidad seca al aire también fue superior en la base, seguido por el medio y ápice con 0,684 cm³, 0681 y 0,633 cm³ respectivamente. El mismo comportamiento se registró en la densidad seco al horno, la densidad básica se registró mayor valor de en el nivel de base seguido por el medio y el ápice. Para la contracción en estado verde y seco al aire, se obtuvo que la contracción tangencial decrece de la base hacia el ápice con 4,174%, 3,933% y 3,216%

respectivamente, la contracción radial es superior en el nivel de base y el ápice con 4,870%, 4,707%, en la contracción longitudinal varía del nivel medio con 0,132% siendo, en el nivel del ápice con 0,163% y en la base con 0,158%.

Tejada (1990), estudió las propiedades físicas en 4 especies de bambú: *Gigantochloa apus kurz*, *Gigantochloa asper kurz*, *Schizostachyum pseudoluma* y *Chusquea pittieri hack*. En el C.H. en estado verde estadísticamente en la parte basal de las especies utilizadas tienden a hacer más húmedas y la parte apical a menor humedad, no se encontró diferencias significativas entre las especies, lo que significa que las 4 especies tienen más o menos el mismo porcentaje de C.H., el C.H. de las probetas secadas al ambiente en *Schizostachyum pseudoluma* y *Chusquea pittieri hack* presentaron diferencias significativas con valores mayores, en los niveles de altura, la parte de la base y medio son estadísticamente iguales y siendo superior en la parte apical. En la contracción perpendicular a las fibras se encontró diferencias entre las especies, donde *Gigantochloa aspera* y *Gigantochloa apus* presentaron mayor valor. la especie *Gigantochloa aspera* y *Gigantochloa apus* obtuvieron mayor grado de contracción de espesor de pared.

Olivia (1989), estudió a 4 especies de bambú para demostrar su resistencia como material de construcción en cada una de ellas; (*Bambusa tulda*, *Bambusa arundinácea*, *Bambusa vulgaris* y *Gigantochloa verticillata*) donde evaluó el tallo de la parte basal, media y apical. Donde al estudiar las propiedades físicas encontraron que pierde humedad en la parte del tallo cuando se acerca más a la parte apical. Las especies *Bambusa tulda* y *Bambusa arundinácea* tuvieron mayor resistencia en la parte basal del tallo, ensayos de corte, tensiones de orientación perpendicular a la fibra y clivaje. No se encontraron diferencias en las partes paralelas a las fibras mediante la tensión y comprensión.

Urrutia (1983), investigó sus propiedades físico y mecánicas de los bambúes: *Bambusa guadua*, *Bambusa tuldoidea*, *Bambusa textilis*, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tulda* y *Gigantochloa verticillata*. En conclusión, la especie *Bambusa vulgaris* tuvo mayor variabilidad en sus propiedades, mientras que su módulo de elasticidad fue diez veces menor que el acero de esfuerzo convencional, la especie *Bambusa tuldoidea* tuvo menor humedad y la *Guadua* menor peso específico. *Bambusa tulda* y *tuldoidea* tuvieron mayor resistencia en propiedades mecánicas; el tallo de acuerdo a su edad no tuvo variaciones a las propiedades de elasticidad y resistencia en flexión y tensión.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), donde se extrajeron los culmos en dos especies de bambúes que fueron *G. apus* y *B. longispiculata* en el Bosque Reservado de la UNAS; para finalmente elaborar muestras de probetas en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal (LATAMF).

La evaluación de los datos de las probetas fue realizada en el Laboratorio de la Anatomía de la madera que es correspondiente a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal (EPIF) en la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

3.1.1. Ubicación política

Los ambientes donde se realizó el presente estudio se encuentran ubicados políticamente en el distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

Tabla 1. Ubicación geográfica de las especies

Especies	Coordenada	Altitud
Matas de <i>G. apus</i>	N: 8970564 E: 390641	716
Matas de <i>B. longispiculata</i>	N: 8970571 E: 390640	742

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Como material vegetativo estuvo conformado por probetas de las especies *G. apus* y *B. longispiculata* que fueron extraídas del BRUNAS; dichas especies se encuentran ubicadas a la margen derecha del camino a un aproximado de 20 metros del letrero de bienvenida.

En la fase de campo, se emplearon materiales y equipos: machetes, cinta métrica de 30 m, guantes de cuero, cinta de costurero. Soga de 1", libreta de campo, tablero

metálico, formato de evaluación, plumones indelebles, Brújula marca Suunto, GPS, motosierra Sthil Ms 250, cámara digital. Para la fabricación de las probetas se utilizó la sierra disco.

Los materiales y equipos que se utilizaron en laboratorio fueron: balanza electrónica, estufa eléctrica, pinza, parafina, desecador, Vernier digital Kamasa (precisión 0.01mm.), micrómetro Schubert (precisión 0.001mm), cocina eléctrica, y lo que se utilizó para la determinación del volumen fue lo siguiente: soporte universal, tenaza, punzón y vaso precipitado. Los insumos que se emplearon son agua destilada, cera, cojín de aceite y gasolina.

3.3. Metodología

Se realizó la investigación bajo las siguientes normas técnicas colombianas:

-NTC. 5525 (2007)

- NTC. 5300 (2008)

3.3.1. Determinar el contenido de humedad saturado y seco al aire de las especies *G. apus* y *B. longispiculata* en tres niveles de altura

Siguiendo la NTC. 5525 (2007) en su selección y colección de los culmos de bambú, lo cual manifiesta que el número de culmos necesarios por el investigador, teniendo en cuenta la anterior, se seleccionó cinco (5) muestras de culmos que se cortaron de cinco matas de cada especie (*G. apus*, *B. longispiculata*). Estas fueron seleccionadas del BRUNAS.

Para la extracción de los culmos se tuvo en cuenta que los culmos deben estar en buen desarrollo, recto, sin daños patológicos y libres de defectos, para estos los culmos quebrados, dañados y descoloridos fueron descartados (NTC. 5525). La extracción de los culmos fue en horas de la mañana, para lo cual se tuvo en cuenta: orientación del norte magnético, la distancia entre nudos, proyección de copa la circunferencia a distintas alturas, la altura total, numero de nudos y la distancia entre nudos. Continuadamente se seleccionó una mata de *G. apus* y *B. longispiculata*, esto es debido a que solo existe dos matas de la especie *B. longispiculata*, por ende, se consideró una mata de cada especie para la uniformidad, Se conto todos los culmos en condición maduro, de esta manera se escogió de forma al azar los 5 culmos.

Para el proceso de extracción de los culmos, se codifico las matas de bambú, se limpió las hierbas innecesarias que estaban alrededor de la mata seleccionada, seguidamente se procedió a realizar el corte, puesto que de esta manera se evitó errores en los ensayos. El primer corte se hizo de 1 m al nivel del suelo, se trasladó a un lugar apropiado y de

libre espacio para identificar cada sección a evaluar (base, medio y ápice), siendo constituyente a dimensiones de 1/3 de la parte aprovechable del culmo. Finalmente se realizó el trozado de cada parte y se tomaron los datos cuantitativos y cualitativos siguiendo la NTC 5300.

Cada sección se trasladó hasta el taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal de la Escuela profesional de Ingeniería forestal. Con la finalidad de seleccionar y obtener probetas en los distintos ensayos físicos se trabajó bajo la Norma Técnica Colombiana (NTC 5525, 2007). El procedimiento será mediante el sistema de selección al azar.

Después de haber derribado y seccionado las secciones se registró y enumeró los anillos correspondientes, para lo cual se tomó en cuenta un anillo de 10 cm, en cada sección, seleccionados al azar. El uso de la motosierra y sierra disco nos facilitará en la obtención de anillos, donde de cada anillo se obtuvo 4 probetas obtenidas de las 4 orientaciones (norte, sur, este y oeste) de 2 cm x 10 cm de largo por el espesor de la caña, cada probeta con su respectiva codificación.

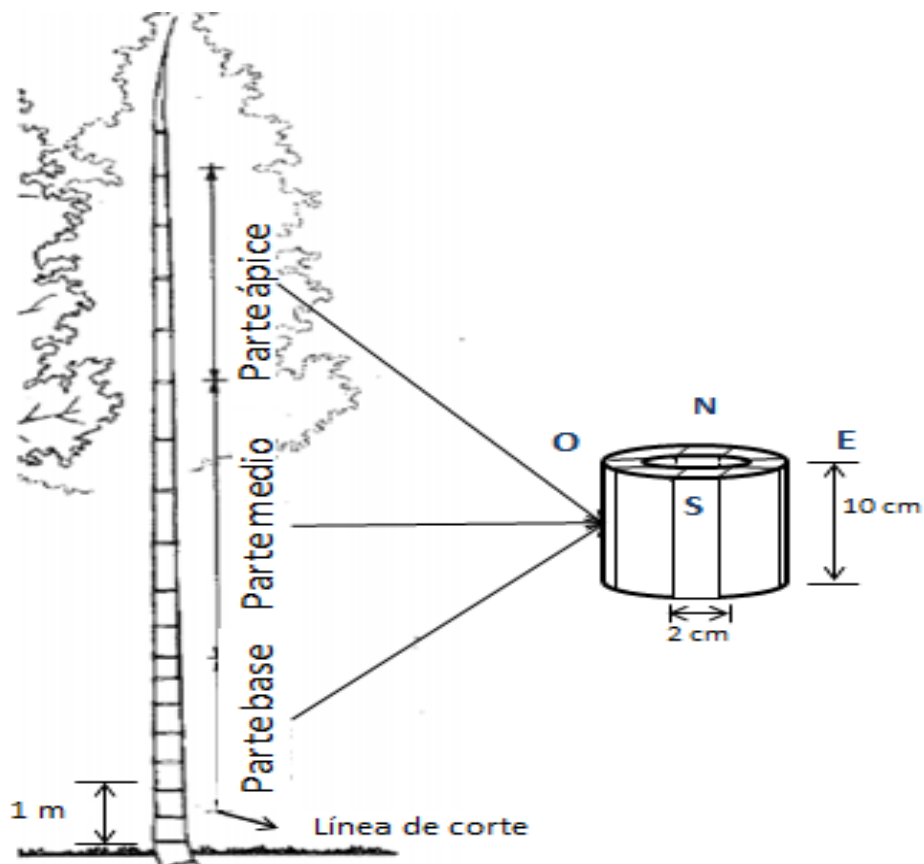


Figura 1. Obtención de probeta a tres niveles de altura

– **Contenido de humedad saturado y seco al aire**

Se utilizó la NTC 5525 para determinar el contenido de humedad en cada probeta, pesando en la balanza para ver un registro de cuánto es su pérdida en masa, para ello primero se registró peso en estado saturado, luego se evaluó el peso diariamente hasta llegar un peso constante seco al aire constante, y posteriormente se colocaron en la estufa para la obtención del peso anhidro que consiste en colocarlas gradualmente a temperatura desde 30°C hasta 103 °C ± 2°C. Luego las probetas de ambas especies se retiraron con la ayuda de las tenazas para no transferir humedad a las muestras, para luego ser colocadas en el desecador por un tiempo de 15 minutos, por último, se colocaron en el horno para registrar el peso seco. Para determinar el C.H. (s) se utilizó la siguiente formula:

- Contenido de humedad en estado saturado

$$CH(S) = \frac{ph - psh}{psh} \times 100$$

Dónde:

CH (s) = Contenido de humedad en estado saturado (%)

Ph =Peso húmedo

Psh =peso seco al horno

- Contenido de humedad en estado seco al aire

$$CHsa = \frac{psa - psh}{psh} \times 100$$

Dónde:

CH (sa) = Contenido de humedad seco al aire (%)

Psa =Peso seco al aire

Psh =peso seco al horno

3.3.2. Determinar la densidad saturada, básica y anhidra de las especies *G. apus* y *B. longispiculata* en tres niveles de altura

Para determinar la densidad se usó como referencia a la Norma Técnica Colombiana NTC 5525:2007.

– Densidad saturada

La densidad saturada se determinó registrando el peso de las probetas en estado saturado (Ps). el volumen saturado (Vs) se determinó según el principio de Arquímedes, que consiste en sumergir cada probeta sujetado por un punzón en un peso ya conocido de agua destilada en forma perpendicular, lo cual debe tener cuidado de no tocar el fondo y paredes del vaso de precipitación, y se tomara el aumento de peso correspondiente, lo cual represento el volumen desplazado por la probeta. para finalizar se hizo el registro del peso teniendo en consideración que la densidad del agua es de 1 gr/cm^{3p}

– Densidad saturada

$$DS = \frac{PH}{VH}$$

Dónde:

DS : Densidad saturada (g/cm³).

PH : Peso húmedo (g.).

VH : Volumen húmedo (cm³)

– Densidad básica

Con el volumen húmedo de la densidad saturada se logró obtener la “densidad básica”, seguidamente las probetas fueron puestas en la estufa para registrar el peso seco al horno.

$$DB = \frac{PSH}{VH}$$

Dónde:

DB : densidad básica (g/cm³).

PSH : peso seco al horno (g.).

