

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL *Dendrocalamus asper*
(BAMBÚ) DE DOS LOCALIDADES EN PUEBLO NUEVO, PROVINCIA LEONCIO**

PRADO

Tesis

para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

presentado por:

ELIAS MAXIMO JARA ZAVALA

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°071-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de junio de 2023, a horas 8:30 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL
Dendrocalamus asper (BAMBÚ) DE DOS LOCALIDADES EN PUEBLO
NUEVO, PROVINCIA LEONCIO PRADO”**

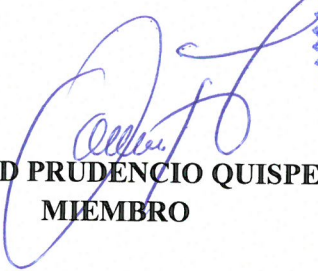
Presentado por el Bachiller: **JARA ZA VALETA, ELIAS MAXIMO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENO”**.

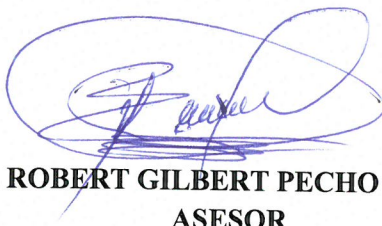
En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

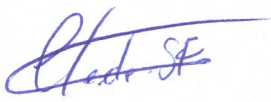
Tingo María, 25 de agosto de 2023


Ing. Mg. Sc. **RICARDO OCHOA CUYA**
PRESIDENTE


Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
MIEMBRO


Ing. Mg. Sc. **DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA**
MIEMBRO


Ing. Mg. **ROBERT GILBERT PECHO DE LA CRUZ**
ASESOR


Ing. Mg. Sc. **CLEIDE SANTOS FLORES**
ASESOR





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 252- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación 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% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL <i>Dendrocalamus asper</i> (BAMBÚ) DE DOS LOCALIDADES EN PUEBLO NUEVO, PROVINCIA LEONCIO PRADO	ELIAS MAXIMO JARA ZAVALETA	15 % Quince

Tingo Maria, 05 de setiembre de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL *Dendrocalamus asper* (BAMBÚ) DE DOS LOCALIDADES EN PUEBLO NUEVO, PROVINCIA LEONCIO PRADO”

- Autor** : JARA ZA VALETA, Elias Maximo
- Asesores** : Ing. M. Sc. PECHO DE LA CRUZ, Robert Gilbert
Ing. M. Cs. SANTOS FLORES, Cleide
- Programa** : Ciencias básicas Forestal (Química –Física - Anatomía
Forestal Biotecnología)
- Línea de Investigación** : Física Forestal
- Eje temático** : Propiedades físicas de la madera y otros materiales
lignocelulósicos
- Lugar de ejecución** : Leoncio Prado - Huánuco
- Duración del trabajo** : Fecha de inicio : junio del 2022
Término : noviembre del 2022
- Financiamiento** : Propio



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA
(Resol. N° 279-2022-D-FRNR-UNAS)**

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales y Renovables.
Título de tesis	: CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL Dendrocalamus asper (BAMBÚ) DE DOS LOCALIDADES EN PUEBLO NUEVO, PROVINCIA LEONCIO PRADO”
Autor	: Jara Zavaleta, Elias Maximo.
Asesor de tesis	: Ing. M. Sc. Pecho de la Cruz, Robert Gilbert
Escuela Profesional	: Forestal.
Programa de investigación	: Ciencias básicas Forestal (Química –Física - Anatomía Forestal Biotecnología)
Línea(s) de investigación	: Física Forestal
Eje Temático	: Propiedades físicas de la madera y otros materiales lignocelulósicos
Lugar de ejecución	: Leoncio Prado - Huánuco
Duración	: Inicio : junio del 2022 Término : noviembre del 2022
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/2,915.00 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, octubre 2023.

Jara Zavaleta, Elias Maximo
Tesista

Ing. M. Sc. Pecho de la Cruz, Robert Gilbert
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por el obsequio de la vida, Él siempre estuvo en todo momento cuidándome y guiándome con sabiduría para no dejarme vencer por los nuevos retos y adversidades de la vida.

A mis padres Ambrosio y Rosalia, que me apoyaron en todos los momentos de mi vida personal y en mi formación profesional sin el apoyo de ellos no le hubiera logrado, siempre estuvieron incondicionalmente en cada momento de mi vida, apoyándome y brindándome todo lo posible, incluso algunas veces hasta lo imposible. Estaré eternamente agradecido y espero algún día recompensarlos.

A mis hermanos: Humberto, Jose, Luz y Jaime, por acompañarme en esta etapa de mi vida. A mis tías porque siempre permanecieron cerca brindándome su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por ser fuente de aprendizaje que me transmitieron durante en mi etapa académica.

A mis asesores, Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho de La Cruz y M. Cs. Cleide Santos Flores, por compartir su sabiduría y conocimientos en el desarrollo del trabajo de investigación.

A Mary Duran, Yorlin Malpartida, Dionicio Garay y Pedro Quispe, por su inmenso apoyo en la extracción de muestras para la investigación.

A mis amigos, por su compañía en toda esta etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. El bambú	3
2.1.2. Propiedades físicas del bambú	5
2.2. Estado del arte.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Datos climáticos y zona de vida.....	13
3.2. Material y equipos	14
3.3. Metodología.....	14
3.3.1. Para determinar el contenido de humedad saturado y seco al aire del <i>D. asper</i> en tres niveles de altura.	14
3.3.2. Para determinar la densidad saturada, básica y anhídrica del <i>D. asper</i> en tres niveles de altura.	16
3.3.3. Para determinar la contracción tangencial, radial y longitudinal del <i>D. asper</i> en tres niveles de altura.	17
3.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación	18
3.4.1. Tipo de investigación.....	18
3.4.2. Nivel de investigación.....	18
3.4.3. Diseño de la investigación	19
3.4.4. Variables en estudio.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1. Contenido de humedad	21

4.1.1. Contenido de humedad saturada (%)	21
4.1.2. Contenido de humedad seco al aire	23
4.2. Densidad	25
4.2.1. Densidad saturada (g/cm ³)	25
4.2.2. Densidad básica (g/cm ³).....	27
4.2.3. Densidad anhidra (g/cm ³).....	30
4.3. Contracción	32
4.3.1. Contracción tangencial (%).....	32
4.3.2. Contracción radial (%).....	35
4.3.3. Contracción longitudinal (%).....	37
V. CONCLUSIÓN	40
VI. PROPUESTAS A FUTURO	41
VII. REFERENCIAS	42
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Ubicación geográfica de las localidades en estudio	13
2. Ubicación geográfica de los laboratorios	13
3. Distribución de factores y niveles en estudio.	19
4. Esquema ANOVA	19
5. Análisis de varianza del contenido de humedad (%).....	21
6. Análisis de varianza del C.H. seco al aire (%) de D. asper	23
7. Análisis de varianza de la densidad saturada (g/cm ³).....	25
8. Análisis de varianza de la densidad básica (g/cm ³).....	28
9. Análisis de varianza de la densidad anhidra.....	30
10. Análisis de varianza de la contracción tangencial (%).....	32
11. Análisis de varianza de la contracción radial (%)	35
12. Análisis de varianza de la contracción longitudinal (%)	37
13. Contenido de humedad saturada (%) promedios	47
14. Contenido de humedad seco al aire (%) promedios	47
15. Densidad saturada (g/cm ³) promedios	47
16. Densidad básica (g/cm ³) promedios	48
17. Densidad anhidra (g/cm ³) promedios	48
18. Contracción tangencial (%) promedios	48
19. Contracción radial (%) promedios.....	49
20. Contracción longitudinal (%) promedios	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Obtención de probetas a tres niveles de altura en una localidad.	15
2. Comparación de medias del contenido de humedad saturada (%) en localidades	22
3. Comparación de medias del C. H. saturada (%) en niveles de altura.....	23
4. Comparación de medias del C.H. seco al aire (%) en localidades	24
5. Comparación de medias del contenido de humedad seco al aire (%) en niveles de altura ..	25
6. Comparación de medias de la densidad saturada en localidades.....	26
7. Comparación de medias de la densidad saturada en niveles de altura	27
8. Comparación de medias de la densidad básica en dos localidades	29
9. Comparación de medias de la densidad básica en niveles de altura.....	30
10. Gráfico comparativo de las medias de la densidad anhidra en localidades.....	31
11. Gráfico comparativo de las medias de la densidad anhidra en niveles de altura.....	32
12. Gráfico comparativo de las medias de la contracción tangencial en localidades.....	33
13. Comparación de medias de la contracción tangencial en niveles de altura.....	34
14. Comparación de medias de la contracción radial en localidades	36
15. Comparación de medias de la contracción radial en niveles de altura	37
16. Comparación de medias de la contracción longitudinal en localidades	38
17. Comparación de medias de la contracción longitudinal en niveles de altura.....	39
18. Evaluación de cañas de D. asper	50
19. Selección y marcado de cañas a cortar	50
20. Corte y extracción de cañas de D. asper.....	51
21. Medición de las circunferencias	51
22. Medición de longitud de internudos	
23. Extracción de los anillos de 10 cm de D. asper	52

24. Obtención de anillos proveniente de las dos localidades	53
25. Obtención de probetas para ensayos físicos	53
26. Codificación de probetas de D. asper	54
27. Volumen de probetas por principio de Arquímedes	54
28. Medición de las secciones tangenciales y radiales de probetas de D. asper.....	55
29. Medición de las secciones longitudinales de probetas de D. asper	55
30. Parafinado de probetas de D. asper	56

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estudiar las propiedades físicas de dos localidades Pueblo Nuevo y Laguna de los Milagros se trabajó bajo las normas colombianas para lo cual se seleccionaron cinco (05) cañas por localidad. La presente investigación dio como resultado lo siguiente: En la localidad de Pueblo Nuevo se extrajo la especie *D. asper*, la cual presentó un Contenido de Humedad Saturado de 78.89%, mientras que en la localidad de Laguna se determinó que es de 69,19%, donde el Nivel-Base fue de 88,12%, en el Nivel-Medio de 73,73% y en el Nivel-Ápice fue de 60,27%, respecto al Secado al Aire no existió Diferencia Estadística en el Contenido de Humedad entre Niveles de Altura del Fuste y Localidades. La densidad saturada de la especie *D. asper* de igual manera no presentó diferencias significativas entre localidades y niveles de altura, siendo superior numéricamente en el nivel de medio y ápice, mientras que la densidad básica fue estadísticamente superior con $0,69 \text{ g/cm}^3$, la densidad anhidra fue similar estadísticamente tanto para las localidades y niveles de altura. Por otra parte, el cambio dimensional tanto para la contracción tangencial y radial fueron similares estadísticamente en las dos localidades, sin embargo, en niveles de altura fue superior en el nivel de la base con 15,40% y 17,62% respectivamente. La contracción longitudinal no presentó diferencias estadísticas.

Palabras claves: Propiedades físicas, *Dendrocalamus asper*, localidades

ABSTRACT

The objective of the research was to study the physical properties of two towns, Pueblo Nuevo and Laguna de los Milagros, working under Colombian standards, for which five (05) reeds per town were selected. The present investigation resulted in the following: In the town of Pueblo Nuevo the species *D. asper* was extracted, which presented a Saturated Moisture Content of 78,89%, while in the town of Laguna it was determined to be 69,19%, where the Base-Level was 88,12%, in the Medium-Level 73,73% and in the Apex-Level it was 60,27%, with respect to Air Drying there was no Statistical Difference in the Moisture Content between Levels of Height of the Stem and Locations. The saturated density of the *D. asper* species likewise did not present significant differences between locations and height levels, being numerically higher at the middle and apex level, while the basic density was statistically higher with 0,69 g/cm³, the anhydrous density was statistically similar for both locations and height levels. On the other hand, the dimensional change for both tangential and radial contraction were statistically similar in the two locations, however, in height levels it was higher at the base level with 15,40% and 17,62% respectively. The longitudinal contraction did not present statistical differences.

Keywords: physical properties, *Dendrocalamus asper*, localities

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hay un gran interés por la madera en todo el mundo para diversos fines como la ebanistería, construcción, etc. Esto provoca una disminución de los bosques, la pérdida de territorio, y la tala impredecible de las especies de madera con mayor valor comercial. Para ello es vital buscar una alternativa a la madera, donde el bambú, que es visto como un material seguro, actualmente considerado como acero vegetal de bajo peso y de desarrollo más rápido que la madera, es muy utilizado por la sociedad con fines estructurales para construir sus viviendas, ya que cuenta con excelentes propiedades tecnológicas y a la vez es amigable con el medio ambiente, de esta manera contribuye a la mitigación del cambio climático.

D. asper también llamado bambú gigante, se adapta con mucha facilidad en cualquier tipo de suelo, rápido crecimiento; además, por sus excelentes propiedades es considerado una especie apta para construcción.

En la región, la población cuenta con *D. asper* instaladas en varias localidades, para ser usados con fines estructurales, lo cual se viene utilizando de manera empírica ya que, aún no tienen estudios tecnológicos que garanticen ser un material resistente, esto debido a la falta de investigaciones o trabajos relacionados, por ende se plantea la siguiente incógnita ¿Cuál será la caracterización de las propiedades físicas de *Dendrocalamus asper* (bambú) de dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, Huánuco?

El estudio pretende recabar y aportar información tecnológica sobre *D asper* para una mejor utilización en la población, basándose en las propiedades físicas, que brindan información que nos permite caracterizar físicamente a la especie y darle un mejor valor agregado.

Objetivo general

Caracterizar las propiedades físicas del *Dendrocalamus asper* (Bambú) de dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, Huánuco.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de humedad saturado y seco al aire del *Dendrocalamus asper* en tres niveles de altura de dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado.