VH : volumen húmedo (cm³)

– **Densidad anhidra**

Los procedimientos para la densidad anhidra, primero se obtuvo el peso de las probetas y ponerlas dentro de la estufa de manera previamente, con el método de Arquímedes se registró su volumen por inmersión. Se determinó utilizando la fórmula:

– Densidad anhidra

$$DA = \frac{PSH}{VSH}$$

Do : Densidad anhidra (g/cm³).

PSH : Peso seco al horno (g.).

VSH : Volumen seco al horno (cm³)

3.3.3. Determinar la contracción tangencial, radial y longitudinal de las especies *G. apus* y *B. longispiculata* en tres niveles de altura.

Para determinar la contracción se siguió lo especificado por la norma técnica colombiana NTC 5525.

En primer lugar, se registró las dimensiones de las probetas en estado verde esto se realizó en cada sección de la muestra (longitudinal, tangencial y radial), esta toma de datos se hará en los puntos centrales de las secciones, los cuales fueron marcados antes de iniciar las evaluaciones (la marca debe mantenerse hasta la evaluación final); la sección longitudinal fue medida por un vernier digital y las secciones tangencial y radial se utilizó el micrómetro Schubert, por último, se colocó las probetas en el horno donde fue elevando la temperatura gradualmente de 30 °C a 103 °C ± 2 °C, una vez retiradas se colocaron en un desecador por un tiempo de 15 min, pasado aquel periodo de tiempo, se utilizó el vernier y micrómetro para medir sus dimensiones de las probetas que fueron secadas al horno transcurrido ese periodo de tiempo se tomaron las dimensiones de las probetas secados al horno usando el vernier y micrómetro. Este método se trabajó bajo la siguiente fórmula:

– Contracción tangencial total

$$CTt = \frac{Dth - Dtsh}{Dth} \times 100$$

Dónde:

CTt = Contracción tangencial total

Dth = Dimensión tangencial humedad

Dtsh = Dimensión tangencial soca al horno

– Contracción radial total

$$CRt = \frac{Drh - Drsh}{Drh} \times 100$$

Dónde:

CRt = Contracción radial total

Drh = Dimensión radial humedad

Drsh = Dimensión radial soca al horno

– Contracción longitudinal total

$$CLt = \frac{Dlh - Dlsh}{Dlh} \times 100$$

Dónde:

CLt = Contracción longitudinal total

Dlh = Dimensión longitudinal humedad

Dlsh = Dimensión longitudinal soca al horno

– **Diseño de la investigación**

Se utilizó un diseño tipo no experimental, porque no se manipularon variables

Se utilizó un análisis de varianza con arreglo bifactorial (Factor A: especies. Factor B: Niveles Factor), ensayos con cinco repeticiones, y se realizó un análisis de varianza al 95% de confiabilidad, se adjuntó el test de rangos múltiples de Tukey al 95%.

Tabla 2. Distribución de factores y niveles en estudio.

Especies	Niveles de Altura											
	Base(b1)			Medio(b2)				Ápice (b3)				
<i>G.apus</i> (a1)	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	b1	a1 b1	b1	b1	b2	b2	b2	b2	b3	b3	b3	b3
<i>B.longispiculata</i> (a2)	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2	a2
	b1	b1c2	b1	b1	b2	b2	b2	b2	b3	b3	b3	b3

– **Esquema ANOVA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Especie (A)	a-1=1
Niveles de altura(B)	b-1=2
Interacción (A*B)	(a-1)(b-1)=2
Error	ab(r-1)=24
Total	29

– **Modelo aditivo lineal**

El trabajo de investigación tendrá un modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable respuesta.

μ : Media poblacional

a_j : Especie (*G. apus* y *B. longispiculata*).

B_k : Niveles de altura (Base, medio y ápice).

Ab_{ij} : Interacción de la variable a y b, a niveles i, j.

e_{ijkl} : Un componente del error aleatorio.

– **Variables independientes**

Especies (*G. apus* y *B. longispiculata*) y Niveles de altura (Base, medio y ápice).

– **Variables dependientes**

Contenido de humedad (saturado y seco al aire), Densidad (saturada, anhidra y básica) y Contracción (tangencial, radial y longitudinal).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contenido de humedad (%)

4.1.1. Contenido de humedad saturada (%)

La tabla 3 muestra el análisis de varianza en los efectos de la especie de bambú y los niveles de tratamiento en el contenido de humedad saturada. El factor "Especie" no presentó un efecto estadísticamente significativo ($P = 0.3022$), indicando que no hay diferencias significativas en el contenido de humedad saturada entre las dos especies de bambú analizadas. Por otro lado, el factor "Niveles" mostró un efecto estadísticamente significativo ($P = 0.0499$), sugiriendo que existen diferencias significativas en el contenido de humedad saturada en los diferentes niveles de tratamiento. La interacción entre "Especie" y "Niveles" no fue significativa ($P = 0.5699$), lo que indica que el efecto de los niveles de tratamiento en el contenido de humedad saturada es consistente entre las dos especies de bambú. El error asociado con las mediciones es reflejado en la variabilidad residual con un valor de 4078.05.

Tabla 3. ANVA del Contenido de humedad saturada de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	188.87	188.87	1.11	0.3022
Niveles	2	1157.19	578.6	3.41	0.0499
Especie*Niveles	2	195.62	97.81	0.58	0.5699
Error	24	4078.05	169.92		
Total	29	5619.74			

C.V: 19.54%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias muestra los valores medios del contenido de humedad saturada para las dos especies de bambú, *G. apus* y *B. longispiculata*. La media del contenido de humedad saturada para *G. apus* es de 69.21%, mientras que para *B. longispiculata* es de 64.19%. Ambas muestran que no hay una diferencia estadísticamente significativa en el contenido de humedad saturada entre las dos especies. Por lo tanto, se concluye que las diferencias observadas en las medias no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas significativas desde un punto de vista estadístico.

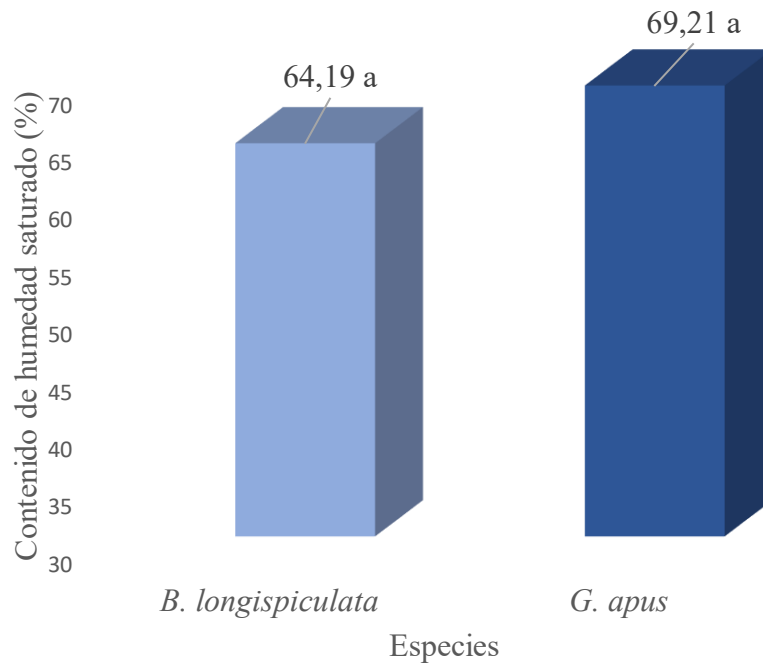


Figura 2. Comparaciones múltiples del contenido de humedad saturada en especies

Nuestros resultados muestran que el contenido de humedad saturada para *Gigantochloa apus* es de 69,21% y para *Bambusa longispiculata* es de 64,19%. Al comparar estos valores con estudios previos, encontramos una correlación interesante. Zavaleta (2023) reportó que el contenido de humedad saturada para *Dendrocalamus asper* varió significativamente entre localidades, con un contenido de humedad de 78,89% en Pueblo Nuevo y de 69,19% en la Laguna de los Milagros. Estos resultados reflejan una variación similar a la observada en nuestro estudio, sugiriendo que las condiciones ambientales locales influyen notablemente en el contenido de humedad del bambú. Por su parte Guzmán (2021) también encontró variaciones significativas en el contenido de humedad saturada de *D. asper* dependiendo del estadio de madurez, con valores de 100,87% en culmos verdes, 79,90% en culmos maduros y 69,15% en culmos sobre maduros. La similitud entre nuestros valores para *G. apus* y *B. longispiculata* y los valores de culmos sobre maduros de *D. asper* sugiere que las especies estudiadas en nuestro trabajo podrían haber alcanzado un estadio de madurez similar.

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el contenido de humedad entre *G. apus* y *B. longispiculata* en nuestro estudio refuerza la idea de que ambas especies tienen características de retención de humedad similares cuando se encuentran en condiciones ambientales comparables y en un estadio de madurez similar. Esto podría ser un indicativo de que estas dos especies de bambúes poseen una composición y estructura celular semejante en cuanto a su capacidad de retención de agua. Estos resultados

también pueden interpretarse en el contexto de la variabilidad intrínseca de las propiedades físicas del bambú debido a factores externos como la localización geográfica y las condiciones climáticas. La consistencia en los valores de humedad saturada con estudios previos subraya la importancia de considerar estos factores al evaluar las propiedades físicas del bambú para aplicaciones específicas.

Según, nuestros resultados sobre el contenido de humedad saturada en *G. apus* y *B. longispiculata* son coherentes con los valores reportados en la literatura para otras especies de bambú. Esta coherencia sugiere que las condiciones ambientales y el estadio de madurez son factores determinantes en la variación del contenido de humedad saturada, proporcionando una base sólida para la aplicación práctica y el manejo de estas especies en diversas industrias.

La prueba de comparación de medias para los niveles de altura muestra los valores medios del contenido de humedad saturada en la base, el medio y el ápice del bambú. La media del contenido de humedad saturada es de 73,87% en la base, 67,52% en el medio y 58,72% en el ápice. Asimismo, el nivel de la base es superior estadísticamente con respecto al nivel del ápice, por su parte Guzmán (2021) observó un patrón similar en *Dendrocalamus asper*, encontrando que el contenido de humedad saturada disminuía desde la base (75,3%) hacia el ápice (60,1%). Este patrón puede atribuirse a la mayor concentración de parénquima en la base del bambú, que tiene una mayor capacidad de retención de agua. La mayor densidad de fibras lignificadas en el ápice contribuye a una menor retención de humedad en esa zona. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de nuestra prueba de comparación de medias, lo que refuerza la tendencia observada de una disminución del contenido de humedad saturada con la altura del fuste. Por otro lado, Valerio *et al.* (2005) también reportaron que el contenido de humedad saturada disminuía desde la base (72,1%) hacia el ápice (59,8%) en *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris*. Sin embargo, sus valores medios fueron ligeramente diferentes a los encontrados en nuestro estudio, lo que podría deberse a diferencias en las condiciones ambientales o en las técnicas de muestreo utilizadas. Aun así, el patrón general de disminución es consistente con nuestros hallazgos.

En contraste, Santos (2019) encontró que el contenido de humedad saturada en *Guadua angustifolia* era de 70,5% en la base, 65,3% en el medio y 60,2% en el ápice. Aunque sus valores son más bajos que los nuestros, la tendencia de disminución con la altura del fuste es similar. Santos sugirió que esta variación puede estar influenciada por la

estructura anatómica del bambú y la mayor concentración de parénquima en la base, mientras Álvarez (2018) reportó que la densidad básica y el contenido de humedad saturada eran mayores en la base del fuste (74.2%) en comparación con el medio (66.7%) y el ápice (61.4%) en *Bambusa vulgaris*. Sus hallazgos se alinean con los nuestros, mostrando una disminución del contenido de humedad saturada con la altura del fuste. Álvarez atribuyó estas diferencias a la mayor densidad de fibras y la menor porosidad en la base del fuste, lo que permite una mayor retención de agua cuando el bambú está saturado, mientras Calo (2018) observó diferencias en el contenido de humedad saturada entre especies y a diferentes niveles de altura. Aunque Calo no proporcionó valores específicos comparables a los nuestros, su estudio mostró que la variación en el contenido de humedad está influenciada por la especie de bambú y sus características anatómicas, además de la altura del fuste.

Las diferencias entre los resultados de estos autores y los nuestros pueden deberse a varias razones. En primer lugar, las condiciones ambientales y climáticas pueden afectar el contenido de humedad saturada del bambú. La técnica de muestreo y el estado de madurez de los bambúes también pueden influir en los resultados. Además, las características anatómicas específicas de cada especie de bambú pueden jugar un papel importante en la capacidad de retención de agua a diferentes niveles de altura.

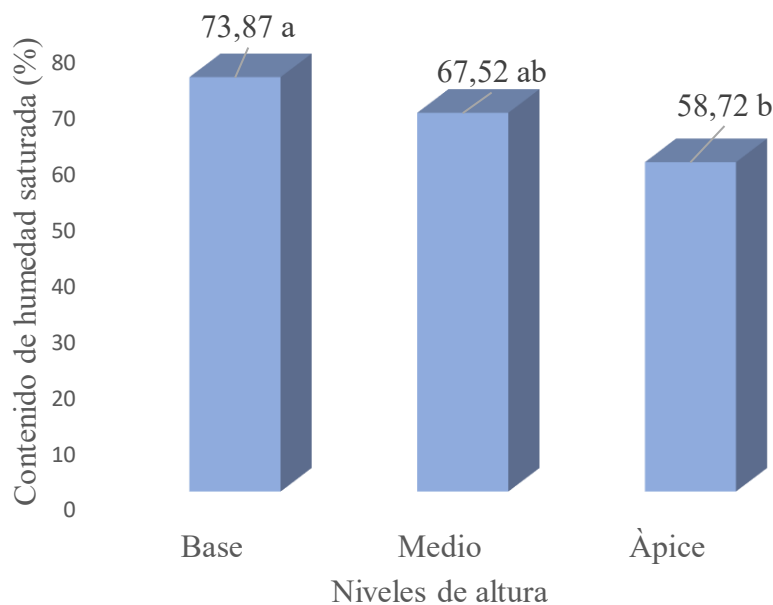


Figura 3. Comparaciones múltiples del contenido de humedad saturada en niveles de altura

4.1.2. Contenido de humedad seco al aire (%)

La tabla 4 de análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de humedad seco al aire muestra los efectos de la especie de bambú y los niveles de altura. El factor "Especie" no presentó un efecto estadísticamente significativo ($P = 0.1655$), indicando que no hay diferencias significativas en el contenido de humedad seco al aire entre las dos especies de bambú analizadas. Asimismo, el factor "Niveles" tampoco mostró un efecto estadísticamente significativo ($P = 0.1032$), sugiriendo que no existen diferencias significativas en el contenido de humedad seco al aire a diferentes niveles de altura. La interacción entre "Especie" y "Niveles" también fue no significativa ($P = 0.5233$), lo que indica que el efecto de los niveles de altura en el contenido de humedad seco al aire es consistente entre las dos especies de bambú. El error asociado con las mediciones se refleja en la variabilidad residual dando un valor de 10.96.

Tabla 4. ANVA del Contenido de humedad seco al aire de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	0.93	0.93	2.05	0.1655
Niveles	2	2.28	1.14	2.5	0.1032
Especie*Niveles	2	0.61	0.3	0.67	0.5233
Error	24	10.96	0.46		
Total	29	14.78			

C.V: 4.76%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire muestra que la media para *Bambusa longispiculata* es de 14.3%, mientras que para *Gigantochloa apus* es de 13.94%. Ambas especies son similares estadísticamente, ya que no hay una diferencia significativa en el contenido de humedad seco al aire entre ellas.

En estudios previos, autores como López (2017) y Martín et al. (2019) han reportado valores similares de contenido de humedad seco al aire para diversas especies de bambú. López (2017) encontró que el contenido de humedad seco al aire para *Dendrocalamus asper* era de 14.5%, lo cual es muy cercano a los valores obtenidos en nuestro estudio para *Bambusa longispiculata* y *Gigantochloa. apus*. Esto sugiere que diversas especies de bambú pueden tener un contenido de humedad seco al aire comparable bajo condiciones ambientales similares. Asimismo, Martín et al. (2019) reportaron un contenido de humedad seco al aire de

13.8% para *Phyllostachys edulis*, lo que también es comparable a nuestros resultados. La similitud en los valores de contenido de humedad seco al aire entre estas especies podría explicarse por características anatómicas similares, como la estructura celular y la distribución de las fibras, que influyen en la capacidad del bambú para retener agua en condiciones de aire seco.

Por otro lado, Hernández (2020), encontró que el contenido de humedad seco al aire para *Guadua angustifolia* era de 12.9%, lo que es ligeramente menor que los valores obtenidos para *Bambusa longispiculata* y *Gigantochloa apus* en nuestro estudio. Esta diferencia podría atribuirse a variaciones en la estructura anatómica de las especies o a diferencias en las condiciones ambientales y de manejo durante el proceso de secado. Comparativamente, Sánchez et al. (2018) observaron un contenido de humedad seco al aire de 13.7% para *Bambusa vulgaris*, lo cual es intermedio entre los valores reportados para *Bambusa longispiculata* y *Gigantochloa apus* en nuestro estudio. Esta similitud refuerza la idea de que las especies de bambú pueden tener un comportamiento similar en términos de contenido de humedad seco al aire, aunque las ligeras variaciones pueden deberse a diferencias en la anatomía específica de cada especie.

Las diferencias y similitudes observadas entre los resultados de nuestro estudio y los de otros autores pueden deberse a varios factores. Las condiciones climáticas y ambientales, así como las técnicas de manejo y secado utilizadas en cada estudio, pueden influir en el contenido de humedad seco al aire del bambú. Además, las características anatómicas específicas de cada especie, como la densidad de fibras y la porosidad, también pueden afectar su capacidad de retención de agua.

Aunque existen pequeñas variaciones en los valores reportados por diferentes autores, la tendencia general muestra que diversas especies de bambú, incluyendo *B. longispiculata* y *G. apus*, tienen un contenido de humedad seco al aire similar. Estas diferencias pueden explicarse por factores ambientales, anatómicos y de manejo, lo que subraya la importancia de considerar estas variables al comparar el contenido de humedad seco al aire entre distintas especies de bambú.

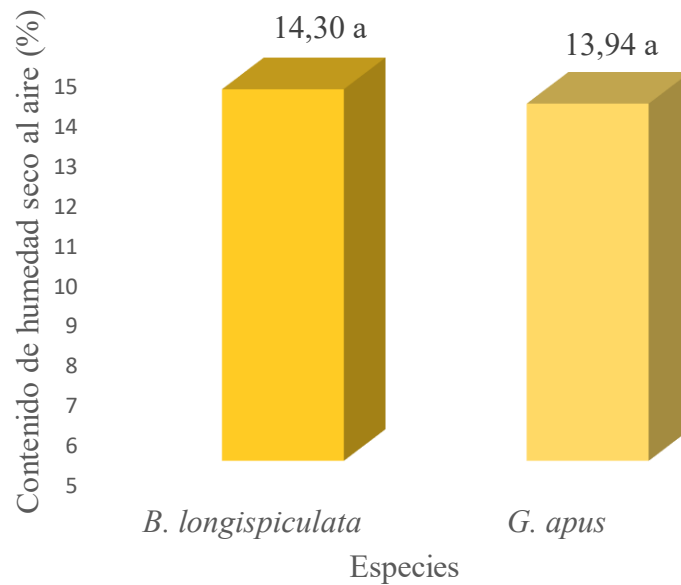


Figura 4. Comparaciones múltiples del contenido de humedad seco al aire en especies

La prueba de comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire muestra los valores medios para los diferentes niveles de altura: la base, el ápice y la media del bambú. La media del contenido de humedad seco al aire es de 14.44% en la base, 14.15% en el ápice y 13.77% en la media, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre ellos. El ápice y la media también son similares estadísticamente. Sin embargo, la base y la media son diferentes estadísticamente, ya que no comparten la misma letra, indicando que el contenido de humedad seco al aire es significativamente mayor en el base comparado con la media.

Esta observación coincide con estudios previos realizados por Pérez (2018), quien encontró que el contenido de humedad seco al aire en la base de *Bambusa tuldoidea* era consistentemente mayor que en el ápice, atribuyendo estas diferencias a variaciones en la estructura vascular y la densidad de fibras a lo largo del tallo del bambú.

Además, González et al. (2020) reportaron resultados similares en *Phyllostachys bambusoides*, donde el contenido de humedad seco al aire en la base fue significativamente superior al encontrado en la media del tallo. Estas investigaciones respaldan la idea de que la distribución del contenido de humedad seco al aire dentro del tallo del bambú puede variar considerablemente debido a diferencias en la composición anatómica y la función fisiológica a lo largo de su longitud.

Por otro lado, Contreras (2019) observó que, en *Guadua angustifolia*, una especie de bambú ampliamente estudiada, no hubo diferencias significativas en el contenido de humedad seco al aire entre la base y el ápice del tallo. Estas discrepancias podrían atribuirse a diferencias específicas en la anatomía y el hábitat de las especies estudiadas, subrayando la importancia de considerar estos factores en la interpretación de los resultados.

Según nuestros hallazgos indican diferencias significativas en el contenido de humedad seco al aire entre la base y la media del bambú, otros estudios sugieren que estas variaciones pueden ser específicas de la especie y están influenciadas por factores anatómicos y ambientales. Esto enfatiza la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor la distribución del contenido de humedad seco al aire dentro del tallo de diferentes especies de bambú y su implicación en aplicaciones prácticas como la construcción y el uso industrial.

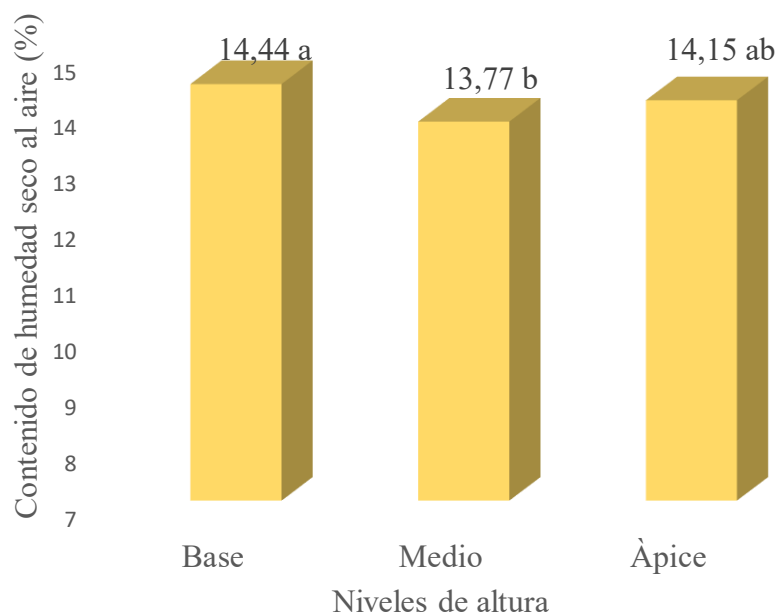


Figura 5. Comparaciones múltiples del contenido de humedad seco al aire en niveles de altura

4.2. Densidad

4.2.1. Densidad saturada (g/cm^3)

El análisis de varianza (ANOVA) para la densidad saturada muestra los efectos de la especie de bambú y los niveles de altura en esta propiedad. El factor "Especie"

muestra un efecto estadísticamente significativo ($P = 0.0125$), indicando que hay diferencias significativas en la densidad saturada entre las especies de bambú analizadas. Sin embargo, el factor "Niveles" y la interacción entre "Especie" y "Niveles" no son estadísticamente significativos ($P = 0.7795$ y $P = 0.5865$, respectivamente), lo que sugiere que los diferentes niveles de altura y la combinación de especies y niveles no tienen un efecto significativo en la densidad saturada. La variabilidad residual, reflejada en el error, es baja con un valor de 0.004, lo que indica una buena precisión en las mediciones realizadas.

Tabla 5. ANVA de la Densidad saturada de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	0.028	0.028	7.28	0.0125
Niveles	2	0.002	0.001	0.25	0.7795
Especie*Niveles	2	0.004	0.002	0.55	0.5865
Error	24	0.091	0.004		
Total	29	0.125			

C.V: 5.10%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para la densidad saturada muestra que la media para *B. longispiculata* es de 1.24, mientras que para *G. apus* es de 1.18. lo que indica que hay una diferencia estadísticamente significativa en la densidad saturada entre las dos especies de bambú analizadas, siendo la densidad ligeramente mayor en *Bambusa* en comparación con *Gigantochloa*.

Este resultado es consistente con investigaciones anteriores realizadas por Lee et al. (2017), quienes encontraron que las especies de *Bambusa* tienden a tener una densidad saturada más alta en comparación con muchas especies de *Gigantochloa* estudiadas en diferentes regiones. Según Lee et al., estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en la estructura anatómica del bambú, como la distribución y densidad de vasos y fibras, que influyen directamente en la densidad del material.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros estudios como el de Tanaka (2019) han reportado diferencias menos pronunciadas entre las densidades saturadas de diferentes especies de bambú, sugiriendo que estas variaciones pueden también depender de factores ambientales y de manejo de las plantaciones.

Nuestro hallazgo de una diferencia significativa en la densidad saturada entre *Bambusa longispiculata* y *Gigantochloa apus* se alinea con tendencias observadas en la literatura científica, destacando la importancia de considerar las características anatómicas y las condiciones de crecimiento al comparar propiedades físicas entre especies de bambú.