- Determinar la densidad saturada, básica y anhidra del *Dendrocalamus asper* en tres niveles de altura dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, Huánuco.
- Determinar la contracción tangencial, radial y longitudinal del *Dendrocalamus asper* en tres niveles de dos localidades en Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. El bambú

Marín *et al.* (2008) argumentan que las plantas de esta especie se ubican en regiones tropicales y templadas excepto en Asia (Zona Oeste) y Europa, es una especie leñosa, monopódica, perenne, con una caña generalmente hueca y rígida, además con rizomas desarrollados. El bambú en el continente americano tiene 345 especies y 21 géneros. (Mercedes, 2006).

El bambú pertenece a la familia de las “Gramíneas”, esta especie usualmente se desarrollan en bosques cálidos, mesófitos, caducifolios y xerófitos asiáticos, así mismo está adaptado a las selvas tropicales y, con respecto al bambú herbáceo se desarrolla bajo la sombra de los bosques cálidos, se propagan a lo largo de ríos o en algunos casos en suelo desnudo. En general, la formación de esta especie depende directamente de la sombra, una temperatura cálida y principalmente de la humedad. Son comunes en los subtrópicos y trópicos, donde solo se encuentran unas pocas especies maderables en climas más fríos Mercedes (2006).

Es una especie perenne, el cual se adhiere firmemente al suelo por medio de rizomas gruesos, además también es un órgano donde la planta reserva nutrientes. Posee una punta afilada como una aguja que puede penetrar rocas muy duras. Así mismo, surgen rizomas o nuevos individuos a partir de las yemas redondeadas que poseen estas plantas (Martínez, 2015).

2.1.1.1. Importancia del bambú

Castaño *et al.* (2004) hacen mención que la especie del bambú tiene una gran relevancia social y económica, y a su vez se hace más notables los grandes beneficios y contribuciones ambientales. Así mismo, desempeñan un papel sustancial en la ecología debido a la calidad y cantidad de diversos servicios ecosistémicos los cuales son a nivel de microclima, suelo, biodiversidad y agua.

- Suelo

Según Añazco y Rojas (2015), los cuales señalan que esta especie gramínea es trascendentalmente importante debido a que brinda múltiples servicios ecosistémicos tales como la regulación hidrológica de las microcuencas, protección de franjas ribereñas y la mitigación de los riesgos de deslizamientos debido a sus rizomas, disminución de la erosión del suelo, protección de fauna y flora y ayuda a mejorar la belleza paisajística existente en el sitio.

- **Agua**

Una de las ventajas de esta especie, radica en la regulación de caudales ya que la precipitación tarda más tiempo en infiltrarse debido a que las plantaciones obstruyen al caer al suelo, así evitando un abrupto aumento de caudal, (Herrera, 2020).

- **Microclima**

Esta especie brinda un servicio de regulador térmico actuando como un "refrigerador", la sensación térmica y la intensidad de la exposición solar en menor bajo una plantación de Guadua (Añazco y Rojas, 2015).

- **Disminución de la degradación y deforestación.**

Añazco y Rojas (2015) señala que el uso de Guadua Angustifolia en diversos procesos de la industria reduce aún más los impactos ambientales negativos de la deforestación de bosques primarios, ya que la guadua es una alternativa para el uso de especies maderables. Esta especie tiene una excelente capacidad regenerativa, un crecimiento acelerado, lo que facilita su explotación continua, lo que permite brindar una alternativa y disminuir la explotación de bosques con diferentes especies maderables.

2.1.1.2. Ventaja y desventajas

Carpio y Vásquez (2016) mencionan las siguientes ventajas y desventajas:

a. Ventajas

- Es una material liviano y macizo, brindando una estructura resistente en construcciones de esta especie, óptimo para zonas con actividad sísmica frecuente.
- Al ser de fácil almacenamiento y transporte permite realizar construcciones con rapidez tales como estructuras permanentes o temporales.
- Esta especie se utiliza la caña en su totalidad por lo cual el desperdicio en su aprovechamiento es casi nulo, en comparación de las especies forestales que la corteza no es aprovechable.
- Recurso renovable, al ser de fácil y rápido crecimiento.

b. Desventajas

- Es sensible a los rayos UV, el agua y la humedad, por lo que se requieren cuidados en su manejo silvicultural.
- Es susceptible al ataque de patógenos e insectos, por lo cual deben realizar algún método de preservación o curado al estar en pie.

- Dependiendo la localidad o zona donde se extraen las cañas, variabilidad en el C.H. (%), nivel del fuste al usar, años de crecimiento, etc., los cuales serán factores determinantes para su comportamiento estructural.
- El grosor de los culmos variara según el nivel del fuste, lo que sería perjudicial para la industria de la construcción.
- Tiene una disminución dimensional al momento del secado por lo cual se debe tener en cuenta este cambio en las piezas proporcionadas.

2.1.1.3. Potencial del bambú

Gómez (2009) indica que el bambú es una alternativa como materia prima debido a sus diferentes propiedades haciendo un material potencialmente transformable para el uso en la industria constructora, por ende, se hace énfasis en la siembra y reforestación de esta especie; los autores mencionan que existen múltiples leyes y políticas que hacen promoción a la reforestación, lo que permitiría un aumento anual de los bosques, a nivel mundial, aunque el gran problema de la deforestación va a pasos agigantados lo que nos obligan a pensar en medidas a corto o medio plazo.

2.1.1.4. Usos del bambú

Pilco (2006) manifiesta los usos que se le dan al bambú según las partes:

- Las hojas puestas en el suelo se convierten en materia orgánica.
- El varillón, es usado en la industria de la construcción como correa de techos para la puesta de tejados de barro, así mismo en los cultivos transitorios es utilizado como tutor.
- La sobrebasa, se emplea en estructuras como vigas, siendo un elemento de soporte y en cultivos se usan como postes.
- La basa, tiene diversos usos: casetones, formaletas de planchas y en construcción de paredes, a su vez es usado como viguetas.
- La cepa sirve para hacer cercos y es usado como columnas.
- El rizoma es usado en la decoración de interiores.

2.1.2. Propiedades físicas del bambú

Pilco (2006) refiere que la estructura anatómica influye en las propiedades físicas de esta especie, ya que los trabajos de investigación sobre su anatomía muestran el uso final de todo material de madera. No obstante, esta especie de la familia de las Gramíneas con referente a las propiedades mecánicas están determinadas por la gravedad específica, esta depende específicamente del diámetro, contenido de fibra y grosor de las celdas

de la pared de la fibra. Es realmente importante el conocer la composición anatómica de esta especie, es muy crucial para la industria constructora, porque la información sobre su anatomía nos ayuda a puede clasificar el tallo de bambú (culmo, base y sobrebasa).

2.1.2.1. Contenido de humedad

Li (2002) afirma que el bambú y su Contenido de Humedad (%) varía desde la base hasta el ápice y de la periferia al centro de la estructura. La humedad del bambú fluctúa entre 15,5% en la capa interior y en el exterior puede alcanzar el 70%, en general en el culmo la humedad varia desde 82% y 110% según la altura de este. El Contenido de Humedad (%) del bambú dependerá del ambiente al que se encuentra sometido, al estar menos expuesto a ambientes húmedos o contacto al agua tendrá menos posibilidades de ser atacado por insectos o patógenos perjudiciales, además la temperatura y la humedad relativa del ambiente será determinante para la estabilidad del contenido de humedad, el cual deberá estar en rango entre 10%-25 %.

Las variaciones del Contenido de Humedad (%) será el factor determinante para la contracción o expansión del bambú, así mismo las cañas de bambú debe estar seco lo que optimiza su transporte y manejo. La susceptibilidad al ataque de hongos o insectos produciendo un daño a la estructura se debe a un alto contenido de humedad del bambú (Estacio, 2013).

Estacio (2013) también nos menciona que el Contenido de Humedad (%) es proporción de agua presente en la materia, el cual se obtiene mediante la siguiente formula:

$$CH(\%) = \frac{Ph - Psh}{Psh} \times 100$$

Dónde:

CH (%) : Contenido de humedad en estado saturado

Ph : Peso en estado saturado (g)

Psh : Peso seco al horno (g)

2.1.2.2. Densidad

De acuerdo González et al. (2010), definen a la densidad como la proporción entre la masa y volumen de una unidad o materia. La densidad de la caña de Bambú se determina según las partes sólidas, la cual se determina entre la masa y volumen el cual debe ser constaste.

La cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P}{V}$$

Dónde:

P = Peso.

V = Volumen.

Estacio (2013) argumenta que la relación entre el peso y volumen que ocupa un objeto se define como “Densidad”. Así mismo, se describe al peso del objeto como la sumatoria del peso del agua (comprendidas en los poros) y la de la parte sólida. Con mayor frecuencia es usada la densidad básica, debido a que las condiciones en las que se basa son estables para una determinada especie. Si la densidad de la parte sólida es cercana a 1,56 g/cm³, las diferencias entre especies son mínimas. En especies como la Guadua, las densidades desde la base hasta la parte superior oscilan entre 0,5 g/cm³ y 0,9 g/cm³.

2.1.2.3. Contracción

Ruiz (2016) afirma que las fluctuaciones del Contenido de Humedad (%), generan variaciones dimensionales en el material leñoso los cuales se dan debido a que las paredes celulares aumentan o disminuyen el agua higroscópica. El cambio dimensional se genera cuando existe una fluctuación del C.H., no obstante, cabe recalcar que la pérdida de agua libre no ocasiona ninguna variación dimensional, tal como es con la pérdida del agua higroscópica.

Ruiz (2016), nos indica que la expansión y contracción de la madera muestran distintos valores en sus tres direcciones. Agregando a lo anterior la variación volumétrica depende principalmente de la Contracción Radial y Tangencial, además, la contracción longitudinal (CL) ronda el 0,1%.

En la Guadua, la variación dimensional depende cambio del volumen y esto dependerá del Contenido de Humedad (%) presente en la madera, la disminución de agua libre en la madera genera la contracción, en la dirección tangencial se determinaron valores que oscila entre 5 a 11,5%, mientras que en la dirección axial existe un registro máximo de 0.8% y en la dirección radial existe una variación del 1 a 7,8%. Debido a que la contracción interna es menor que en la altura, este es más susceptible a sufrir tensión, lo que ocasionaría grietas o alabeo en la Guadua al realizarse el secado Ángeles (2014).

2.1.2.4. *Dendrocalamus asper*

Taxonomía

Esta especie es considerada un bambú que cuenta con características específicas y tecnológicas para su uso, asimismo tiene un crecimiento acelerado, una reproducción sencilla, regeneración, etc. (Wenyue , 1987).

Cronquist (1981), refiere la siguiente clasificación:

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Familia : POACEAE
- Subfamilia : Bambusoideae
- Género : *Dendrocalamus*
- Especie : *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer

Morfología

Estructuralmente consiste en un culmo, el cual consta de un eje vegetativo o un tallo dividido por nudos, entrenudos, rizomas y raíces que se extienden libre y activamente bajo tierra. El órgano que cumple una función de ancla y sostén en el suelo es el rizoma, el cual además almacena, absorbe y distribuye fluidos y nutriente; y además es el encargado de la propagación vegetativa.

La forma cilíndrica del culmo de bambú, cuenta con cavidades divididas por nudos, las cuales dan una excelente rigidez, así mismo una gran resistencia y flexibilidad. Los tallos o culmos, varían en diámetro, altura y crecimiento dependiendo de la variedad y también influirá las características del suelo o bosque donde se desarrollará. El bambú se desarrolla longitudinalmente hasta alcanzar su madurez, este crecimiento también se da en época de invierno, normalmente el periodo de madurez tiene una estimación de 6 años donde se produjeran 10 ramas por culmo, en este proceso se desarrollan todas las propiedades físicas-mecánicas de la materia leñosa, (Reiña, 2010).

Estructura anatómica

La Guadua, es una especie el cual llega a alcanzar una altura de 20-39 metros y en el diámetro de registran dimensiones que varían entre los 20-30 cm. El grosor de la pared de los tallos es de forma tubular y tiene un tamaño de 0,5 a 2 centímetros (Londoño, 1990).

2.2. Estado del arte

Reátegui *et al.* (2013), en su trabajo de investigación el cual extrajeron muestras de *D.asper* realizada en el Bosque Reservado ubicado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, determinaron las propiedades físicas de la especie en los diferentes niveles y orientación. En esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados: Con respecto al C. H. (%) existe una variación según nivel del fuste, en la base se obtuvo un C.H, de 116.66% y a nivel de ápice se obtuvo un 49, 21%, teniendo un promedio de 67.17. En el caso de la Densidad Saturada a nivel de base se tiene una densidad de 1,16 g/cm³, 1,26 g/cm³ en el ápice y un promedio de 1,23 g/cm³. Por otra parte, la densidad básica obtuvo resultados a nivel de base de 0,54 g/cm³, 0,84 g/cm³ a nivel de ápice y un promedio de 0,75 g/cm³. Según la dirección u orientación no se determinó diferencia estadísticas, en la contracción longitudinal se obtuvo una variación entre 0,10% - 0,20% y se obtuvo una media general de 0. 11%, la contracción tangencial varía entre 17,46% - 3,24%, con un promedio de 7,86% y en la contracción radial su variación oscila entre 16,52% - 4,23% y un promedio de 11.15%.