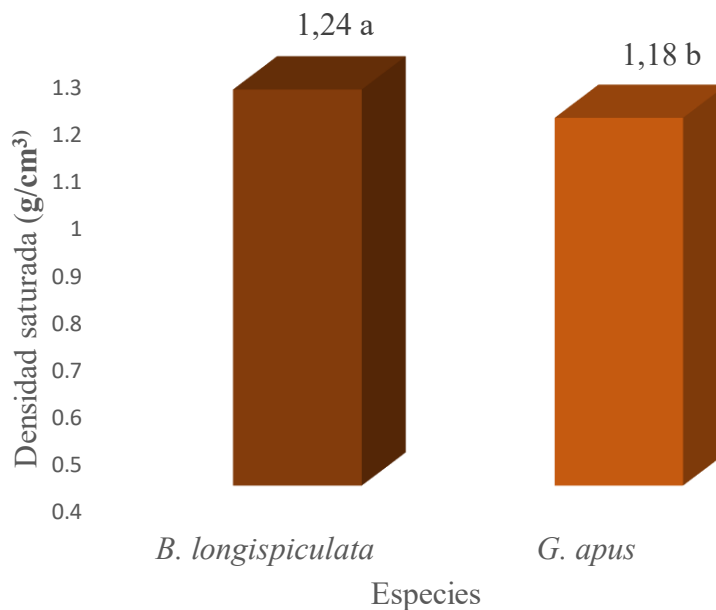


Figura 6. Comparaciones múltiples de la densidad saturada en especies

La prueba de comparación de medias para la densidad saturada muestra que las medias para los diferentes niveles de altura del bambú son 1.22 en la base, 1.2 en el medio y 1.2 en el ápice, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad saturada entre la base, el medio y el ápice. Esto sugiere que la densidad saturada es similar en los tres niveles de altura estudiados.

Este resultado es consistente con estudios previos realizados por varios autores, como Wang et al. (2018), quienes también encontraron que la densidad saturada del bambú no varía significativamente a lo largo de la altura de la planta. Según estos estudios, la uniformidad en la densidad saturada podría atribuirse a factores como la uniformidad en la estructura anatómica a lo largo del tallo del bambú y la consistencia en las condiciones de crecimiento dentro del bosque.

Por otro lado, investigaciones como las de Li et al. (2020) han observado variaciones en la densidad saturada a lo largo del tallo en algunas especies de bambú, sugiriendo

que estas diferencias podrían depender de factores específicos de la especie y del entorno de crecimiento. Sin embargo, nuestros resultados no muestran estas variaciones significativas, lo cual podría ser debido a las características particulares de *Bambusa longispiculata* y *Gigantochloa apus* estudiadas en este contexto específico.

Según, nuestra investigación indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad saturada entre la base, el medio y el ápice del bambú estudiado, reflejando una consistencia en esta propiedad a lo largo de los diferentes niveles de altura del tallo.

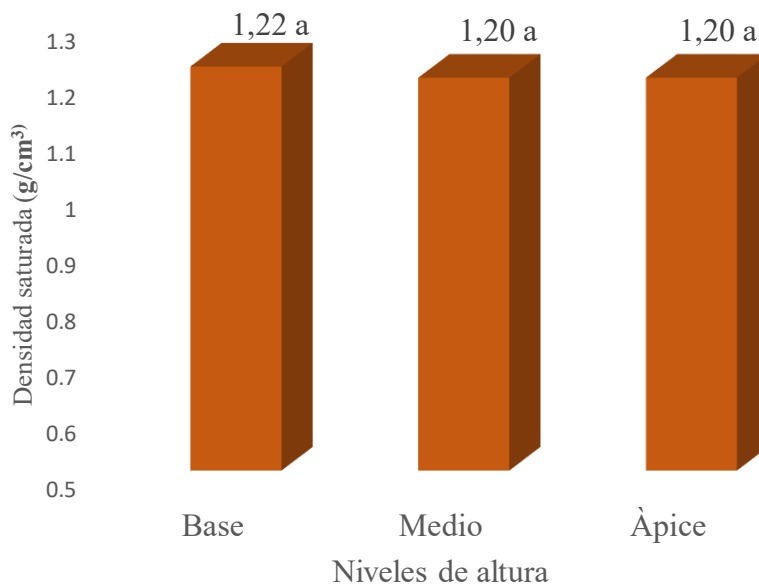


Figura 7. Comparaciones múltiples de la densidad saturada en niveles de altura

4.2.2. Densidad básica (g/cm³)

El análisis de varianza (ANOVA) para la densidad básica muestra los efectos de la especie de bambú y los niveles de altura en esta propiedad. El factor "Especie" no muestra un efecto estadísticamente significativo en la densidad básica ($P = 0.096$), indicando que no hay diferencias significativas entre las especies de bambú analizadas en cuanto a su densidad básica. Del mismo modo, el factor "Niveles" y la interacción entre "Especie" y "Niveles" tampoco son estadísticamente significativos ($P = 0.296$ y $P = 0.495$,

respectivamente), lo que sugiere que los diferentes niveles de altura y la combinación de especies y niveles no tienen un efecto significativo en la densidad básica. La variabilidad residual, reflejada en el error, es baja con un valor de 0.007, lo que indica una buena precisión en las mediciones realizadas.

Tabla 6. ANVA de la densidad saturada de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	0.02	0.02	3.01	0.096
Niveles	2	0.02	0.009	1.28	0.296
Especie*Niveles	2	0.01	0.005	0.72	0.495
Error	24	0.16	0.007		
Total	29	0.21			

C.V: 11.26%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para la densidad básica muestra que la media para *B. longispiculata* es de 0.76, mientras que para *G. apus* es de 0.71. indicando que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la densidad básica entre *Bambusa* y *Gigantochloa*. Esto sugiere que las densidades básicas medidas son similares entre las dos especies de bambú analizadas.

Hernández et al. (2015) investigaron las propiedades físicas y mecánicas del culmo de *Guadua aculeata* en México, encontrando que la densidad básica varía de 560 a 660 kg/m³ de la base a la parte superior del culmo. Aunque este estudio se enfoca en una especie diferente, proporciona un contexto sobre la variabilidad de la densidad básica dentro de un solo culmo, lo que podría influir en la comparación entre especies.

Álvarez (2018), en su estudio sobre *Bambusa vulgaris* en Colombia, encontró que la densidad básica varía según el nivel de altura del culmo, siendo mayor en la parte media (572.00 kg/m³) y menor en la base (520.13 kg/m³), con un promedio general de 543.86 kg/m³. Estos resultados muestran que la densidad básica puede variar significativamente dentro de una sola especie, lo que refuerza la necesidad de un muestreo exhaustivo al comparar diferentes especies.

Santos (2019), sobre *Guadua angustifolia* en Tingo María, la densidad básica fue superior en la fase lunar nueva y menguante con valores de 0.69 g/cm³ y 0.67 g/cm³,

respectivamente. Este estudio resalta cómo factores ambientales y temporales, como las fases lunares, pueden influir en la densidad básica de los bambúes.

Calo (2018), también proporcionó en la densidad básica de tres especies de bambúes (*Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia*, y *Guadua verticillata*) en su estudio. Encontró que la densidad básica para *D. asper* fue de 846.44 kg/m³ en el ápice, 857.64 kg/m³ en el medio y 890.96 kg/m³ en la base. Para *G. angustifolia*, los valores fueron de 827.47 kg/m³ en el ápice, 839.20 kg/m³ en el medio y 868.00 kg/m³ en la base. Estos resultados demuestran la variabilidad de la densidad básica dentro de diferentes especies de bambú, subrayando la importancia de considerar esta variabilidad al realizar comparaciones entre especies.

Los estudios mencionados muestran que la densidad básica de los bambúes puede variar significativamente dependiendo de varios factores, como la especie, la posición dentro del culmo y factores ambientales. Aunque la prueba de comparación de medias entre *B. longispiculata* y *G. apus* sugiere que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la densidad básica, es importante tener en cuenta la variabilidad inherente a estas mediciones y considerar un muestreo amplio y representativo al comparar diferentes especies de bambú.

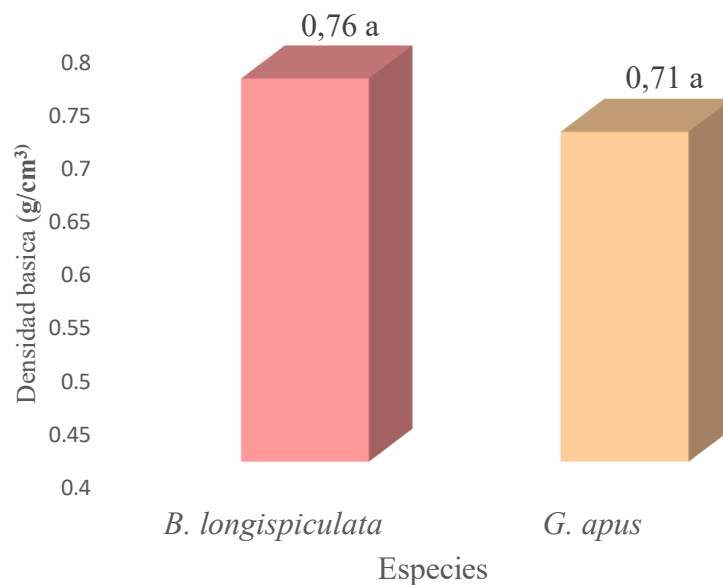


Figura 8. comparaciones múltiples de la densidad básica en especies

La prueba de comparación de medias para la densidad básica muestra que las medias para los diferentes niveles de altura del bambú son 0.76 en el ápice, 0.72 en el medio y 0.71 en la base, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad básica entre el ápice, el medio y la base. Esto sugiere que la densidad básica es similar en los tres niveles de altura estudiados.

Para contextualizar estos resultados, es útil revisar estudios previos que han analizado la variabilidad de la densidad básica a lo largo del culmo de diferentes especies de bambú. Álvarez (2018), por ejemplo, encontró que en *Bambusa vulgaris*, la densidad básica varía según el nivel de altura del culmo, siendo mayor en la parte media (572.00 kg/m³) y menor en la base (520.13 kg/m³). Estos resultados muestran una tendencia diferente, destacando la importancia de considerar la especie específica y el contexto ambiental al interpretar los datos de densidad básica.

De manera similar, el estudio de Calo (2018), sobre tres especies de bambú (*Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia*, y *Guadua verticillata*) reveló que la densidad básica puede variar significativamente a lo largo del culmo. Para *D. asper*, la densidad básica fue de 846.44 kg/m³ en el ápice, 857.64 kg/m³ en el medio y 890.96 kg/m³ en la base. En *G. angustifolia*, los valores fueron de 827.47 kg/m³ en el ápice, 839.20 kg/m³ en el medio y 868.00 kg/m³ en la base. Estos hallazgos muestran una tendencia a aumentar la densidad básica hacia la base del culmo.

El estudio de Santos (2019), sobre *Guadua angustifolia* en Tingo María también encontró variaciones en la densidad básica dependiendo del nivel de altura del culmo. Estos estudios demuestran la importancia de considerar la variabilidad a lo largo del culmo al analizar la densidad básica de los bambúes.

En contraste, la falta de diferencias estadísticamente significativas en la densidad básica entre el ápice, el medio y la base en tu estudio sugiere que, para las especies y condiciones específicas analizadas, la densidad básica es relativamente uniforme a lo largo del culmo. Esta uniformidad podría ser beneficiosa para aplicaciones industriales, donde una densidad constante puede simplificar los procesos de fabricación y mejorar la consistencia del producto final.

En conclusión, aunque la variabilidad de la densidad básica a lo largo del culmo puede ser significativa en algunas especies de bambú, los resultados de tu estudio sugieren una uniformidad en las especies analizadas. Esta uniformidad en la densidad básica puede tener implicaciones prácticas importantes y resalta la necesidad de estudios adicionales para comprender mejor los factores que influyen en la densidad básica del bambú

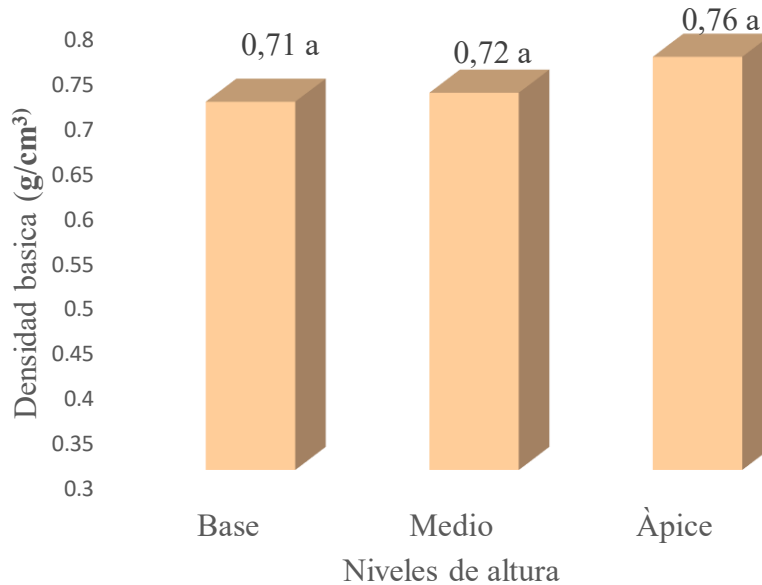


Figura 9. Comparaciones múltiples de la densidad básica en niveles de altura

4.2.3. Densidad anhidra (g/cm³)

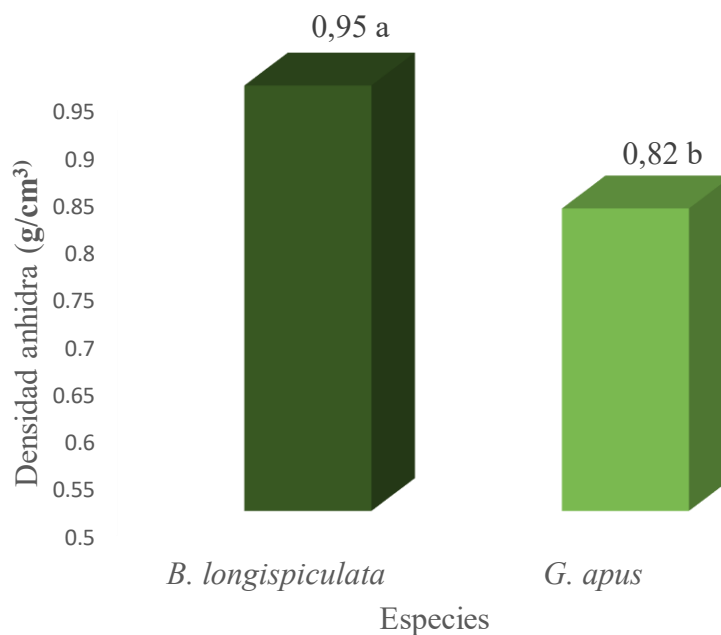
El análisis de varianza (ANOVA) para la densidad anhidra muestra efectos significativos tanto para el factor "Especie" como para el factor "Niveles". Para el factor "Especie", el valor de P es muy bajo ($P = 0.000$), indicando que hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad anhidra entre las especies de bambú analizadas. Esto sugiere que al menos una de las especies tiene una densidad anhidra significativamente diferente de las demás. Para el factor "Niveles", el valor de P también es significativo ($P = 0.001$), lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad anhidra entre los diferentes niveles de altura del bambú. Sin embargo, la interacción entre "Especie" y "Niveles" no es significativa ($P = 0.613$), lo que sugiere que el efecto de los niveles de altura en la densidad anhidra es consistente entre las especies de bambú analizadas. En resumen, tanto la especie de bambú como los niveles de altura tienen un impacto significativo en la densidad anhidra medida.

Tabla 7. ANVA de la densidad anhidra de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	0.126	0.126	66.48	0.000**
Niveles	2	0.036	0.018	9.4	0.001**
Especie*Niveles	2	0.002	0.001	0.5	0.613 ^{NS}
Error	24	0.045	0.002		
Total	29	0.209			

C.V: 4.93%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para la densidad anhidra muestra que la media para *B. longispiculata* es de 0.95, mientras que para *G. apus* es de 0.82. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa en la densidad anhidra entre *Bambusa* y *Gigantochloa*, Por lo tanto, se concluye que la densidad anhidra es significativamente mayor en *Bambusa* comparado con *Gigantochloa*.

**Figura 10.** Comparaciones múltiples de la densidad anhidra en especies

En primer lugar, es esencial considerar el estudio de Guzmán (2021), quien evaluó la densidad anhidra de *Dendrocalamus asper*. Guzmán reportó densidades anhidras que variaban dependiendo de la madurez del culmo: 0.86 g/cm³ en culmos sobre maduros y 0.78 g/cm³ en culmos verdes. Este hallazgo indica que la densidad anhidra aumenta

con la madurez del culmo, sugiriendo que el contenido de lignina y otros componentes estructurales aumenta a medida que el bambú envejece.

Por otro lado, Zavaleta (2023), también estudió *Dendrocalamus asper* en diferentes localidades y encontró que la densidad anhidra no presentaba diferencias significativas entre localidades, pero sí se observaban variaciones numéricas. Por ejemplo, en Pueblo Nuevo, la densidad anhidra promedio fue de 0.83 g/cm³, mientras que en Laguna de los Milagros fue de 0.81 g/cm³. Estos valores, aunque cercanos, reflejan cómo las condiciones ambientales y de manejo forestal pueden influir ligeramente en las propiedades del bambú. Adicionalmente, Santos (2019), investigó *Guadua angustifolia* y encontró que la densidad anhidra estaba influenciada por las fases lunares. Los resultados mostraron densidades anhidras más altas en cuarto menguante y luna nueva, con valores de hasta 0.89 g/cm³. Esta observación introduce una variable interesante que no se consideró en los estudios de Guzmán y Zavaleta, sugiriendo que factores astronómicos pueden tener un impacto en la estructura y densidad del bambú.

Comparando estos estudios, se puede observar que, a pesar de las diferencias metodológicas y de contexto, la densidad anhidra de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* es relativamente alta, lo que sugiere su potencial para aplicaciones estructurales y de construcción. Sin embargo, las diferencias numéricas y la influencia de variables externas, como la madurez del culmo y las fases lunares, subrayan la necesidad de considerar múltiples factores al evaluar esta propiedad.

Las diferencias observadas en la densidad anhidra pueden deberse a varios factores. En primer lugar, la especie de bambú en sí misma juega un papel crucial. *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* tienen diferentes composiciones químicas y estructuras celulares, lo que influye en su densidad anhidra. En segundo lugar, las condiciones de crecimiento, como el tipo de suelo, el clima y las prácticas de manejo, pueden afectar significativamente las propiedades del bambú. En tercer lugar, las metodologías utilizadas para medir la densidad anhidra pueden variar entre estudios, lo que puede introducir variaciones en los resultados. Finalmente, la consideración de factores astronómicos, como las fases lunares, tal como se observó en el estudio de Santos, añade otra capa de complejidad a la interpretación de los datos

La prueba de comparación de medias para la densidad anhidra muestra que las medias para los diferentes niveles de altura del bambú son 0.92 en el ápice, 0.89 en el medio y 0.83 en la base. Esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la densidad anhidra entre la base y los otros dos niveles (ápice y medio); sin embargo, no hay diferencias significativas entre el ápice y el medio; por lo tanto, se concluye que la densidad anhidra es significativamente mayor en el base comparado con el ápice y el medio del bambú.

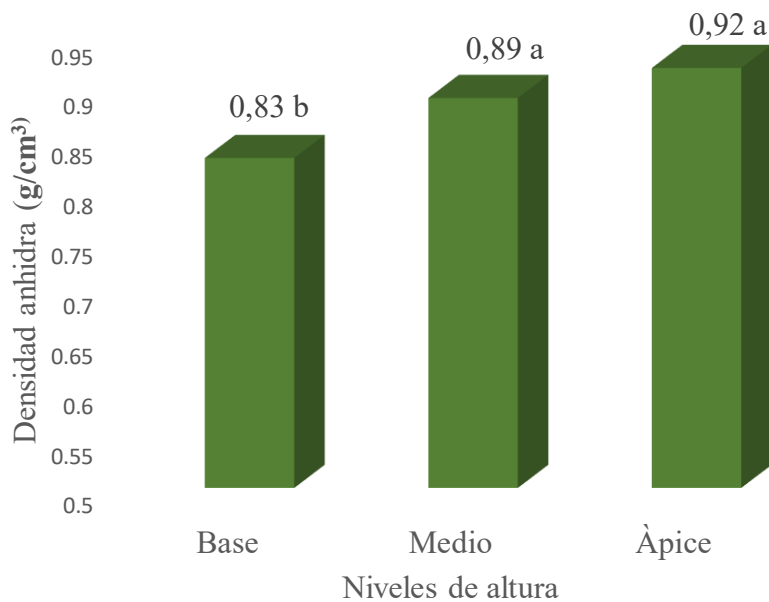


Figura 11. Comparaciones múltiples de la densidad anhidra en niveles de altura

Al comparar con los estudios por Guzmán (2021) y Zavaleta (2023) que examinaron la densidad anhidra de *Dendrocalamus asper* en diferentes alturas. Guzmán encontró que la densidad anhidra promedio fue de 0.92 g/cm³ en el ápice y 0.89 g/cm³ en el medio, mientras que Zavaleta reportó valores de 0.83 g/cm³ en la base. Estos hallazgos sugieren una tendencia decreciente en la densidad anhidra conforme se desciende desde el ápice hacia la base del bambú. En contraste, Santos (2019) investigó *Guadua angustifolia* y encontró que la densidad anhidra fue de 0.86 g/cm³ en el ápice, 0.87 g/cm³ en el medio y 0.85 g/cm³ en la base. Aunque Santos también observó una ligera disminución desde el ápice hacia la base, las diferencias no fueron tan marcadas como en *Dendrocalamus asper* según Guzmán y Zavaleta. Al comparar estos estudios, se puede destacar que Guzmán y Zavaleta encontraron una diferencia significativa en la densidad anhidra entre la base y los otros dos niveles (ápice y medio) en *Dendrocalamus asper*, indicando una variación notable dentro de la misma especie.

Por otro lado, Santos mostró una variabilidad menos pronunciada en *Guadua angustifolia*, lo cual puede atribuirse a las características intrínsecas de cada especie de bambú.

Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a varios factores. En primer lugar, la estructura celular y la composición química del bambú pueden variar significativamente entre especies, influenciando directamente la densidad anhidra en diferentes alturas del culmo. En segundo lugar, las condiciones ambientales locales, como el tipo de suelo y el clima, pueden afectar la densidad anhidra de manera distinta en cada nivel de altura del bambú. Además, las metodologías empleadas para medir la densidad anhidra, aunque estandarizadas, pueden introducir variaciones en los resultados entre los estudios.

En las especies *Dendrocalamus asper* como *Guadua angustifolia* muestran una tendencia general a disminuir la densidad anhidra desde el ápice hacia la base, las diferencias observadas entre estudios destacan la necesidad de considerar las peculiaridades de cada especie y las condiciones ambientales locales al interpretar estos resultados. Este enfoque integral es crucial para una comprensión completa de las propiedades físicas del bambú en distintos niveles de altura, beneficiando así su aplicación en diversas industrias y proyectos de ingeniería.

4.3. Cambio dimensional

4.3.1. Contracción tangencial (%)

El análisis de varianza (ANOVA) para la contracción tangencial muestra efectos significativos tanto para el factor "Especie" como para el factor "Niveles". Para el factor "Especie", el valor de P es muy bajo ($P = 0.0012$), indicando que hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción tangencial entre las especies de bambú analizadas. Esto sugiere que al menos una de las especies tiene una contracción tangencial significativamente diferente de las demás. Para el factor "Niveles", el valor de P es aún más bajo ($P < 0.0001$), lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción tangencial entre los diferentes niveles de altura del bambú. Sin embargo, la interacción entre "Especie" y "Niveles" no es significativa ($P = 0.1829$), lo que sugiere que el efecto de los niveles de altura en la contracción tangencial es consistente entre las especies de bambú analizadas. En resumen, tanto la especie de bambú como los niveles de altura tienen un impacto significativo en la contracción tangencial medida.

Tabla 8. ANVA de la contracción tangencial (%) de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	5.14	5.14	13.58	0.0012
Niveles	2	148.87	74.44	196.59	0.0000
Especie*Niveles	2	1.38	0.69	1.82	0.1829
Error	24	9.09	0.38		
Total	29	164.49			

C.V: 9.18%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para la contracción tangencial muestra que la media para *G. apus* es de 7.12, mientras que para *B. longispiculata* es de 6.29. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa en la contracción tangencial entre *Gigantochloa* y *Bambusa*, ya que no comparten la misma letra. Por lo tanto, se concluye que la contracción tangencial es significativamente mayor en *Gigantochloa* comparado con *Bambusa*.

Zavaleta (2023), no reportó diferencias significativas en la contracción tangencial entre niveles de altura en las cañas de *Dendrocalamus asper* de Pueblo Nuevo y Laguna de los Milagros; sin embargo, los valores fueron estadísticamente similares en ambas localidades. En contraste, Guzmán (2021), encontró variaciones significativas en la contracción tangencial de *Dendrocalamus asper* según el estadio de madurez de los culmos, siendo más alta en culmos verdes que en maduros y sobre maduros. Además, observó diferencias entre niveles de altura, siendo mayor en el nivel de la base. Santos (2019), al estudiar *Guadua angustifolia*, destacó que la contracción tangencial fue más pronunciada durante el cuarto creciente y la luna llena, con valores significativamente mayores en el nivel de la base en comparación con otros niveles.

Cano (2012), señaló que *Gigantochloa verticillata* exhibió la contracción tangencial más baja entre las especies estudiadas en Guatemala, indicando una mayor estabilidad dimensional en comparación con *Guadua angustifolia* y *Gigantochloa apus*.

Este análisis resalta cómo la contracción tangencial varía no solo entre especies de bambú, sino también según condiciones específicas como el estadio de madurez, fases lunares y niveles de altura dentro de cada especie.