Calo (2018) describió las propiedades físicas y mecánicas de variedades de Bambú que fueran aptos para la industria de la construcción, los estudios realizados fueron en individuos de 4 a 5 años de edad. Los resultados de las propiedades físicas estudiadas fueron: En la densidad saturada, se determinó que en la especie *Guadua angustifolia* a nivel de ápice fue 0,827 g/cm³, 0,868 g/cm³ en la base y a nivel medio se determinó un valor de 0,839 g/cm³; por otra parte, la especie *Dendrocalamus asper* la densidad obtuvo los siguientes datos: nivel medio fue de 0,857 g/cm³, nivel de ápice fue de 0,846 g/cm³ y la base registró un valor de 0,890 g/cm³: la *Guadua verticillata* obtuvo los siguientes datos: 0,850 g/cm³ en la base, 0,762 g/cm³ en el ápice y 0,839 g/cm³ en el medio. El C. H. (Estado Saturado) en la especie de *Guadua verticillata* se registraron los siguientes datos, para la base se determinó un valor de 57,77%, medio fue de 51,30% y 37,67% para el ápice; en cambio, la especie *Dendrocalamus asper* a nivel de fuste-medio fue de 42,29%, en la base fue de 45,48% y 34,46% a nivel de ápice; en tanto en el *Dendrocalamus asper* los valores oscilaron entre 45,48%, 42,29% y 34,46%.

Santos (2019) determinó en su investigación en la especie *Guadua angustifolia* Kunth con respecto a las propiedades físicas dependiendo del nivel de altura y orientación según las fases de la luna, en el Fundo perteneciente a la Facultad de Agronomía (UNAS), donde se extrajeron culmos de la especie ya mencionada. Los mayores valores registrados en la contracción longitudinal de la base presentaron 0,24%, 0.23% en la orientación Sur, además se obtuvieron datos estadísticamente iguales en la fase lunar en cuarto menguante fue de 0,25%; en la fase de luna llena fue el mayor con respecto a la contracción radial con 17,37%, en el caso

del nivel de altura la base dio un resultado de 19,33%; en el caso de la contracción tangencial, en la fase lunar de cuarto creciente se obtuvo 13,32%, a diferencia de la evaluación según nivel de altura en el cual la base obtuvo 16,06% y la orientación sur dio como resultado 12,55%. La densidad anhidra es estadísticamente mayor a 0,89 g/cm³ en la fase lunar de cuarto menguante y en luna nueva dio como resultado de 0,88 g/cm³, el nivel-medio fue de 0,88 g/cm³ y a nivel del ápice fue de 0,87 g/cm³; los resultados obtenidos en la densidad básica según la fase lunar fueron las siguientes: luna nueva (0,69 g/cm³) y último cuarto (0,67 g/cm³). Se encontró que las fases lunares donde el C.H. era mayor, se obtuvieron los valores de 85,36 % y 83,66 % para la luna creciente y la luna llena, respectivamente, con la mayor parte concentrada en la base 100,34 % y en el nivel de medio fue de 74,078 %. El comportamiento es el mismo para la densidad saturada.

En la localidad de Armenida Quindío se realizó un estudio a la *Guadua angustifolia* con respecto a las propiedades mecánicas y físicas de esta especie. Como resultado se obtuvo que el contenido de humedad de las probetas es similar donde el promedio del C.H. (%) es de 14,411% y la densidad varían entre 0,400 g/cm³ y 0,800 g/cm³ y se obtuvo una densidad promedio de 0,607 g/cm³, Moreno y Cendales (2018).

Moromi (2015) hizo una investigación a la especie *Guadua angustifolia* variedad bicolor de Moyobamba (Ríoja), donde se pudo determinar en estado seco el C. H. (%) fue de 14,43%, así mismo el promedio de la densidad básica dio un resultado de 0,414 g/cm³.

Se realizó la investigación en una plantación de *Guadua angustifolia*, la cual es utilizada para la construcción para evaluar sus propiedades mecánicas y físicas. El procedimiento empleado fue el de seleccionar primero cañas de bambú en su estado verde, de los cuales se obtuvieron probetas y se prepararon para pruebas de laboratorio de propiedades físico-mecánicas. Un promedio de 0,597 g/cm³ de densidad fue el resultado obtenido en esta investigación, Estacio (2013).

Rodríguez (2021) realizó el estudio de las propiedades físico-mecánicas de tres especies de bambú del género *Guadua* originarias de la Amazonía peruana en diferentes niveles longitudinales; de los culmos evaluados se obtuvieron un total de 243 probetas. Con respecto al C.H. (%) en las cañas de la especie *Guadua* investigada, se identificó que *Guadua lynnclarkiae* (Londoño) alcanzó los mayores valores registrados respecto a las propiedades físicas en C. H. (%) en estado verde con 112%; en el caso del C. H. (%) en equilibrio higroscópico, el dato con mayor valor fue de 15,39% en la especie *Guadua superba* (Huber). Se obtuvieron datos registrados de 0,75 g/cm³, 1,22 g/cm³, 1,06 g/cm³ y 0,97 g/cm³ de la especie *Guadua weberbaueri* (Pilger) con respecto a la densidad básica, verde, equilibrio higroscópico

y anhidra, respectivamente. En la especie *Guadua lynnelarkiae* (Londoño) se obtuvieron datos registrados en la contracción longitudinal de 0,46% y de la pared fue de 18,65%.

Hernandez et al. (2015) en su trabajo de investigación sobre la especie de *Guadua aculeata* con respecto a las propiedades físico-mecánicas en la localidad de “Las Margaritas”, Puebla-México, obtuvieron el siguiente resultado: donde la densidad básica promedio (peso anhidro/volumen verde) oscila entre 0,560 a 0,660 g/cm³ de la base a la parte superior del culmo. Las contracciones totales promedio fueron de 13,9%. La metodología que se siguió en la fase de campo y laboratorio fue tomada de las normas ISO 22157-1 ISO e ISO/TR 22157-2.

Velásquez y Salvador (2008) describen en su estudio sobre el uso de *Guadua sarcocarpa* (Londoño), donde el C. H. (%) de esta especie en su estado saturado fue de 62,58% y 18,47 % en su estado anhidro, la densidad seca al aire alcanza un valor promedio de 0,66 g/cm³, mientras que la densidad básica tiene un promedio alrededor de 0,56 g/cm³.

Álvarez (2019) en su estudio de caracterización de *Bambusa vulgaris* determino algunas propiedades físicas y mecánicas de la para uso estructural en Colombia, lo cual para esta investigación trabajo bajo la NTC 5525, donde al evaluar la densidad básica estudiada en los niveles longitudinales (ápice, medio y base), donde se encontró el mayor valor en la parte medio con 0,572 g/cm³, seguido por la parte ápice con 0,539 g/cm³ y en el nivel de la base con 0,520 g/cm³, con un promedio general de 0,543 g/cm³.

Cobos y León (2007) afirmaron que a los 30 días del corte se registraron los siguientes datos: donde el C.H. (%) fue de 30,12 % y 0,704 g/cm³ para la densidad, siendo superior al Punto de Saturación de Fibras.

Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *Demdrocalamus asper* en Tingo María, donde se estableció el C.H. (%), las densidades y sus contracciones. Para los resultados se obtuvo un C. H. (%) saturada a nivel basal fue de 97,88 %, nivel-medio de 81,03 % y ápice de 71,00 %; se obtuvo una densidad saturada en el nivel de base de 1,16 g/cm³, medio de 1,17 g/cm³ y ápice de 1,16 g/cm³; mientras que en a nivel medio del fuste la densidad fue de 0,83 g/cm³, a nivel basal de 0,80 g/cm³ y ápice de 0,84 g/cm³; asimismo la densidad básica a nivel intermedio fue de 0,66 g/cm³, nivel base de 0,59 g/cm³ y ápice de 0,69 g/cm³; la contracción longitudinal es de medio de 0,14 %, mientras que en la base de la caña se obtuvo un valor de 0,24 % y 0,12 % a nivel del ápice; la contracción tangencial en el nivel intermedio es de 10,20 %, en el ápice de 7,11 % y 15,01 % en el nivel basal.

Castro (2016), determinó el Contenido de Humedad, densidad y la contracción en culmos de *Guadua angustifolia* Kunth, obteniendo que la contracción tangencial fue del

16,82 % en la base, del 15,01 % en el medio y del 11,76 % en el ápice; la contracción longitudinal en el nivel medio, ápice y basal fue del 0,26 %; con respecto a la contracción radial fue del 30,43 % en la base, del 33,59 % en el nivel intermedio y del 31,89 % en el ápice; en el C. H. (%) fue de 110,38 % en el base, 92,49 % en el medio y 78 % en el ápice; así mismo en la densidad saturada fue de 1,14 g/cm³, 1,15 g/cm³ y 1,15 g/cm³, respectivamente en los niveles del fuste; densidad básica fue de 0,55 g/cm³, 0,60 g/cm³ y 0,60 g/cm³, respectivamente en los niveles del fuste.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

En la región Huánuco, provincia de Leoncio Prado exactamente en dos localidades del distrito de Pueblo Nuevo, se obtuvieron las muestras de bambú. Por otra parte, a habilitación y obtención de probetas se llevó a cabo en los laboratorios pertenecientes a la UNAS, en el cual la primera fase (habilitación de probetas) se llevó a cabo en el Laboratorio-Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal. Posteriormente se realizó la evaluación de las probetas en el Laboratorio de Anatomía de la Madera. Estos laboratorios pertenecen a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal – UNAS.

Las **Tablas 1 y 2**, se muestra la ubicación geográfica de las dos localidades donde se extrajeron las muestras y así mismo el laboratorio donde se realizaron los ensayos físicos.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las localidades en estudio

Localidades	Coordenada	Altitud (m.s.n.m)
Pueblo Nuevo	N: 8996840	595
	E: 383189	
Laguna de los Milagros	N: 8988511	676
	E: 390053	

Tabla 2. Ubicación geográfica de los laboratorios

Unidades académicas	Coordenada	Altitud (m.s.n.m)
LATAMF	N:8970785	660
	E: 390380	
Laboratorio de anatomía de la madera-UNAS	N:8970807	661
	E: 390206	

3.1.1. Datos climáticos y zona de vida

Tingo María presenta una temperatura máxima media anual de 29,5 °C y una humedad relativa promedio de 87% (GOREHCO, 2016). Según las regiones naturales del Perú se encuentra esta localidad pertenece a la selva alta (rupa-rupa) y la zona de vida

ecológicamente se clasifica Bosque húmedo premontano tropical transicional a bosque muy húmedo premontano tropical (bh-PT/ bmh- PT), (Holdridge, 1987).

3.2. Material y equipos

Como material vegetativo fue las probetas de *Dendrocalamus asper* proveniente de dos localidades: Pueblo Nuevo y Laguna de los Milagros.

En lo que respecta la fase de campo, se usaron los siguientes materiales y equipos: machetes, tijera, brújula, motosierra, cinta métrica de 30 cm, alcohol 70%, plumón indeleble, bolsa de polietileno, formularios, papel periódico y GPS Garmin MAP 64s. En el LATAMF se realizó la habilitación de las probetas de ensayo, por lo cual se usaron los equipos tales como la garlopa y la sierra circular, así mismo para el montaje de las muestras botánicas se utilizó papel periódico y prensa botánica.

En el laboratorio se realizaron las evaluaciones de las probetas, utilizando los siguientes materiales y equipos: micrómetro, vernier digital, estufa eléctrica, pinza, desecador, balanza eléctrica, cocina eléctrica, parafina, y lo que se usó para la determinación del volumen fue lo siguiente: soporte universal, punzón y vaso precipitado. Los insumos que se utilizaron son agua destilada, cera, cojín de aceite Diesel para motor de dos tiempos y gasolina.

3.3. Metodología

3.3.1. Para determinar el contenido de humedad saturado y seco al aire del *D. asper* en tres niveles de altura.

El trabajo de investigación se efectuó basado en las siguientes normas Técnicas Colombianas:

- Norma Técnica Colombiana 5525 (2007)
- Norma Técnica Colombiana 5300 (2008)

Siguiendo lo especificado por la NTC. 5525 (2007) respecto a la selección y colección de muestras de bambú, para ello, se procedió a seleccionar y coleccionar cinco culmos que se cortaron de cinco matas por cada localidad; para ello, se obtuvo en cuenta que los culmos se encuentren con buenas características fitosanitarias y fenotípicas.

Para la extracción de los culmos se tuvo en cuenta: orientación del norte magnético, la distancia entre nudos, proyección de copa, la circunferencia a diferente nivel de altura, distancia entre los nudos, número de nudos y altura de la caña. Posteriormente se procedió a contar todos los culmos en condición maduro, de esta manera se escogerá de forma al azar los 5 culmos. Para facilitar la actividad del corte, antes se limpió, eliminando la hierba adyacente a la mata seleccionada de bambú, de esta manera será más eficiente el corte y no se obtuvo dificultades.

Seguidamente se realizó el marcado del norte magnético, luego se hizo el corte de los culmos a 1 m del nivel del suelo, se arrastró a un lugar conveniente y apropiado para su codificación y se identificaron cada sección del culmo (base, medio y ápice) que constituía una dimensión de 1/3 de la parte aprovechable del culmo. Luego se realizó el trozado de los culmos y se tomaron los datos cuantitativos y cualitativos siguiendo la NTC 5300.

Posteriormente a la fase de campo las muestras fueron llevadas al Laboratorio-Taller de la Escuela profesional de Ingeniería forestal. Después se registró y enumeraron los anillos correspondientes, los cuales fueron seleccionados al azar teniendo en cuenta que cada sección tenga el anillo cuenta con 10 cm; donde, el uso de la sierra disco nos facilitó en la obtención de anillos, de cada anillo se obtuvo 4 probetas de las 4 orientaciones cardinales, las cuales tienen las siguientes dimensiones 2 cm x 10 cm (espesor x largo) (**Figura 1**).

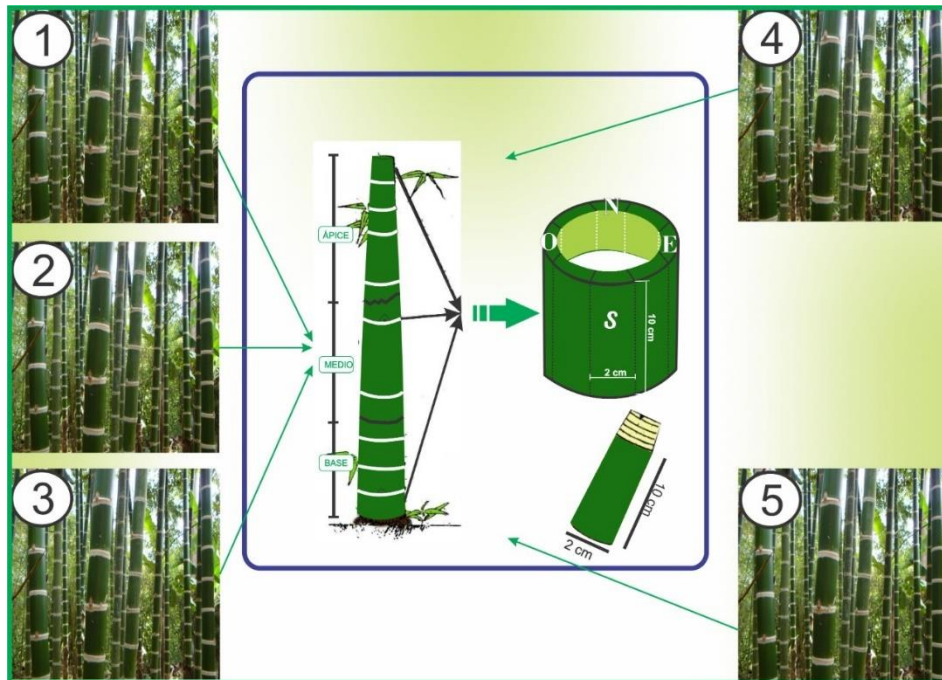


Figura 1. Obtención de probetas a tres niveles de altura en una localidad.

3.3.1.1. Contenido de humedad saturado y seco al aire

Para determinar el contenido de humedad (%) se utilizó como referencia la NTC 5525, en lo cual se registró pesos en estado saturado, después se pesó todos los días hasta llegar un peso 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 \pm 2°C. Luego se retiró las probetas con la ayuda de las pinzas 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) para lo cual se utilizó la siguiente 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

El contenido de humedad en estado seco al aire se determinará usando la fórmula:

$$CHsa = \frac{Psa - Psh}{Psh} \times 100$$

Dónde:

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

Psa = Peso seco al aire

Psh = Peso seco al horno

3.3.2. Para determinar la densidad saturada, básica y anhidra del *D. asper* en tres niveles de altura.

Para determinar la densidad se usó como referencia a la Norma Técnica de Columbia NTC 5525:2007, se usaron las probetas preparadas para los ensayos físicos (C.H.%)

3.3.2.1. Densidad saturada

La densidad saturada se determinó pesando las Probetas las cuales están en un estado saturado (Ps). El volumen saturado (Vs) se determinó según el principio de Arquímedes, el cual consta en verter agua destilada con un cierto volumen específico en el vaso precipitado, por consiguiente, las probetas en estudio fueron sumergidas individualmente con ayuda del punzón en forma perpendicular y se midió el peso, lo cual se representará como el volumen desplazado, para finalizar se hizo el registro del peso teniendo en consideración que la densidad del agua es de 1 gr/cm³.

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

Dónde:

DS : Densidad saturada (g/cm³).

PH : Peso húmedo (g).

VH : Volumen húmedo (cm³)

3.3.2.2. Densidad básica

Se determinó la densidad básica mediante el volumen húmedo utilizado para la densidad saturada, luego se registra el peso seco del horno, el cual consistió en tomar el peso de las probetas las cuales fueron puestas en la estufa.

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

Dónde:

DB : Densidad básica (g/cm³).

PSH : Peso seco al horno (g).

3.3.2.3. Densidad anhidra

Para obtener la densidad anhidra de esta especie, se requirió el peso de las probetas las cuales fueron puestas en la estufa previamente, para la obtención del volumen el cual se determinó indirectamente por inmersión según el principio de Arquímedes.

Se determinará utilizando la fórmula:

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

Dónde:

DA : Densidad anhidra (g/cm³).

Psh : Peso seco al horno (g).

Vsh : Volumen seco al horno (cm³).

VH : Volumen húmedo (cm³).

3.3.3. Para determinar la contracción tangencial, radial y longitudinal del D. asper en tres niveles de altura.

Para determinar la contracción se siguió lo especificado en la Norma Técnica colombiana NTC 5525, 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.

Luego se colocó las probetas en el horno donde fue elevando la temperatura gradualmente a 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90°C y finalmente llegó a 103°C. Después de retirarlos, las probetas se colocaron en un desecador durante 15 minutos, luego de

transcurrido ese periodo de tiempo se tomaron las dimensiones de las probetas secados al horno usando el vernier y micrómetro. Se utilizó la siguiente fórmula para calcular las contracciones:

a. 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

b. 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

c. 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

3.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación

3.4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue básica, por que buscará complementar los estudios de propiedades físicas de *D. asper* basados en dos localidades, para lo cual se recurrirá a la ciencia de la física, por ende, se buscará solucionar un problema practico, concerniente al uso que se le podría dar con el conocimiento de las propiedades físicas.

3.4.2. Nivel de investigación

El objetivo de la investigación se basa en la descripción de las propiedades físicas de la especie de *D. asper*, por ende, el nivel de investigación es Descriptivo Cuantitativo.

3.4.3. Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental longitudinal porque no se manipulará variables, y las evaluaciones serán en un periodo de tiempo.

Para el análisis o técnicas estadísticas se realizó un diseño con bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial (Factor A: localidad, Factor B: Niveles de altura), con cinco repeticiones (5 culmos por localidad, obtenido de 5 matas), el ANOVA será un nivel de confianza del 95%, se empleará el test de rangos múltiples de Tukey al 95% (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de factores y niveles en estudio.

Niveles de altura	Localidades	
	Localidad 1 (a ₁)	Localidad 2 (a ₂)
Base (b ₁)	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁
Medio(b ₂)	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂
Ápice(b ₃)	a ₁ b ₃	a ₂ b ₃

La Tabla 4 demuestra el análisis de varianza utilizado para analizar la variabilidad general de los resultados experimentales y descomponerla en fuentes independientes de variabilidad atribuibles a cada efecto bajo diseño.

Tabla 4. Esquema ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Localidad(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

El trabajo de investigación presenta el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + ac_{ik} + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable respuesta.

μ : Media poblacional

a_j : Localidades

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

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

e_{ij} : Un componente del error aleatorio.

3.4.4. Variables en estudio

Las variables independientes fueron: Localidad (Pueblo Nuevo y La laguna) y Niveles de altura (Ápice, medio y base); así mismo las variables dependientes fueron: Contracción (radial, tangencial y finalmente la longitudinal), con respecto al C.H. (%) fueron el saturado y seco al aire, por ultimo la densidad evaluada fue la básica y saturada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contenido de humedad

4.1.1. Contenido de humedad saturada (%)

La **Tabla 5** muestra el análisis de varianza de la variable C. H. saturada (%), donde para la fuente variación localidades se registran diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor de (0,008), del mismo modo, para la fuente de variación niveles se presentan diferencias estadísticas altamente significativas, por otro lado, para la interacción de Localidad*Niveles registraron no haber diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,946).

Tabla 5. Análisis de varianza del contenido de humedad (%)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	705,18	705,18	8,26	0,008**
Niveles	2	3878,00	1939,00	22,71	0,000**
Localidad*Niveles	2	9,43	4,72	0,06	0,946 ^{ns}
Error	24	2048,82	85,37		
Total	29	6641,43			

La **Figura 2**, presenta la comparación de medias del contenido de humedad saturada (%) de la especie *D. asper* en las localidades, se registra que existe diferencias estadísticas significativas, donde la localidad Pueblo N. presenta un promedio de 78,89% siendo superior a la localidad Laguna con un promedio de 69,19 %, similar a dicho estudio, Reátegui et al. (2013) en la especie *D. asper* extraídas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS), determino el contenido de humedad saturado de 67,17%, resultando un valor cercano al de nuestra investigación, Santos (2019) en su investigación en la especie *Guadua angustifolia* provenientes del Fundo de la Facultad de agronomía de la UNAS, determinó un contenido humedad de 85,36 %, del mismo modo, que Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades físicas del género *Guadua* nativa de la Amazonia Peruana; donde se determinó que la *Guadua lynnclarkiae* presentó un C.H. % satura 112%, el cual fue el mayor valor registrado en las especies estudiadas, se presume que la fluctuación de C.H. % saturada se debe posiblemente a las características de clima y suelo del lugar de procedencia, además de ser influenciada por el tipo de especie y sus componentes estructurales.

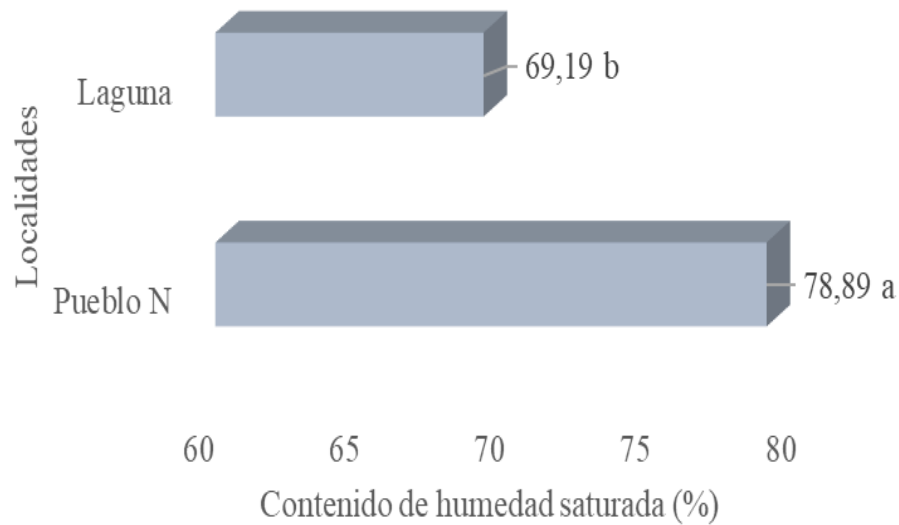


Figura 2. Comparación de medias del contenido de humedad saturada (%) en localidades

Como se muestra en la **Figura 3**, la comparación de medias del contenido de humedad saturada (%) de la especie *D. asper* en los diferentes niveles de altura, se presenta que existe diferencias estadísticas significativas, donde el nivel de altura base obtuvo un promedio de 88,12 % siendo superior con respecto a los demás niveles de altura. Con respecto a lo anterior, Reátegui et al. (2013) también realizaron el estudio de las propiedades físicas de *D. asper*, dando como resultados: C.H.% a nivel de base con 116,66% hasta el ápice, dando datos en rango superior con respecto a nuestra investigación, en la misma especie, Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *D. asper*, determino el C.H. % saturada en el nivel base de 97,88 %, medio de 81,03 % y ápice de 71,00 %; quien coincidió con los datos obtenidos en el estudio, asimismo siguiendo con la misma especie, Calo (2018) determinó en la especie *D. asper* un C. H. % saturado de 34,46% a nivel de ápice, en el nivel medio el C.H. fue de 42.29 y la base registró un valor de 45.48%, así mismo el autor hizo estudios en otras especie la *Guadua angustifolia* dando valores diferentes a la variedad antes mencionada, donde el C.H. en en el medio fue de 85,86%, ápice fue de 57,90% y a nivel de base fue de 94,73%, otra especie estudia fue la *Guadua verticillata* dando como resultado de C.H. saturado de 37,67% en el ápice, 51,30% en el medio, 57,77% en la base, adicionando, Santos (2019) realizo un estudio en la especie *Guadua angustifolia* donde determino el C.H.% saturada en nivel de la base de 100,34%, medio de 74,078%, ápice de 61,06%; concluyendo con las investigaciones anteriores, se detalla una variación en el contenido de humedad saturada, esto se debe posiblemente a los componentes que conforman

la estructura de estas especies, en grosos, cantidad y dimensión de estos elementos, además cabe mencionar que el clima juega un papel fundamental en el contenido de humedad, entre otros factores externos del entorno.

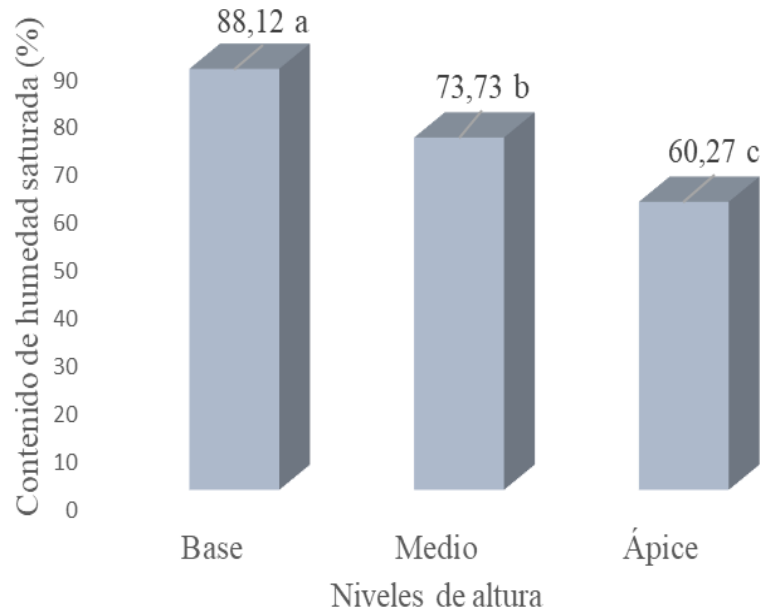


Figura 3. Comparación de medias del C. H. saturada (%) en niveles de altura

4.1.2. Contenido de humedad seco al aire

Para la variable C.H. seco al aire (%) se presenta la **Tabla 6** donde se puede mostrar que para la fuente de variación localidad y la interacción localidad*niveles no registra diferencias estadísticas significativas con un p-valor superior al 5%, por otro lado, para la fuente de variación niveles se registran diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,0002) lo que significa que al menos un nivel de altura es diferente a otro.