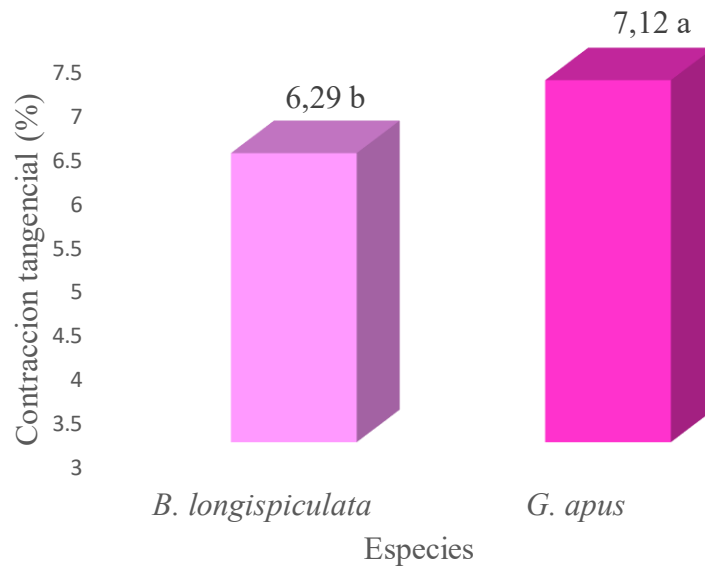


Figura 12. Comparaciones múltiples de la contracción tangencial (%) en especies

La prueba de comparación de medias muestra los diferentes niveles de altura, 9.51 en la base, 6.53 en el medio y 4.06 en el ápice. Indicando que hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción tangencial entre todos los niveles de altura estudiados. La base tiene una contracción tangencial significativamente mayor en comparación con el medio y el ápice, mientras que el ápice muestra la contracción tangencial más baja entre los tres niveles.

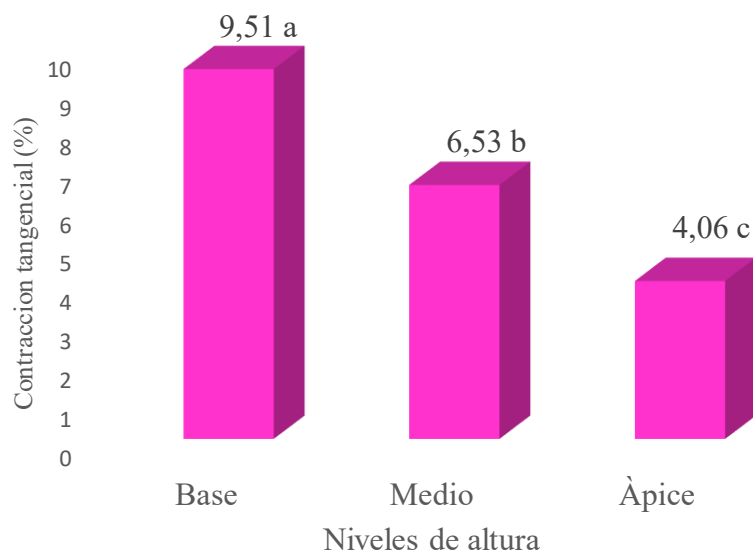


Figura 13. Comparaciones múltiples de la contracción tangencial (%) en niveles de altura

4.3.2. Contracción radial (%)

El análisis de varianza (ANOVA) para la contracción radial muestra efectos significativos para el factor "Niveles", pero no para el factor "Especie" ni para la interacción entre ambos factores. Para el factor "Especie", el valor de P es 0.086, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción radial entre las especies de bambú analizadas. Por otro lado, el factor "Niveles" muestra un valor de P muy bajo (< 0.0001), lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción radial entre los diferentes niveles de altura del bambú. Sin embargo, la interacción entre "Especie" y "Niveles" no es significativa ($P = 0.261$), sugiriendo que el efecto de los niveles de altura en la contracción radial es consistente entre las especies de bambú analizadas. En resumen, los niveles de altura tienen un impacto significativo en la contracción radial medida, mientras que las diferencias entre especies no son estadísticamente significativas en este contexto.

Tabla 9. ANVA de la contracción radial (%) de *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	1.1	1.1	3.2	0.086
Niveles	2	263.68	131.84	382.13	0.000
Especie*Niveles	2	0.98	0.49	1.42	0.261
Error	24	8.28	0.35		
Total	29	274.04			

C.V: 5.99%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias para la contracción radial muestra que la media para *Gigantochloa apus* es de 10, mientras que para *Bambusa longispiculata* es de 9.62., indicando que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la contracción radial entre *Gigantochloa apus* y *Bambusa longispiculata*. Esto sugiere que las medias medidas son similares entre las dos especies de bambú analizadas en términos de contracción radial.

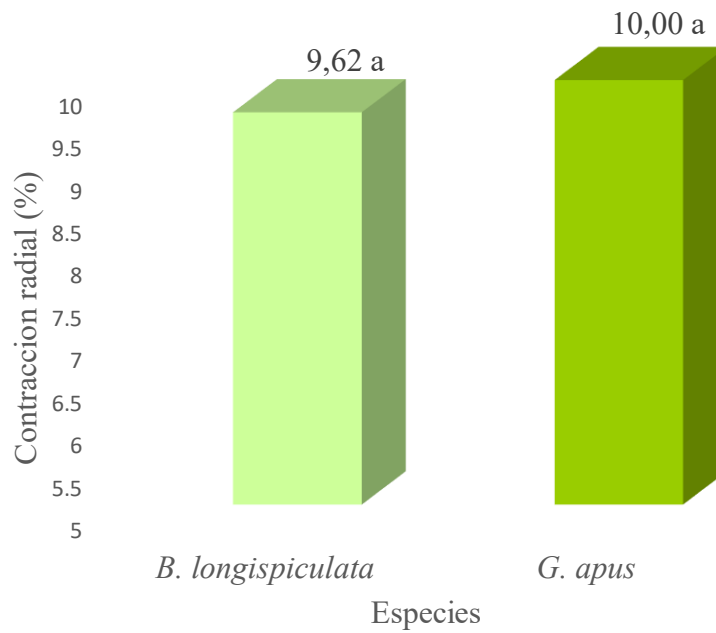


Figura 14. Comparaciones múltiples de la contracción radial (%) en especies

La prueba muestra que las medias para los diferentes niveles de altura del bambú son 13.45 en la base, 9.8 en el medio y 6.18 en el ápice. Indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la contracción radial entre todos los niveles de altura estudiados. En la base muestra una contracción radial mayor en comparación con el medio y el ápice, mientras que el ápice tiene la contracción radial más baja entre los tres niveles.

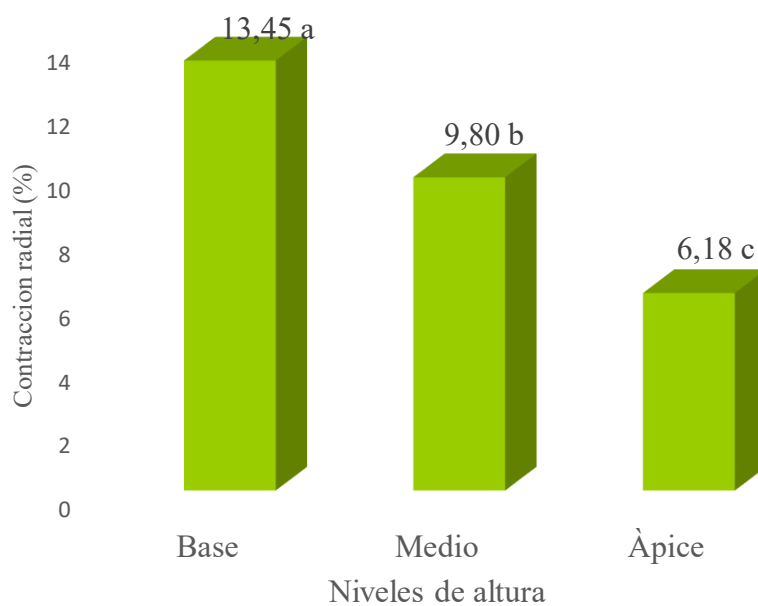


Figura 15. Comparaciones múltiples de la contracción radial (%) en niveles de altura

4.3.3. Contracción longitudinal (%)

El análisis de varianza (ANOVA) muestra efectos altamente significativos tanto para el factor "Especie" como para el factor "Niveles" en relación con la propiedad analizada. Para el factor "Especie", el valor de P es muy bajo ($P = 0.000$), lo cual indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre las especies de bambú en la variable estudiada. Esto sugiere que al menos una de las especies tiene un efecto significativo en la propiedad medida en comparación con las otras. De manera similar, el factor "Niveles" también muestra un valor de P muy bajo ($P = 0.000$), indicando que los diferentes niveles de la variable tienen un efecto significativo en la propiedad medida. Sin embargo, la interacción entre "Especie" y "Niveles" no es estadísticamente significativa ($P = 0.089$), lo que sugiere que el efecto de los niveles puede ser consistente entre las especies. En resumen, tanto la especie de bambú como los niveles de la variable tienen un impacto significativo en la propiedad medida, aunque la interacción específica entre ambos factores no alcanza la significancia estadística.

Tabla 10. ANVA de la contracción longitudinal (%) *G. apus* y *B. longispiculata*

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Especie	1	0.12	0.12	43.61	0.000
Niveles	2	1.22	0.61	220.21	0.000
Especie*Niveles	2	0.01	0.01	2.68	0.089
Error	24	0.07	0.00		
Total	29	1.42			

C.V: 9.62%; **: altamente significativo; *: significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio

La prueba de comparación de medias muestra que la contracción longitudinal media para *G. apus* es de 0.61, mientras que para *B. longispiculata* es de 0.48. Según la tabla ANOVA proporcionada. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa en la contracción longitudinal entre *Gigantochloa* y *Bambusa*. Por lo tanto, se concluye que *Gigantochloa* tiene una contracción longitudinal significativamente mayor en comparación con *Bambusa*, como se indica por las diferencias en las letras de la tabla de comparación de medias.

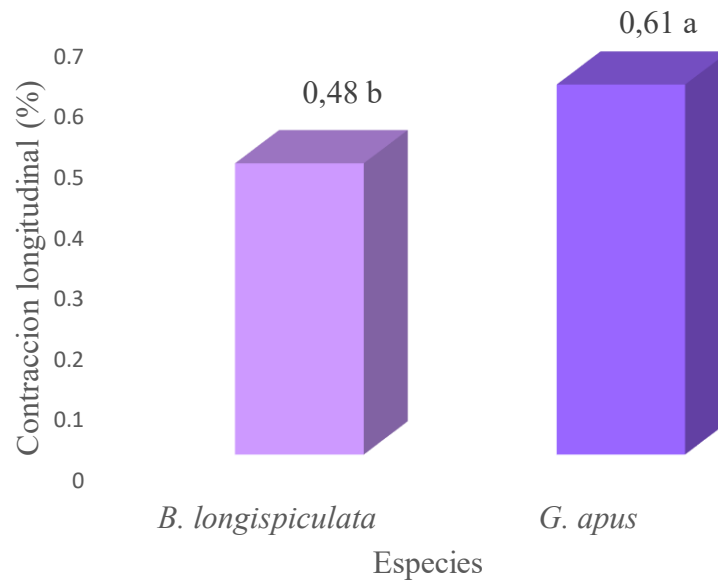


Figura 16. Comparaciones múltiples de la contracción longitudinal (%) en especies

La comparación de medias para los niveles de altura muestra que hay diferencias significativas entre ellos. La media en la Base (0.8), el nivel Medio (0.54), y el Ápice (0.3). Indican que son significativamente diferente de las otras, demostrando que la variable medida varía notablemente con la altura. Podemos concluir que la altura influye significativamente en la variable medida, con una mayor media en la Base y una menor en el Ápice.

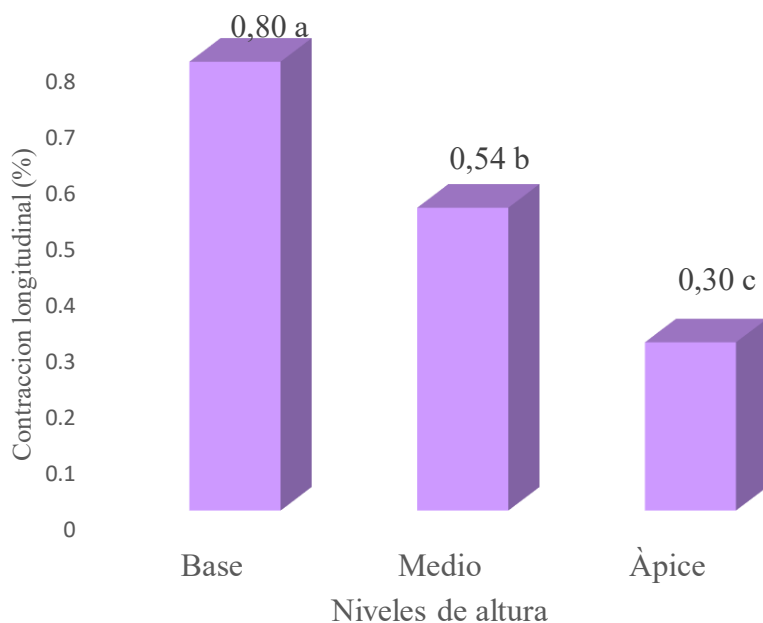


Figura 17. Comparaciones múltiples de la contracción longitudinal (%) en niveles de altura

En términos de cambios dimensionales, estudios como los de Guzmán (2021) y Valerio et al. (2005) señalaron diferencias en la contracción tangencial y radial entre niveles de altura y estadios de madurez del bambú. Guzmán observó contracciones del 15.01% en la base y 7.11% en el ápice, mientras que Valerio registró 4.174% en la contracción tangencial desde el estado verde al seco al aire. Estos hallazgos son cruciales para entender cómo el bambú responde a cambios ambientales y procesos de secado, informando sobre su estabilidad dimensional y su idoneidad para usos específicos como la construcción y la fabricación de muebles.