Tabla 6. Análisis de varianza del C.H. seco al aire (%) de *D. asper*

F. V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	0,22	0,22	1,83	0,1886 ^{NS}
Niveles	2	3,04	1,52	12,87	0,0002 ^{**}
Localidad*Niveles	2	0,30	0,15	1,27	0,2977 ^{NS}
Error	24	2,84	0,12		
Total	29	6,40			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 5,86%

La **Figura 4**, presente los resultados de la comparación de la media de la variable de C.H. seco al aire (%) de la *D. asper* en las diferentes localidades, donde no se

registran diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la localidad Pueblo N. presenta un promedio de 18,58 % siendo superior numéricamente con respecto a los demás

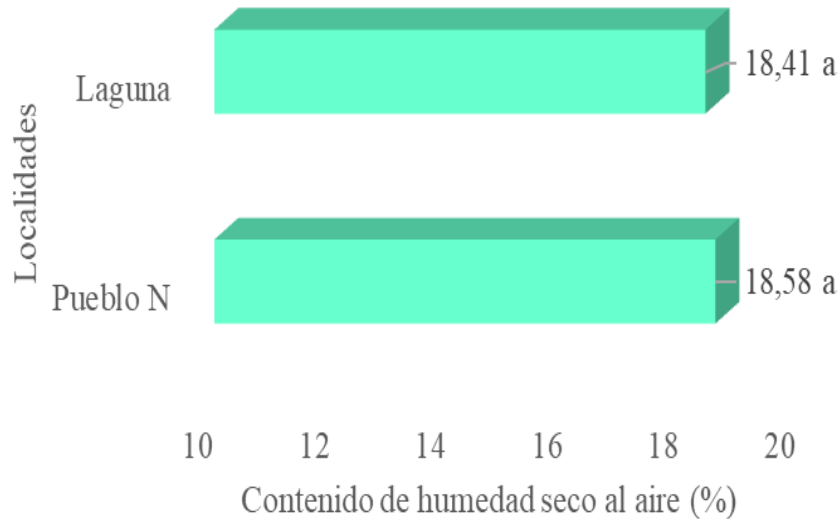


Figura 4. Comparación de medias del C.H. seco al aire (%) en localidades

Para la **Figura 5** se muestra la comparación de medias de la variable contenido de humedad seco al aire (%) de la especie *D. asper* de los niveles longitudinales evaluados, el cual presentó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel de altura medio presenta un promedio de 18,75 % siendo superior con respecto a los demás. Del mismo modo, los autores Velásquez y Salvador (2008) los cuales realizaron una investigación sobre la especie *Guadua sarcocarpa*, estudio donde determinaron el C.H. en estado anhidro de 18,47%, dato que coincide con los resultados de la investigación, sin embargo no coincide con la especie de estudio, similarmente Moreno y Cendales (2018) realizaron una investigación determinando las propiedades físicas, donde los datos registrados fueron: el C.H. seco al aire es de 14,41%, siendo un valor que cercano al de la investigación realizada, también, datos cercanos obtuvo el autor Moromi (2015) la especie *Guadua angustifolia* en la localidad Moyobamba (Rioja) determinó el C.H. seco al aire dando como resultado de 14,43%, adicional a esto, Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades físicas, donde determinó el C.H. en equilibrio higroscópico de *Guadua superba* de 15,39 %, referente a lo anterior, la variación mínima en este caso con los demás autores sobre el C. H. seco con al aire se deba posiblemente a una existencia en la similitud en las condiciones climáticas y las características del espacio donde se desarrollaron las especies, además en cuanto a similitud de los componentes estructurales, que son encargados de transportar el agua en la planta.

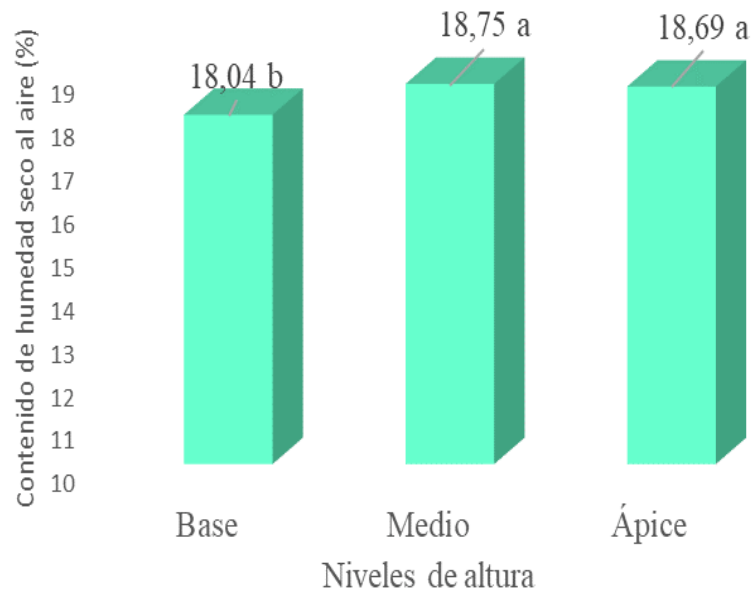


Figura 5. Comparación de medias del contenido de humedad seco al aire (%) en niveles de altura

4.2. Densidad

4.2.1. Densidad saturada (g/cm³)

En la **Tabla 8**, se puede observar el análisis de varianza al 95% de nivel de confianza concerniente a la densidad saturada en dos localidades (Laguna, Pueblo Nuevo) y los niveles de altura de las cañas (ápice, medio y base), viéndose que no existe diferencias estadísticas para ningún factor en estudio, ni para la interacción de ambos ya que el P -valor fue inferior al 5%, de igual forma se determinó que C.V. fue de 1,60%.

Tabla 7. Análisis de varianza de la densidad saturada (g/cm³)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	3,4E-05	3,4E-05	0,10	0,7520ns
Niveles	2	6,2E-04	3,1E-04	0,93	0,4100ns
Localidad*Niveles	2	2.5E-04	1,2E-04	0,37	0,8191ns
Error	24	0,01	3,3E-04		
Total	29	0,01			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 1,60%

En tal sentido en la **Figura 6** se presenta para la variable densidad saturada (g/cm³), la comparación de medias de la especie *D. asper* en las diferentes localidades, donde no se registran diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la localidad Laguna

resulta ser superior con un promedio de $1,15 \text{ g/cm}^3$. En tal sentido, Reátegui *et al.* (2013) realizaron una investigación en la ciudad de Tingo María extayendo las cañas del Bosque Reservado de la UNAS, donde se evaluó las propiedades físicas de *D. asper*, determinando una densidad saturada de $1,23 \text{ g/cm}^3$, dichos valores fueron similares al de la investigación realizada, asimismo, valores semejantes obtuvo Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades físicas del género *Guadua* nativa de la Amazonia Peruana; donde, la densidad verde de la especie *Guadua weberbaueri* con $1,22 \text{ g/cm}^3$, a pesar de ser diferente especies, obtuvo un valor similar, por otro lado, Moreno y Cendales (2018) realizó un estudio en la determinación de las propiedades físicas de la especie *Guadua angustifolia* originaria de Armenia Quindío. Como resultado se obtuvo la densidad de $0,80 \text{ g/cm}^3$, siendo un valor inferior con respecto a la investigación realizada, en referencia a lo anterior se puede mencionar que esta diferencia en los valores de la densidad saturada puede darse posiblemente por las condiciones edafológicas y climáticas del sitio, además de ser influenciada por las características propias de la especie y la edad de la planta.

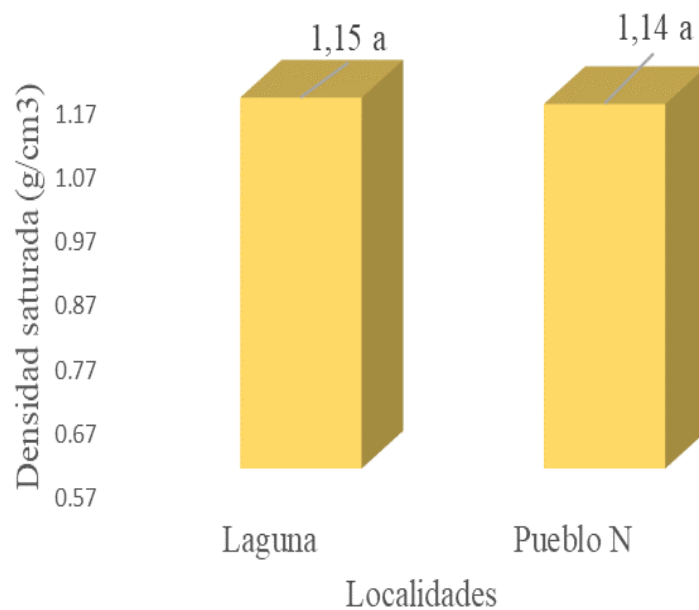


Figura 6. Comparación de medias de la densidad saturada en localidades

La **Figura 7** a continuación muestra que no existe una diferencia estadística significativa para la variable densidad saturada (g/cm^3), al comparar los valores medios de las especies de *D. asper* en diferentes zonas de altitud, no obstante, el nivel de altura ápice con un promedio de $1,15 \text{ g/cm}^3$ resulta ser superior con respecto a los demás niveles de altura. En relación con lo anterior, valores similares obtuvo el autor Guzmán (2021) en su investigación sobre las propiedades físicas de la especie *D. asper* en Tingo María, donde

determinó que a nivel de la base se obtuvo $1,16 \text{ g/cm}^3$ de densidad saturada, medio de $1,17 \text{ g/cm}^3$ y ápice de $1,16 \text{ g/cm}^3$, del mismo modo, valores indistintos en la misma especie obtuvo el autor Calo (2018) que caracterizó físicamente a la especie *D. asper* determinando la densidad saturada, registrándose en el ápice un valor de $0,846 \text{ g/cm}^3$, $0,857 \text{ g/cm}^3$ en el medio, a nivel de base se obtuvo $0,890 \text{ g/cm}^3$; no obstante, en la especie *Guadua angustifolia* la densidad en el ápice dio un valor de $0,827 \text{ g/cm}^3$, a nivel de base fue de $0,868 \text{ g/cm}^3$ y en el medio se obtuvo un valor de $0,839 \text{ g/cm}^3$, también, en investigación con diferente especie el autor Santos (2019) determinó la densidad de saturación en el nivel de la base el cual fue de 1.16 g/cm^3 , nivel medio de $1,15 \text{ g/cm}^3$ y nivel ápice de $1,17 \text{ g/cm}^3$, este estudio tuvo la finalidad de determinar las propiedades físicas de especies de *Guadua angustifolia* ubicadas en el Fundo de la UNAS, en tal sentido, los resultados de dichas investigaciones son heterogéneos posiblemente a la influencia de la especie y la edad, además del clima de la zona de procedencia, además se recalca que la densidad saturada es la masa de las partículas y agua que es albergada por los componentes de la estructura del culmo.

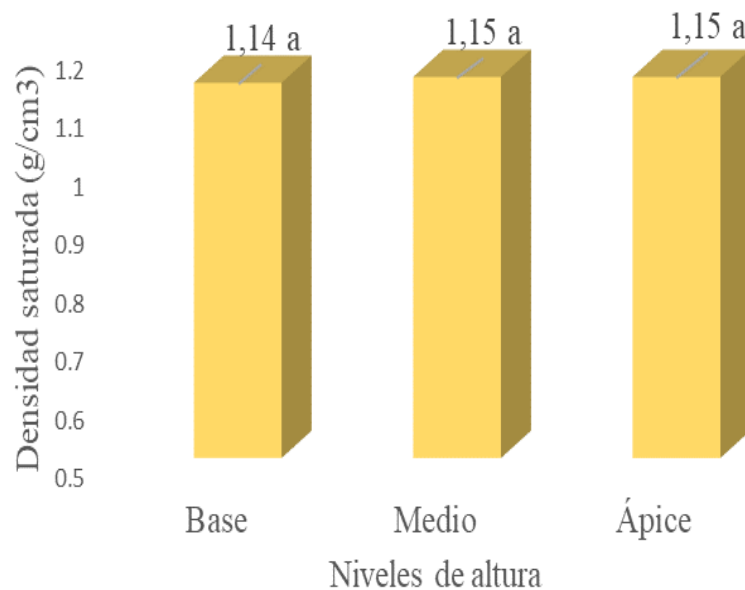


Figura 7. Comparación de medias de la densidad saturada en niveles de altura

4.2.2. Densidad básica (g/cm³)

Con la finalidad de contrastar las varianzas de la densidad básica influenciada por las localidades y niveles de altura, la **Tabla 9** muestra el análisis de varianza al 95% de nivel de confianza, el cual registra una diferencia estadística significativa para localidad y niveles de altura con p valor de 0,0260, 0,000 respectivamente, lo que indica que al

menos un nivel de cada factor es diferente al otro; asimismo, muestra un coeficiente de variación de 6,52%.

Tabla 8. Análisis de varianza de la densidad básica (g/cm^3)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	0,01	0,01	5,63	0,0260*
Niveles	2	0,06	0,03	17,01	0,000**
Localidad*Niveles	2	7,6E-04	3,8E-04	0.20	0,8191 ^{ns}
Error	24	0,05	1,9E-03		
Total	29	0,12			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 6,52%

En la **Figura 8** se presenta la comparación de medias en las diferentes localidades para la variable densidad básica (g/cm^3) de la especie *D. asper*, donde se registra que existe diferencias estadísticas significativas, siendo la localidad Laguna superior con un promedio de $0,68 \text{ g/cm}^3$. Con referencia a lo anterior, en estudios de la misma especie en diferente localidad, el Damiani (2013) en su investigación en la especie *D. asper* en Oxapampa (Perú), determino una densidad básica de $0,64 \text{ g/cm}^3$, dato que coincide con los resultados de la investigación, también, con resultados cercanos Moreno y Cendales (2018) realizó un estudio de la especie *Guadua angustifolia* en la localidad de Armenia Quindio en donde se determinó las propiedades físicas dando como resultado una densidad básica de $0,607 \text{ g/cm}^3$, del mismo modo, en estudios realizados por Reátegui *et al.* (2013) donde investigaron las propiedades físicas de la especie *D. asper*, estas muestras fueron extraídos del BRUNAS, bosque reservado de la UNAS dando un valor registrado de densidad básica de $0,75 \text{ g/cm}^3$, dicho valor resulta superior con respecto a los demás, sin embargo, con valores inferiores a los demás el Moromi (2015) determinó en la especie *Guadua angustifolia* variedad bicolor de Moyobamba (Rioja) una densidad básica de $0,414 \text{ g/cm}^3$, dada la información previa sobre los valores en la variable densidad básica, la heterogeneidad en los datos se debe posiblemente a los elementos estructurales del culmo: dimensiones de fibra y espesores de las paredes celulares, a su variación entre especies, debido a que la densidad básica es influenciada por las características anatómicas, y los factores externos del entorno.

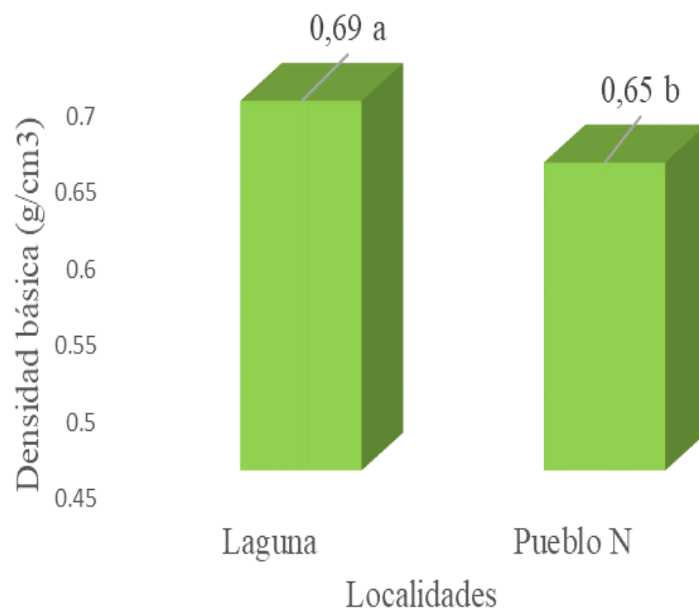


Figura 8. Comparación de medias de la densidad básica en dos localidades

Se registra la comparación de medias, tal como se muestra la **Figura 9** en los diferentes niveles de altura para la variable densidad básica (g/cm^3) de la especie *D. asper*, donde se registra que existe diferencias estadísticas significativas, siendo el nivel de altura ápice superior con un promedio de $0,72 \text{ g/cm}^3$ con respecto a los demás niveles de altura. En tal sentido, datos similares obtuvo Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *D. asper* en Tingo María, donde determino la densidad básica en el nivel base $0,59 \text{ g/cm}^3$, medio de $0,66 \text{ g/cm}^3$ y ápice de $0,69 \text{ g/cm}^3$, también, por su lado, Santos (2019) realizó el estudio de las propiedades físicas según el nivel de altura de la especie de *Guadua angustifolia*, donde se obtuvieron los siguientes resultados: la densidad básica en el ápice fue de $0,73 \text{ g/cm}^3$, en el nivel base de $0,58 \text{ g/cm}^3$ y en el medio fue de $0,67 \text{ g/cm}^3$, donde dichos resultados varían con referencia a los de la investigación, adicionalmente con valores inferiores en su investigación Álvarez (2019) en su estudio de caracterización de *Bambusa vulgaris* determino la densidad básica estudiada en los niveles de altura (base, medio, ápice), donde se encontró el mayor valor en la parte medio con $0,572 \text{ g/cm}^3$, con referencia a los valores anteriores, se concluye que los factores que posiblemente actúan en dicha variación son la composición anatómica de la planta, donde la distribución y dimensión de fibras intervienen, las paredes celulares y los espesores del culmo.

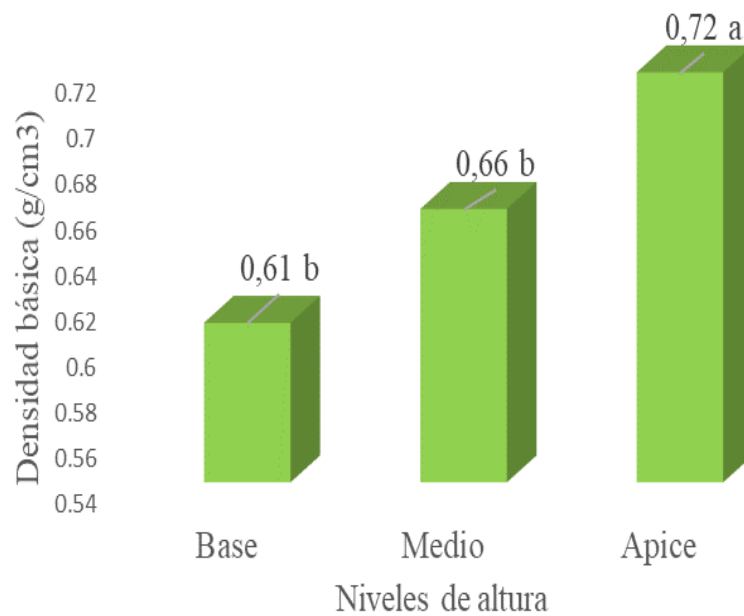


Figura 9. Comparación de medias de la densidad básica en niveles de altura

4.2.3. Densidad anhidra (g/cm³)

La **Tabla 10** presenta el análisis de varianza al 95% de nivel de confianza de los factores en estudio con respecto a la densidad anhidra (g/cm³), donde para la fuente de variación localidad, niveles e interacción localidad*niveles no se registra diferencias estadísticas significativas con un p-valor superior al 5%.

Tabla 9. Análisis de varianza de la densidad anhidra

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	2,2E-03	2,2E-03	0,26	0,6142ns
Niveles	2	0,03	0,02	1,98	0,1606ns
Localidad*Niveles	2	0,01	4,1E-03	0,48	0,6261ns
Error	24	0,20	0,01		
Total	29	0,25			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 11,56%

En la siguiente **Figura 10** se muestra al comparar estadísticamente la densidad anhidra (g/cm³) de la especie *D. asper* en las diferentes localidades, que no se registra diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la localidad Laguna es superior numéricamente con un promedio de 0,80 g/cm³. En referencia a la información antes dada, Moreno y Cendales (2018) en la ciudad de Armenia Quindío hicieron un estudio respecto a las propiedades físicas de *Guadua angustifolia* originaria, donde determino la densidad anhidra de

0,400 g/cm³, datos que no coinciden con la investigación realizada, sin embargo, con datos superiores Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades física-mecánicas en los niveles de altura del género *Guadua* nativa de la Amazonia Peruana, donde determino la densidad anhidra en la especie *Guadua weberbaueri* de 0,97 g/cm³, datos y resultados influenciados posiblemente por las condiciones edafoclimáticas, además, cabe recalcar que la características de la especie, y edad del culmo intervienen directamente.

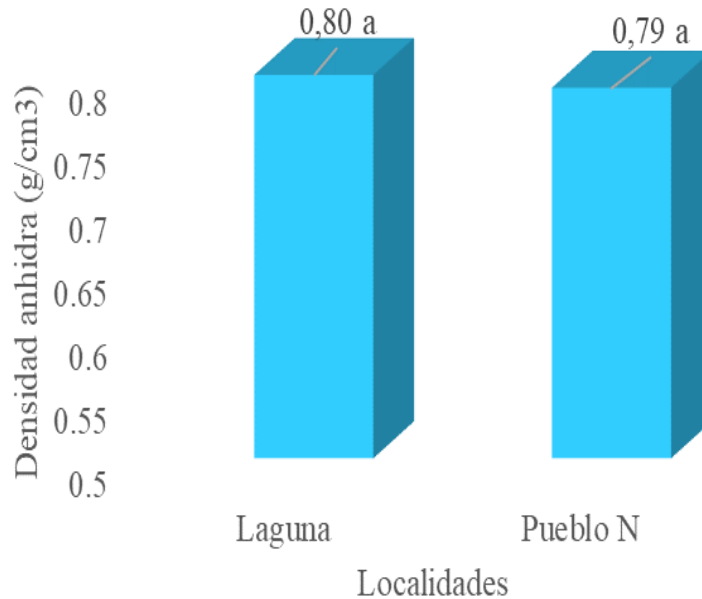


Figura 10. Gráfico comparativo de las medias de la densidad anhidra en localidades

La **Figura 11**, demuestra la comparación estadística de la densidad anhidra (g/cm³) de la especie *D. asper* en los diferentes niveles de altura, donde no se presenta diferencias estadísticas significativas, no obstante, el nivel de altura medio es superior numéricamente con un promedio de 0,82 g/cm³ con respecto a los demás niveles de altura. En tal sentido, datos cercanos obtuvo como resultado el autor Santos (2019) obtuvo los siguientes valores 0.88 g/cm³ y 0.87 g/cm³ los cuales fueron los más altos para el nivel medio y ápice, estos datos nos ayudan a determinar las propiedades físicas de la densidad anhidra de especies de *Guadua angustifolia*, similar a esto Guzmán (2021) en su investigación en la especie *D. asper* en la ciudad de Tingo María, realizó el estudio de las características físicas donde se estableció que la densidad anhidra en el nivel base 0,80 g/cm³, medio de 0,83 g/cm³ y ápice de 0,84 g/cm³, siendo valores que coinciden con nuestra investigación, referente a lo anterior, la posible variación en los valores de las investigaciones pueden ser influenciadas por los factores climáticos, características de sitio, características de la especie, y los componentes de su anatomía, además de ser influenciados por la edad del culmo.

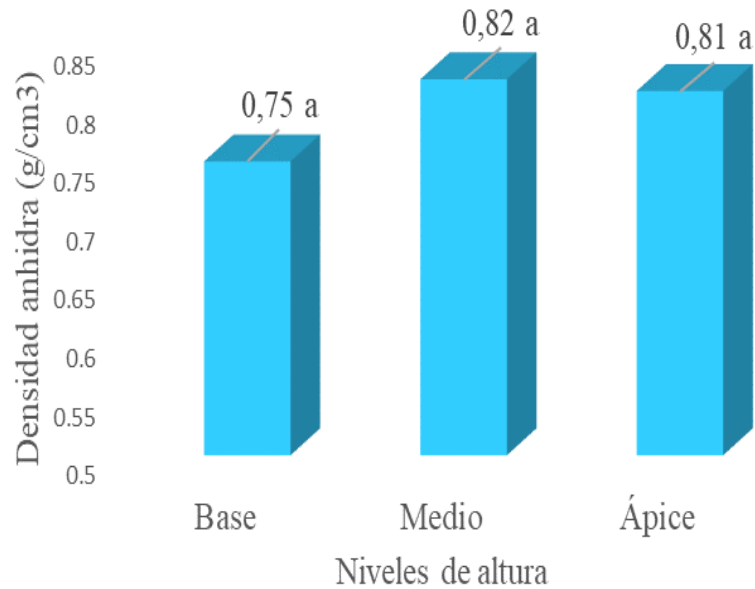


Figura 11. Gráfico comparativo de las medias de la densidad anhidra en niveles de altura

4.3. Contracción

4.3.1. Contracción tangencial (%)

Como se muestra en la **Tabla 11** del estudio del análisis de varianza de la contracción tangencial (%) de la especie *D. asper*, donde para la fuente de variación Localidad y la interacción de Localidad*Niveles no presentaron diferencias estadísticas significativas con p-valor de (0,9163 y 0,9170, respectivamente), por otro lado, para la fuente de variación Niveles se registraron diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor de 0.0001.

Tabla 10. Análisis de varianza de la contracción tangencial (%)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	0,003	0,003	0,01	0,9163ns
Niveles	2	376,923	188,46	708,757	0,0001**
Localidad*Niveles	2	0,046	0,023	0,087	0,9170ns
Error	24	6,382	0,266		
Total	29	383,35			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 4,88%

La **Figura 12**, se observa la contracción tangencial (%) de la especie *D. asper* donde se detalla la comparación del promedio según la localidad donde se extrajeron los

culmos, donde se puede observar que no existe diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la localidad de Laguna resulto ser superior numéricamente con 10,57 % siendo superior a la localidad Pueblo N. De acuerdo con lo anterior, Reátegui et al., (2013) estudiaron las características físicas de *D. asper* extraídas de Bosque Reservado de la UNAS, en el cual determinaron la contracción tangencial con un promedio de 7,86%, siendo valores inferior con respecto a los de la investigación realizada, al semejante ocurre con la investigación de Damiani (2013) manifiesta que los estudios realizados en las características físicas en el bambú *Dendrocalamus asper*, obtuvo en la contracción tangencial un valor de 3,25%, con un valor por debajo del rango en comparación con nuestros resultados, contribuyendo a esto, en una investigación en una especie diferente Hernandez *et al.* (2015), la especie en estudio fue la *Guadua aculeata* donde se evaluó las propiedades físicas y se pudo determinar una contracción tangencial de 13,9%, resultando superior en cuanto a la variable estudiada; al comparar estas evidencias, se encuentra una visible diferencia en cuanto a los valores, y esto se deba posiblemente principalmente al lugar de procedencia, cabe resaltar que las características climatológicas y edafológicas influyen en dicha variable, por otro lado, las características de la especie también contribuyen.

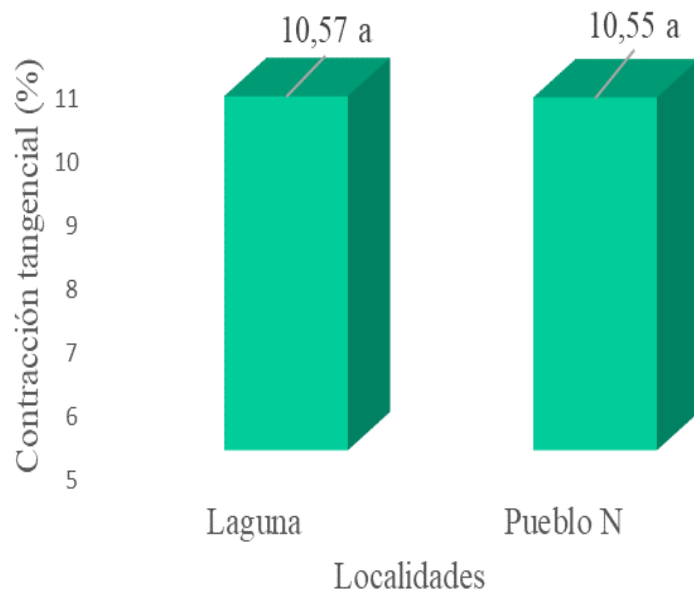


Figura 12. Gráfico comparativo de las medias de la contracción tangencial en localidades

Se aprecia en la **Figura 13**, la comparación del promedio obtenido de la contracción tangencial (%) de los diferentes niveles longitudinales de la especie *D. asper*, se

presenta que existe diferencias estadísticas significativas, donde el nivel de altura base fue superior con un promedio de 15,40 % con el resto de los niveles de altura. Partiendo de los valores anteriores, con una investigación similar, Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *Demdrocalamus asper*, donde se determinó la contracción tangencial dando un valor de 10,20 % en el nivel medio, en el ápice fue de 7,11 % y en la base el valor obtenido fue de 15,01 %, valores cercanos a los resultantes en la investigación realizada, hay que mencionar, además al autor Santos (2019) en su estudio determinó propiedades físicas en tres niveles de altura y orientaciones de la especie *Guadua angustifolia*, donde determina la contracción tangencial siendo mayor el valor en la base el cual fue de 16,06%, con valores superiores en su investigación, cabe recalcar que posiblemente la diferencia de especie influya en los resultados, del mismo modo, el siguiente autor Castro (2016) realizó un estudio en la especie de *Guadua angustifolia* con la finalidad de determinar las características físicas y concluyó que la contracción tangencial fue de 16,82 % en el nivel base, 15,01 % en el nivel intermedio y 11,76 % en el nivel superior. dentro de este marco se puede mencionar que existe mayor contracción tangencial en el nivel de altura base, en este sentido, este hecho se deba posiblemente a la composición de los elementos estructurales del culmo, influenciando de forma directa con respecto a la variable en estudios, entre otros factores se encuentran el clima, la especie, y las características del sitio.

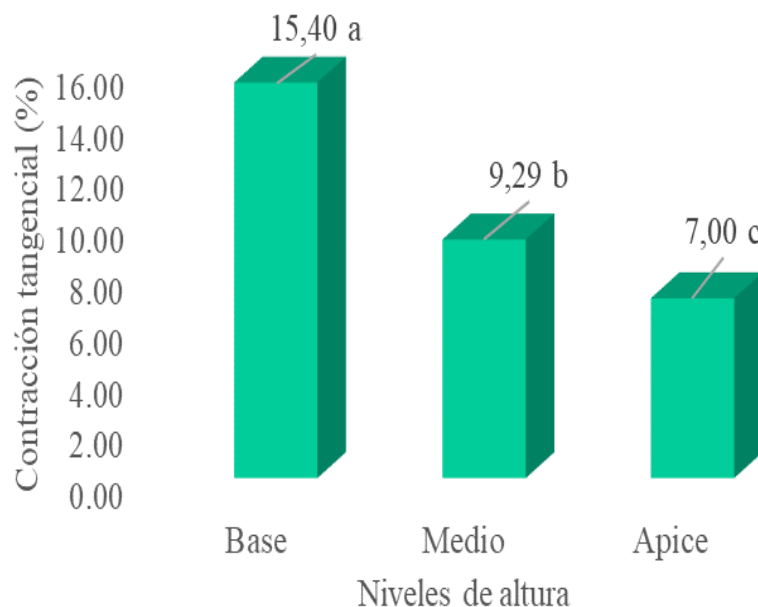


Figura 13. Comparación de medias de la contracción tangencial en niveles de altura

4.3.2. Contracción radial (%)

En la siguiente **Tabla 12** con el objetivo de evaluar la variable contracción radial se puede mostrar en el análisis de varianza que para la fuente de variación Localidad no se presentan diferencias estadísticas significativas con un p-valor de 0,1175, del mismo modo, para la interacción de Localidad*Niveles no se registraron diferencias estadísticas significativas con p-valor superior al 5%, sin embargo, para la fuente de variación Niveles se registran diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,0001), lo que significa que al menos un nivel de altura es diferente al otro.

Tabla 11. Análisis de varianza de la contracción radial (%)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	1.61	1.61	2.64	0.1175ns
Niveles	2	393.27	196.64	322.22	0.0001**
Localidad*Niveles	2	1.63	0.81	1.33	0.2825ns
Error	24	14.65	0.61		
Total	29	411.15			

FV: Fuente de variación; Gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 6,13%

Se muestra en la **Figura 14**, la comparación de medias de la variable contracción radial (%) de la especie *D. asper* que se encuentran en las diferentes localidades, donde se observa que no existe diferencias estadísticas significativas, no obstante, la localidad Laguna fue superior numéricamente con un promedio de 12,97 % y la localidad de Pueblo resulto menor con un promedio de 12,51 %. Con relación a lo anterior, con valores cercanos, Reátegui *et al.* (2013) estudiaron las propiedades físicas de *D. asper* extraídas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS), determinaron una contracción radial de 11,15 %, de modo contrario, con estudios en una especie diferente se obtuvo un valor superior con respecto a la investigación realizada, el autor Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades físicas de la especie *Guadua lynnclarkiae* (Londoño) con 18,65 %, de acuerdo a lo anteriormente expuesto y observando la variación en los resultados, existe un posible factor de influencia directa, este factor resulta ser el lugar donde se desarrolla la especie, además de las características del suelo, y clima.

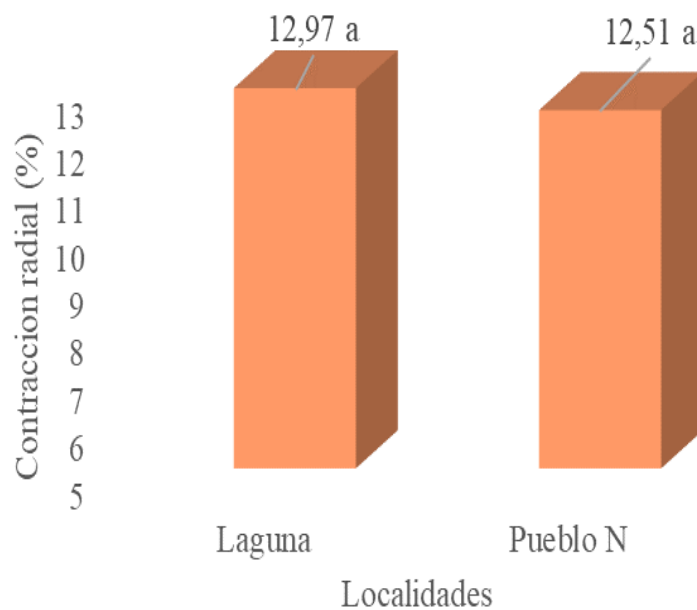


Figura 14. Comparación de medias de la contracción radial en localidades

La **Figura 15** muestra una comparación de los promedios de contracción radial (%) para especies de *D. asper* en diferentes niveles de altura, mostrando diferencias estadísticamente significativas, donde el nivel de altura base resultó superior con un promedio de 17,62 % con respecto a los demás niveles de altura. En este sentido, mediante los datos antes mencionados el autor Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *Demdrocalamus asper*, se obtuvo como resultados en la contracción radial a nivel del ápice fue de 12,11 %, el medio fue de 15,68 % y la base dio un valor de 18,63 %; con resultados superiores en la variable contracción tangencial, por su parte, en investigaciones con diferente especie, Santos (2019) con el fin de establecer las características físicas en la especie *Guadua angustifolia*, se determinó la contracción radial donde fue superior el nivel base con 19,33%, valor mayor a lo obtenido en la investigación, sin embargo, se coincide en el nivel de altura, Adicionalmente, en la misma especie el autor Castro (2016), determinó en la especie de *Guadua angustifolia* el valor de la densidad, C.H. (%) y contracción, siendo más específicos en la contracción radio se obtuvieron los siguientes valores: base fue de 30,43%, a nivel medio fue de 33,59% y a nivel apical fue de 31,89%, obteniendo resultados ampliamente superior con relación a los encontrados en la investigación, no obstante, cabe recalcar que el nivel de altura coincide con los autores, además, cabe recalcar que la posible variación en los valores de la contracción radial se debe a las características presentes en la anatomía que constituye al culmo, influenciando en las fibras y como se encuentran distribuidas en cada tipo de especie.

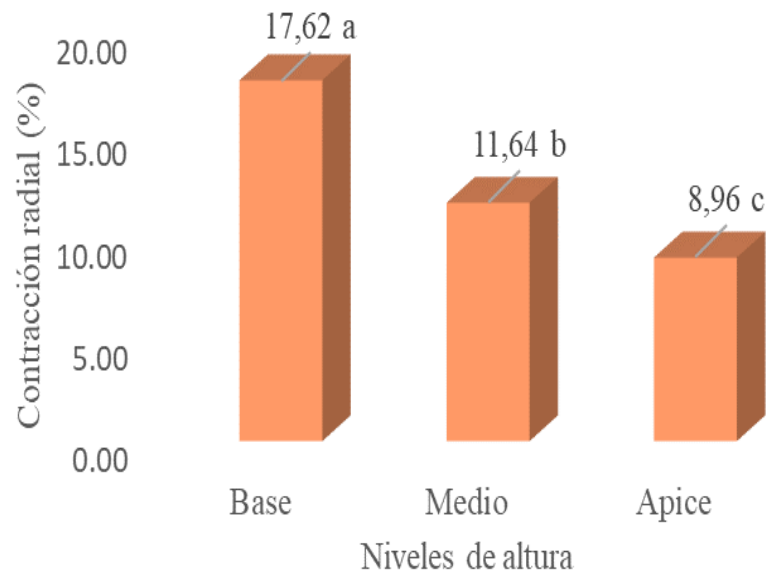


Figura 15. Comparación de medias de la contracción radial en niveles de altura

4.3.3. Contracción longitudinal (%)

Tal como se muestra en la **Tabla 13**, el cual es el análisis de varianza (Nivel de confianza al 95%), se muestra que para la fuente de variación Localidad, Niveles e interacción Localidad*Niveles no se registra diferencias estadísticas significativas con un p-valor de 0,9794, 0,1857 y 0,8002, respectivamente, dando un p-valor superior al 5%.

Tabla 12. Análisis de varianza de la contracción longitudinal (%)

F.V	GL	SC	CM	F	P valor
Localidad	1	0,000	0,000	0,0007	0,9794ns
Niveles	2	0,002	0,0008	1,8074	0,1857ns
Localidad*Niveles	2	0,000	0,0001	0,225	0,8002ns
Error	24	0,011	0,0004		
Total	29	0.012			

FV: Fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; **: altamente significativo; ns: no significativo; CV (%): 8,04%

Para la **Figura16** se presenta la comparación de medias de la contracción longitudinal de las diferentes localidades de la especie *D. asper* donde no se registran diferencias estadísticas significativas, dando un promedio de 0,26 % para ambas localidades, Pueblo N. y Laguna. En efecto a lo anterior, con valores cercanos a los resultados de dicha investigación, Damiani (2013) afirmó que en su estudio de la especie *D. asper* sobre sus propiedades físicas demostró los siguientes valores: contracción longitudinal de 0,18%, dato inferior a lo desarrollado en la investigación, de manera similar, en la misma especie Reátegui

et al. (2013) investigaron las características físicas del *D. asper*, siendo el Bosque Reservados de la UNAS lugar donde se extrajeron los culmos a estudiar, se determinó la contracción longitudinal de 0.11%; otra forma de contribuir con la investigación, Rodríguez (2021) en el estudio de las propiedades físico-mecánicas del género *Guadua* nativa de la Amazonia Peruana; donde se obtuvo una contracción longitudinal de 0,46%, siendo un valor inferior con respecto a los demás. Dentro de este marco, se puede mencionar que la variación de los valores se debe posiblemente a la particularidad que tiene cada sitio de procedencia, recalcando las condiciones climáticas y edafológicas, y haciendo un énfasis en la especie, debido a que cada especie tiene una peculiaridad en su estructura anatómica.