Además, la comparación entre especies y localidades, como destacado por Santos (2019) y Cano (2012), reveló variaciones significativas en propiedades como densidad y contracción. Santos encontró diferencias en la densidad saturada entre fases lunares, mientras que Cano identificó variaciones en la contracción tangencial entre especies como *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*. Estos estudios subrayan la importancia de seleccionar la especie de bambú adecuada según las condiciones locales y las necesidades específicas de uso.

En síntesis, los estudios revisados proporcionan una perspectiva completa de cómo las propiedades físicas del bambú están influenciadas por diversos factores. Estos incluyen la ubicación geográfica, el nivel de madurez, la parte del culmo evaluada y las normativas utilizadas para la evaluación. Esta información es esencial para guiar el uso sostenible y efectivo del bambú en aplicaciones industriales y de construcción, asegurando su óptimo rendimiento y durabilidad en diferentes contextos.

V. CONCLUSIÓN

1. En el contenido de humedad saturada no se encontraron diferencias significativas entre ambas especies. Para la base del bambú mostró mayor humedad que el ápice. En el contenido de humedad seco al aire, tampoco hubo diferencias significativas entre ambas especies. La base tuvo un contenido de humedad mayor que la media y el ápice y la media no mostraron diferencias significativas.

2. La densidad entre ambas especies mostró una diferencia estadísticamente significativa. A nivel de altura, las densidades fueron consistentes, indicando uniformidad en la densidad saturada.

La densidad básica no mostró diferencias significativas entre ambas especies. A través de los niveles de altura, las medias mostraron uniformidad en este aspecto.

En cuanto a la densidad anhidra, la *B. longispiculata* fue significativamente mayor que *G. apus*. A nivel de altura, se observaron diferencias significativas entre la base y los otros niveles.

3. La contracción tangencial fue más alta en *G. apus* que en *B. longispiculata*, con variaciones significativas entre los niveles de altura, mostrando una tendencia decreciente de la base al ápice.

La contracción radial no fue significativamente diferente entre ambas especies, pero hubo variaciones notables entre los niveles de altura indicando una mayor contracción en la base y menor en el ápice.

La contracción longitudinal fue mayor en *G. apus* que en *B. longispiculata*, con diferencias notables entre los niveles de altura, destacando una influencia significativa de la altura en este parámetro.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Aumentar el tamaño de la muestra y replicar las mediciones para obtener resultados más representativos con el fin de reducir la variabilidad y mejorar la confiabilidad de los datos obtenidos.
2. Realizar estudios que garanticen la utilidad tecnológica de estas especies como otras variables relevantes como la resistencia mecánica, la durabilidad frente a la humedad y la resistencia al impacto.
3. Considerar estudios en diferentes condiciones ambientales locales que podrían influir en las propiedades físicas del bambú, por ejemplo, variaciones estacionales, diferencias de suelo o altitud, que pueden afectar significativamente las características físicas del bambú.
4. Ampliar las investigaciones comparando *B. longispiculata* y *G. apus* con otras especies de bambúes nativas o cultivadas en la región, con el fin de proporcionar información tecnológica sobre qué especies son más adecuadas para diferentes aplicaciones industriales o de construcción.
5. Considerar en otros estudios como pueden ser aplicados en prácticas sostenibles, como el uso de bambú en la construcción ecológica, la fabricación de muebles o su uso como materia prima en la industria local.
6. Concientizar los resultados obtenidos en las especies de bambúes con la comunidad local, académica y empresarial para fomentar un mayor entendimiento y aprovechamiento de las propiedades del bambú con la finalidad de promover su cultivo y uso sostenible en la región.

VII. REFERENCIAS

- Álvarez, F. (2018). *Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del bambú Bambusa vulgaris para uso estructural en Colombia* [Tesis maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio institucional UNAL: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76733>
- Calo, N. (2018). *Caracterización física y mecánica de tres especies de bambú aptas para la construcción en Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Repositorio institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8629/>
- Cano, E. (2012). *Evaluación tecnológica de 3 especies de bambú (Guadua angustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial* [Proyecto FODECYT No-04-2011]
- Cedeno, V.A., Irigoyen, C.J. (2011). El bambú en México. usjt.arq.urb. N°6. México. 21(1):57.http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1810/TS_JLRI_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cronquist, A. (1981). Lista de las clases, subclases, órdenes y familias de las angiospermas - Columbia University Press. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/638/T.FRS-257.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ECOBAMBÚ. (2006). Forestadora de Argentina (En línea): (http://www.ecobamboo.com.ar/respuestas_del_bambu.htm. 5 de Oct. 2008).<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/638/T.FRS-257.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estacio, D. (2013). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del bambú Bagua-Amazonas*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/364> .

- Fernández, H. (2004). Proyecto de inversión de Bambú *Guadua angustifolia Kunth* Guatemala, Gt. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/06/17/Calderon-Nilda.pdf>
- Franquis, F., Infante, A. (2003). Perspectivas del bambú en América Latina y en Venezuela. *Rev. For. Lat.* 10(3):1-10.
- García, E., Silva, E., Reyes, J., Arcocha, E., Buenfil, C., Bolívar, N., Gilberto Cortés, G. (2015). Caracterización físico mecánica del recurso natural Bambú presente en el Estado de Campeche, México. *Rev. Iberoamericana de Ciencias.* 7 (2): 25- 38
- Guzmán, J. (2021) Variabilidad de las propiedades físicas de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer en tres estadios de madurez, en Tingo María [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS
- Hernandez, I.; Ordoñez, V; Barcenas, G; Borja A; Zamudio, F. (2015) *Propiedades físico-mecánicas de una guadua mexicana (guadua aculeata)*. *Revista. Madera ciencia y tecnología.* 17(3): 505 - 516
- Huarcaya, J. (2010). *Determinación de resistencia de uniones estructurales en bambú (Guadua angustifolia)*, *Bosque: Flor del valle, distrito/provincia: Rioja, departamento: San Martín* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3206>
- INBAR. (2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (*Guadua angustifolia*) en Perú. Quito, Ecuador.
- Liese, W., & Köhl, M. (2015). *Bamboo: The Plant and its Uses (Tropical Forestry)*. Cham: Springer International Publishing.
- Londoño, X. (2010). Identificación taxonómica de los bambúes de la región noroccidental del Perú. IITO-PERUBAMBU. PD 428/6 *Rev. 2(F) (Perú)*. 36(1):2-5.
- Martínez S. (2015). Bambú como material estructural: Generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo. Valencia, España.
- Mercedes, J. (2006). Guía técnica: Cultivo del bambú. CEDAF. Santo Domingo, República dominicana.

- Montoya, A., & Prozco, C. (2008). Fundamentos prácticos del Secado de Guadua – Bambú. Proyecto de la Energía Solar para el Secado Industrial de la Guadua Angustifolia. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Norma Técnica Colombiana - NTC 5300. (2008). Cosecha y postcosecha de culmo de *Guadua angustifolia* Kunth. NTC 5300. Bogotá, Colombia.
- Norma Técnica Colombiana - NTC 5525. (2007). Métodos de ensayo para determinar las propiedades física y mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth. NTC 5525. Bogotá, Colombia.
- Oliva, G. (1989). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de cuatro especies de bambú*. [Tesis pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Tesis no publicada
- Pérez, C. (2014). *Caracterización genética de relictos de Guadua angustifolia, un ecosistema estratégico de la eco región Valle del agua del Cauca mediante STR'S*. [Tesis Doctoral, Universidad Pablo de Olavide]. Repositorio institucional UPO.
<https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/2135>
- Phillips, T. (2013). Bambú. Universidad de Kentucky Colegio de agricultura. [En línea]: aquí, (<https://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/bambu.pdf>, documento, 12 Jun. 2016).
- Pilco, E. (2016). *Estudio de las propiedades Físico Mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth de Loja, e implementación de este como material de construcción*. [Tesis pregrado, Universidad Tecnica Particular de Loja]. Repositorio institucional UTPL.
<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/14399?mode=full>
- Rodríguez, J., Ruiz, L. 2016. Manual de construcción de obras civiles para viviendas unifamiliares ecológicas con el uso del bambú.
- Ruiz, J. (2016). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera quinilla de Picota". [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de San Martín]. Tesis no publicada.
- Ruiz, I., Arévalo, C. (2008). Distribución e identificación de especies de bambú nativos en introducidos en el bosque reservado de la UNAS y zonas aledañas. Tingo Mariá, Perú.

- Sánchez, M. T., Espuna, J. A., & Roux, R. S. (2016). El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua amplexifolia*. *Nova scientia*, 8(17), 657-677.
- Santos, C. (2019) Influencia de las fases lunares sobre las propiedades físicas de *Guadua angustifolia* Kunth, en Tingo María. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS
- Sungkaew, S., Stapleton, C., Salamin, N. Hodkinson, T. (2009). No monofilia de los bambúes leñosos (Bambuseae; Poaceae): un análisis filogenético región de genes múltiples de Bambusoideae. *Rev. Inv. Plant.* 122(8):95-108.
- Takahashi, J. (2004). Plan Nacional de Reforestación. - Perú 2005- 2024 D. "Informe Final: Inventario del bambú en el Perú". Gtz Contrato 01.2459.4-001.00/PI 030/03. 54 p.
- Takahashi, J. (2006). El Bambú en el Perú. 111 simposio Latinoamericano del Bambú 2006. [En línea]: PERUBAMBU, ([http://www. Perubambu.org.pe](http://www.Perubambu.org.pe), documento 1 O Abr. 2009).
- Tejada, J (1990). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de cuatro especies de bambú. [Tesis pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Tesis no publicada
- Urrutia, J. (1983). *Propiedades Físico-Mecánicas del bambú (estudio preliminar de 6 especies de la finca Chocolá, Suchitepéquez)*. [Tesis pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Tesis no publicada
- Valero, S., Reyes, E., Contreras, W. (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 rio Chama, municipio Francisco Javier Pulgar, estado Zulia, Venezuela. *Rev. For. Lat.* 37: 87-107
- Zavaleta, E. (2023) Caracterización de las propiedades físicas del *Dendrocalamus asper* (bambú) de dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS

ANEXO

Tabla 11. Promedios de contenido de humedad saturada (%) en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	72.496	64.185	62.099	74.079	67.826
	Medio	67.479	57.421	55.412	73.953	71.785
	Ápice	60.549	55.027	46.561	73.385	60.652
<i>Gigantocloha</i>	Base	65.261	69.795	84.036	78.007	100.911
	Medio	51.408	58.701	71.894	74.970	92.153
	Ápice	36.008	46.594	59.113	61.115	88.216

Tabla 12. Promedios de contenido de humedad seco al aire (%) en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	14.524	14.261	14.647	14.422	14.402
	Medio	14.238	13.986	13.135	14.127	14.198
	Ápice	13.847	13.602	13.924	14.055	17.083
<i>Gigantocloha</i>	Base	14.532	14.164	14.449	14.431	14.609
	Medio	13.686	13.797	14.078	13.895	12.559
	Ápice	13.800	13.750	13.639	13.932	13.837

Tabla 13. Promedios de la densidad saturada en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	1.206	1.225	1.507	1.187	1.201
	Medio	1.207	1.231	1.289	1.204	1.198
	Ápice	1.210	1.221	1.265	1.199	1.211
<i>Gigantocloha</i>	Base	1.201	1.180	1.166	1.162	1.149
	Medio	1.211	1.197	1.172	1.164	1.144
	Ápice	1.222	1.198	1.178	1.176	1.129

Tabla 14. Promedios de la densidad básica en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	0.699	0.746	0.942	0.682	0.716
	Medio	0.721	0.782	0.830	0.693	0.698
	Ápice	0.754	0.788	0.863	0.692	0.755
<i>Gigantocloha</i>	Base	0.731	0.696	0.634	0.653	0.573
	Medio	0.800	0.754	0.684	0.666	0.598
	Ápice	0.899	0.818	0.741	0.731	0.602

Tabla 15. Promedios de la densidad anhidra en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	0.885	0.901	0.903	0.924	0.911
	Medio	0.933	0.984	0.990	0.969	0.950
	Ápice	0.945	0.986	1.010	0.964	0.944
<i>Gigantocloha</i>	Base	0.806	0.788	0.730	0.769	0.730
	Medio	0.875	0.846	0.809	0.804	0.785
	Ápice	0.977	0.897	0.856	0.841	0.742