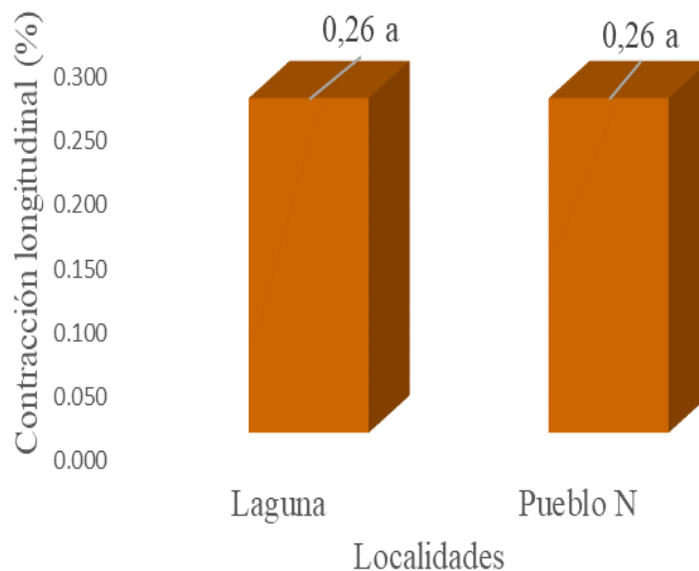


Figura 16. Comparación de medias de la contracción longitudinal en localidades

Como se puede observar en la **Figura 17** la comparación de los promedios de la contracción longitudinal según el nivel longitudinal de la especie *D. asper* donde no se registran diferencias estadísticas significativas, no obstante, el nivel de altura ápice fue superior numéricamente con un promedio de 0,27 % con respecto a los demás. Por consiguiente, en una investigación similar Guzmán (2021) en su investigación sobre las características físicas de la especie *Demdrocalamus asper*, se obtuvo la contracción longitudinal a nivel basal tuvo un valor de 0,24 %, medio de 0,14 % y ápice de 0,12 %, no coincidiendo del autor debido a que los niveles de altura son diferentes, en otro contexto, con investigaciones de diferente especie, el autor Santos (2019) para medir las propiedades físicas de las especies de *Guadua angustifolia* en tres niveles de altura y orientaciones cardinales, se encontró que la contracción longitudinal fue de 0,24 % siendo más alta en el nivel basal, siendo un valor cercano

de acuerdo a los resultados de la investigación realizada, pero en diferente nivel de altura, partiendo de la misma especie, Castro (2016), determinó el contenido de humedad, la contracción y densidad en culmos de *Guadua angustifolia*, determino la contracción longitudinal en la base, el nivel medio y el ápice fue 0,26 %, dando como un resultado un valor cercano, el cual coincide con los resultados de la investigación, cabe resaltar que la variación en los resultados pueden verse influenciados probablemente a la estructura y componente de la anatomía del culmo, además de factores externos con relación al entorno.

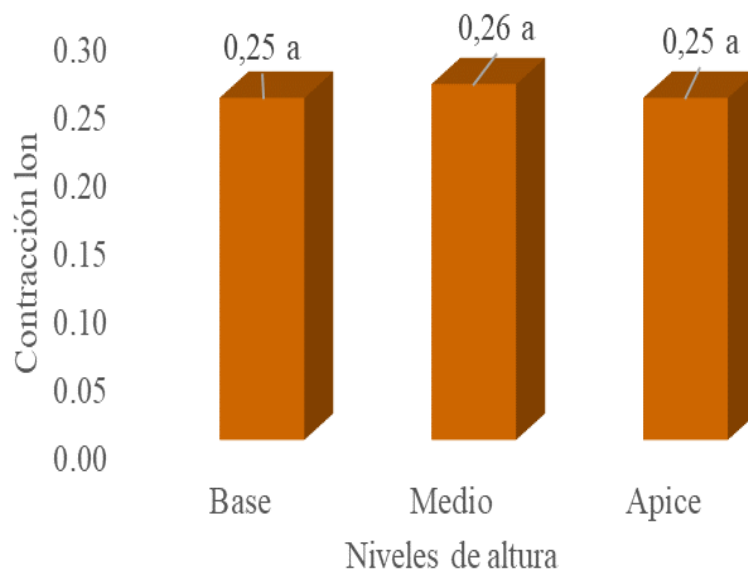


Figura 17. Comparación de medias de la contracción longitudinal en niveles de altura

V. CONCLUSIÓN

- Los niveles de altura (base, medio y ápice) de *Dendrocalamus asper* influyen significativamente en sus propiedades físicas.
- El contenido de humedad saturado de la especie *D. asper* en la localidad de Pueblo N. es de 78,89 %, en la localidad Laguna es de 69,19 %, en cuanto a los niveles de altura fue superior en el nivel base con 88,12 %, el contenido de humedad seco al aire no se encontró diferencias entre localidades, mientras en niveles de altura el nivel del medio fue superior con 18,75%.
- La densidad saturada de la especie *D. asper* no presento diferencias entre localidades y niveles de altura, mientras que la densidad básica fue superior en las muestras obtenidas de la localidad Laguna de los Milagros con $0,69 \text{ g/cm}^3$, y en los niveles de altura el nivel de la base fue superior con $0,72 \text{ g/cm}^3$. La densidad anhidra no presento diferencias entre localidades y en niveles de altura fue superior estadísticamente el nivel de la base con 15,40% y 17,62% respectivamente.
- Para la contracción tangencial y radial no se encontró diferencias significativas entre localidades, sin embargo, el nivel de la base fue superior estadísticamente con 15,40% y 17,62% respectivamente, mientras en la contracción longitudinal no se reportó diferencias tanto en localidades y niveles de altura.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar futuras investigaciones en la especie *D. asper* en diferentes partes de la región con el fin comparar el comportamiento de las propiedades físicas extraídas en distintas zonas.
- Realizar investigaciones de diferentes especies de bambú, de diversas zonas de selva baja y alta, de forma que se amplía la información con diferente tipo clima y edafología.
- Realizar investigaciones sobre las propiedades tecnológicas del bambú, para generar un aprovechamiento y uso correcto.
- Fomentar un empleo adecuado de cada sección del culmo de bambú (base, medio y ápice), con el propósito de reducir el nivel de desperdicio de dicho material vegetativo.

VII. REFERENCIAS

- Álvarez, F. (2019). *Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del bambú Bambusa vulgaris para uso estructural en Colombia*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76733>
- Ángeles, F. (2014). Propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* con fines estructurales. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Cajamarca]. Tesis no publicada.
- Añazco, M., & Rojas, S. (2015). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie, Guadua angustifolia, Quito, Ecuador*.
- Botero C., & Luis F. (2012). *Reproducción de la Guadua angustifolia Kunth por el método de Chusquines*. INBAR.
- Calo, N. (2018). Caracterización física y mecánica de tres especies de bambú aptas para la construcción en Guatemala. [Tesis de Ingeniero, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Tesis no publicada.
- Carpio, P., & Vásquez, J. (2020). *Características físicas y mecánicas del bambú para fines estructurales*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Privada Antenor Orrego]. Tesis no publicada.
- Castaño, F., & Moreno, R. (2004). *Documento Técnico de TOTEM de Manejo de Guaduales Naturales, GTZ Colombia, Guadúa para Todos*.
- Castro, Y. A. (2016). *Evaluación de las propiedades físicas del culmo de Guadua angustifolia Kunth., del fundo de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

- Cobos J., & León, X. (2007). *Propiedades físicas-mecánicas de la Guadua angustifolia kunth y Aplicación al Diseño de Baterías Sanitarias del IASA II*. [Tesis de Ingeniero, Escuela Politécnica del Ejército]. Tesis no publicada.
- Cronquist, A. (1981). *Lista de las Clases, subClases, órdenes y familias de las angiospermas*. Colombia: Columbia University Press.
- Cruz, H. (2009). *Bambú-guadua: Guadua angustifolia Kunth, Bosques Naturales en Colombia y Plantaciones Comerciales en México*. Pereira.
- Damiani, C. (2013). *Caracterización anatómica de las especies Bambusa vulgaris y Dendrocalamus asper provenientes de Oxapampa (Perú)*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Molina] Repositorio UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/823>
- Estacio, D. (2013). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del bambú-Bagua-Amazonas*. [Tesis de Ingeniero]. Tesis no publicada.
- Gómez, R. (2009). Proyecto de Grado USFX – Carrera de Arquitectura - “Tecnología en Bambú - Centro Recreativo Monteagudo”.
- González, E., Osorio, J., & García, E. (2010). *La guadua fundamentos para el diseño de estructuras agropecuarias*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Colombia]. Tesis no publicada.
- Guzmán, J. (2021). Variabilidad de las propiedades físicas de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer en tres estadios de madurez, en Tingo María. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2090/TS_JFGF_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Hernández, I., Ordóñez, V., Bárcenas, G., Borja, A., & Zamudio, F. (2015). Propiedades físico-mecánicas de una guadua mexicana (*Guadua aculeata*). *Ciencia y tecnología*, 17(3), 505 – 516.
- Herrera, F. (2020). *El futuro hecho con bambú*. Colonia San Juan de Ocatán.
- Li, X. (2002). Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing. [Tesis de maestría no publicada].
- Liese, W., & Kumar, S. (2003). *Bamboo preservation compendium: Centre for Indian Bamboo Resource and Technology*. New Delhi.
- Londoño, X. (1990). Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Disponible en <http://www.Bambu.com>
- Marín, C., Guédez, Y., & Márquez, D. (2008). Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) and bamboo (*Bambusa vulgaris* Wendland) plantations in San Javier, Yaracuy state, Fac. Agron, 25,261-285.
- Martínez, S. (2015) Bambu como material estructural: Generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo. Valencia, España. 52 p.
- Mercedes, J. (2006). *Cultivo del bambú. Guía técnica: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal*. CEDAF.
- Moreno, J., & Cendales, M. (2018). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la guadua angustifolia kunth originaria de Armenia Quindío*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Católica de Colombia]. Tesis no publicada.
- Moromi, I. (2015). *Promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras: Norma E.100: Construcción de Viviendas en Bambú*.
- 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 de Ingeniero]. Tesis no publicada.

- Reátegui, R., Pecho, R., Lluncor, D., & Vergara, J. (2013). Evaluación de las propiedades físicas del *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer (Bambú) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. *Rev. Forestal de Ucayali*, 1(8), 182-196.
- Reina, V. 2010. *Dendrocalamus asper*. Información botánica de la plantación de Bambú. Quito, Ecuador. (En línea) ecu. Consultado 8/03/2010. Disponible en: <http://www.bambupalm.com>
- Rodríguez, J. (2021). Propiedades físicas y mecánicas en los niveles longitudinales del culmo de tres especies del género *guadua* nativa de la Amazonia Peruana. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de Ucayali]. Repositorio UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5086>
- 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.
- Santos, F. (2019). *Influencia de las fases lunares sobre las propiedades físicas de Guadua angustifolia Kunth, en Tingo María*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1683>
- Wenyue , H. (1987). El bambú en China: nuevas perspectivas para un recurso antiguo. *Revista UNASYLVA*, 39(56), 42-49.

ANEXOS

Tabla 13. Contenido de humedad saturada (%) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	79,804	100,362	83,094	77,619	79,434
Laguna	Medio	68,842	75,532	68,792	64,010	65,262
Laguna	Ápice	57,705	57,723	51,334	54,628	53,740
Pueblo N	Base	104,269	88,525	95,411	74,356	98,305
Pueblo N	Medio	94,169	77,131	78,337	63,742	81,480
Pueblo N	Ápice	79,793	66,378	64,037	46,593	70,804

Tabla 14. Contenido de humedad seco al aire (%) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV
Laguna	Base	17,961	18,334	17,727	17,631
Laguna	Medio	18,713	18,837	18,509	18,682
Laguna	Ápice	18,625	19,088	19,141	18,326
Pueblo N	Base	19,028	18,384	17,645	18,346
Pueblo N	Medio	18,886	19,126	18,338	18,920
Pueblo N	Ápice	18,382	18,707	18,871	18,391

Tabla 15. Densidad saturada (g/cm³) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	1,130	1,119	1,128	1,147	1,156
Laguna	Medio	1,133	1,148	1,141	1,154	1,164
Laguna	Ápice	1,129	1,137	1,153	1,180	1,170
Pueblo N	Base	1,119	1,139	1,154	1,163	1,132
Pueblo N	Medio	1,123	1,135	1,150	1,170	1,146
Pueblo N	Ápice	1,117	1,134	1,159	1,178	1,138

Tabla 16. Densidad básica (g/cm^3) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	0,630	0,560	0,621	0,646	0,645
Laguna	Medio	0,672	0,656	0,680	0,704	0,704
Laguna	Ápice	0,717	0,722	0,764	0,763	0,761
Pueblo N	Base	0,548	0,604	0,591	0,668	0,571
Pueblo N	Medio	0,579	0,641	0,645	0,715	0,633
Pueblo N	Ápice	0,623	0,682	0,707	0,806	0,669

Tabla 17. Densidad anhidra (g/cm^3) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	0,694	0,708	0,703	0,760	0,826
Laguna	Medio	0,717	0,770	0,762	0,816	1,205
Laguna	Ápice	0,755	0,825	0,824	0,850	0,838
Pueblo N	Base	0,747	0,714	0,774	0,794	0,761
Pueblo N	Medio	0,752	0,746	0,818	0,844	0,810
Pueblo N	Ápice	0,741	0,758	0,821