Tabla 16. Promedios de la contracción radial en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	14.459	12.923	12.544	13.121	13.216
	Medio	9.630	10.410	9.479	10.040	9.572
	Ápice	6.271	5.927	5.023	6.001	5.639
<i>Gigantocloha</i>	Base	14.093	13.731	12.617	13.975	13.786
	Medio	9.180	10.322	9.288	10.643	9.390
	Ápice	5.601	6.678	7.151	7.026	6.527

Tabla 17. Promedios de la contracción tangencial en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	9.114	8.608	9.161	8.845	9.160
	Medio	6.261	6.317	5.699	5.317	6.107
	Ápice	4.293	4.018	3.783	4.041	3.627
<i>Gigantocloha</i>	Base	11.013	9.387	9.332	8.975	11.539
	Medio	7.508	6.816	7.151	6.817	7.349
	Ápice	5.027	4.299	2.974	4.361	4.225

Tabla 18. Promedios de la contracción longitudinal en dos especies de bambúes y niveles de altura

Especie	Niveles	Cañas				
		I	II	III	IV	V
<i>Bambusa</i>	Base	0.827	0.739	0.763	0.835	0.655
	Medio	0.514	0.477	0.380	0.462	0.482
	Ápice	0.264	0.247	0.197	0.191	0.225
<i>Gigantocloha</i>	Base	0.854	0.897	0.862	0.775	0.752
	Medio	0.658	0.617	0.666	0.586	0.605
	Ápice	0.324	0.406	0.340	0.365	0.456



Figura 18. Evaluación de cañas de bambúes



Figura 19. Selección y marcado de cañas a cortar



Figura 20. Medición de la longitud de internudos



Figura 21. Extracción de anillos



Figura 22. Obtención de probetas para ensayos físicos



Figura 23. Codificación de las probetas a investigar



Figura 24. Acondicionamiento de las probetas



Figura 25. Registro de pesos de las probetas



Figura 26. Medición de la dirección longitudinal



Figura 27. Medición en la sección tangencial y radial de las probetas obtenidas



Figura 28. Probetas sometidas a la estufa



Figura 29. Parafinado de probetas

VERSIÓN N° 2024-004



Firmado digitalmente por:
SOTO SHAREVA YAHN CARLOS
FIR 43060838 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 02/10/2024 07:05:34-0500

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

El que suscribe, **Yahn Carlos Soto Shareva** con DNI N° **43060838**, especialista botánico inscrito a la Dirección de Normalización y Certificación de Competencias Laborales, como: **Evaluador de Competencias Laborales de Identificación de Especies Forestales**; con código de evaluador N° **202100034** y habilitado ante el Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo con Resolución Directoral N° **24-2021-MTPE/3/19.2**, deja constancia:

A solicitud de la Bach. **Fiorella Lynn Gerónimo Macedo**, se proporciona la identificación botánica que corresponden a los nombres científicos siguientes:

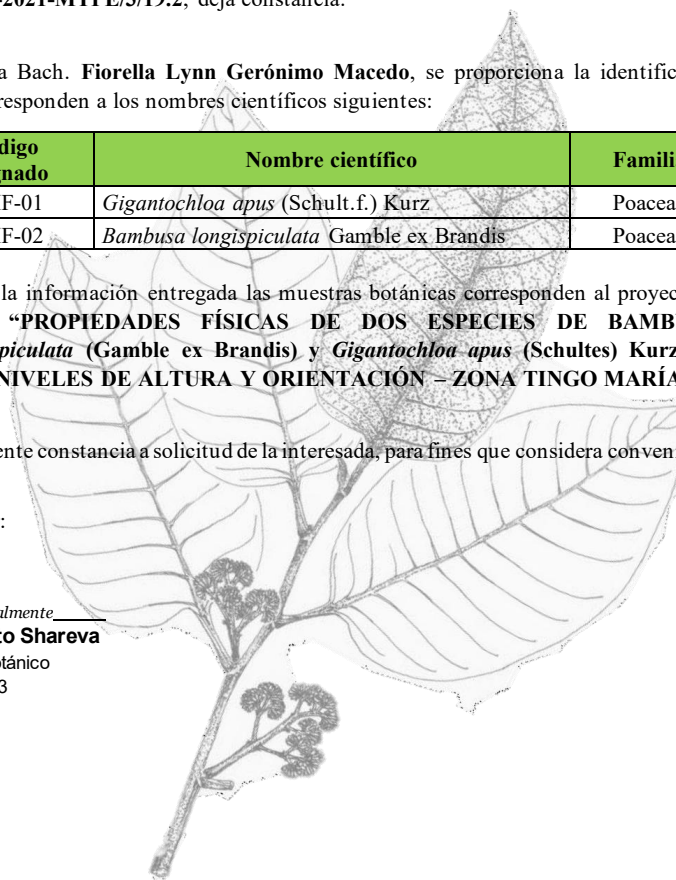
N°	Código Asignado	Nombre científico	Familia
01	GMF-01	<i>Gigantochloa apus</i> (Schult.f.) Kurz	Poaceae
02	GMF-02	<i>Bambusa longispiculata</i> Gamble ex Brandis	Poaceae

De acuerdo con la información entregada las muestras botánicas corresponden al proyecto de Tesis titulado: **“PROPIEDADES FÍSICAS DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES *Bambusa longispiculata* (Gamble ex Brandis) y *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, EN DIFERENTES NIVELES DE ALTURA Y ORIENTACIÓN – ZONA TINGO MARÍA”**

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para fines que considera conveniente.

Determinado por:

Firmado Digitalmente
Yahn Carlos Soto Shareva
Especialista Botánico
CIP N° 192243



Palcazú, 2 de octubre del 2024

Domicilio: Av. Fernando Westreicher s/n, Mz. P. Lote 10, Iscozacín-Palcazú, Oxapampa, Pasco.
Teléfono: +51 997 685 208 E-mail: yahncarlos@gmail.com; yahncarlos_24@yahoo.es

Figura 30. constancia de identificación botánica

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 5525

2007-09-26

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA *ANGUSTIFOLIA* KUNTH



E: TEST METHODS FOR THE DETERMINATION OF PHYSICAL
AND MECHANICAL PROPERTIES OF GUADUA
ANGUSTIFOLIA KUNTH.

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción modificada
(MOD) de la norma ISO 22157-1:2004.

DESCRIPTORES: métodos de ensayo; control de
calidad; propiedades físicas -
mecánicas; bambú, guadua,
angustifolia Kunth.

I.C.S.: 91.100.99

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Editada 2007-10-12

5 TOMA DE MUESTRAS Y ALMACENAMIENTO DE LAS PROBETAS SELECCIÓN

Los culmos de *Guadua angustifolia* se deben seleccionar de diferentes rodales en pie, por una persona calificada que pueda identificar la especie y comprender las diferentes implicaciones involucradas en el trozado y en el ensayo.

Para el caso de la investigación científica, los culmos seleccionados para el ensayo deben estar

sanos y libres de todo defecto y deben representar el promedio de los culmos del rodal o de la localidad. Para ensayos comerciales, los culmos deben representar la población total que se va a utilizar con propósitos de construcción, incluso si toda la población tiene algunos inconvenientes.

Los culmos quebrados, deteriorados o descoloridos se deben desechar.

El número de culmos requeridos para los ensayos se debe tomar, en forma aleatoria, de los diferentes rodales y parcelas.

CORTE, ROTULADO Y TROZADO

Antes del corte, cada culmo se debe identificar a una distancia aproximada de 0,25 m por encima del anillo de pintura

Los culmos se deben cortar de acuerdo con la NTC 5300 y la normatividad ambiental local, conservando el anillo de pintura sobre el culmo cortado. Una vez derribado el culmo, se deben marcar las partes que serán usadas para los ensayos. Las partes que se van a usar se deben marcar con un anillo en el extremo inferior y la identificación de los culmos se debe repetir en cada una de las partes. También se debe añadir identificación con relación a la posición del segmento en el culmo, "inferior", "medio" o "superior", cada uno constituyendo 1/3 de la porción utilizable del culmo. Se debe registrar la altura, en metros, de estos segmentos a partir del nivel donde el culmo fue cortado. Solo entonces se debe proceder a trozar el culmo en partes.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación, mediante el pesaje, de la pérdida de masa de la probeta de ensayo durante el secado hasta una masa constante. Cálculo de la pérdida de masa como un porcentaje de la masa de la probeta de ensayo después del secado.

Las probetas se deben pesar con una exactitud de 0,01 g y luego se deben secar en un horno a temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$.

Después de 24 h, se debe registrar la masa a intervalos regulares no inferiores a 2 h. Se debe tener mucho cuidado para evitar todo cambio en el contenido de humedad durante el período entre el retiro del horno y las determinaciones posteriores de la masa.

El secado se debe considerar terminado cuando la diferencia entre las determinaciones sucesivas de la masa no excede 0,01 g.

DENSIDAD

Determinación de la masa de la probeta mediante pesaje y de su volumen mediante la medición de sus dimensiones o con cualquier otro método. Cálculo de la masa por unidad de volumen de *Guadua*.

Mida las dimensiones de las probetas con exactitud de 0,1 mm y calcule el volumen o determínelo con un método adecuado (por ejemplo mediante inmersión), con una exactitud de 10 mm³. Realice este procedimiento en condición húmeda (verde) o con el contenido de humedad durante el ensayo mecánico, según se requiera.

Seque las probetas hasta obtener una masa constante, pero hágalo gradualmente para minimizar la deformación y el fisurado.

Realice las operaciones de pesaje inmediatamente después del secado. Determine la masa de las probetas con una exactitud de 0,01 g.

CONTRACCIÓN

Determinación de la contracción de un entrenudo (sin incluir los nudos), midiendo el diámetro externo, el espesor de la pared y la altura, antes y después del secado.

Se deben hacer marcas adecuadas en la probeta para facilitar que todas las observaciones se realicen cada vez del mismo lugar. En cada probeta, se deben medir 4 diámetros, 4 espesores de pared (dos en cada extremo) y 2 longitudes. Se debe permitir que la probeta se seque lentamente en condiciones de humedad gradualmente decreciente y temperatura creciente. Las masas y las dimensiones se deben registrar con regularidad hasta que las dimensiones sean constantes o se termine un ciclo completo de secado.

Por último, las probetas se deben poner en un horno con temperatura aproximada de 103 °C ± 2 °C, de tal forma que se sequen completamente, después de lo cual, se deben tomar las dimensiones por última vez.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 5300

2008-03-26

COSECHA Y POSTCOSECHA DEL CULMO DE *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH.*



E: HARVESTING AND POST- HARVESTING OF *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH* CULM.

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: guadua, cosecha, postcosecha.

I.C.S.: 91.100.99

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2008-04-09

COSECHA

Desganche: Se debe realizar esta labor al inicio de cualquier aprovechamiento con el fin de facilitar la circulación dentro del guadual. Consiste en eliminar las ramas o riendas del tercio inferior sin causar daño al culmo.

Socola: Se debe realizar esta labor después del desganche y de acuerdo con la necesidad de circulación para el aprovechamiento del culmo. Consiste en la eliminación de vegetación herbácea, bejucos, lianas, enredaderas y otros briznales. En rodales naturales se deben proteger los árboles y arbustos maderables asociados al guadual.

Selección y marcación: Proceso por el cual se seleccionan y se marcan los culmos maduros o “hechos”, con elementos que permiten su visualización y ubicación dentro del rodal. En la selección de los culmos se deben cumplir los siguientes requisitos:

Estado de madurez: Se deben seleccionar culmos maduros, a partir de cinco años de edad. Una forma visual tradicional de reconocer la madurez del culmo es por su color verde-blanquecino, con presencia abundante de manchas de líquenes y musgos en los entrenudos y sobre los nudos, sin que haya pubescencia sobre el culmo ni presencia de hojas caulinares en la base.

Estado fitosanitario: Los culmos seleccionados deben tener aspecto sano, no presentar daños causados por hongos y/o insectos, tales como perforaciones u otros.

Estado físico: Los culmos seleccionados no deben presentar defectos como rajaduras, perforaciones y otros daños físico-mecánicos.

Corte: Se debe realizar a ras por encima del primer o segundo nudo (evitando acumulación de agua) hecho por un operador capacitado y usando una herramienta adecuada (véase la Norma Unificada en Guadua. Reglamentación para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, caña brava y bambúes).

POSTCOSECHA

Manipulación del culmo: Desde el momento del corte se deben manejar los culmos de tal forma que se evite el deterioro del material causado por golpes o maltratos.

Clasificación: Se deben clasificar las piezas de acuerdo al uso con base en su diámetro, longitud y espesor de pared, para facilitar su transporte y almacenamiento.

Transporte de piezas: Durante el transporte se debe: Evitar cualquier tipo de impacto sobre el material.

Almacenamiento: Se deben mantener los culmos o secciones del mismo, alejados de la humedad del suelo, en sitios aireados y protegidos de la radiación solar. Se utilizan dos tipos de almacenamiento: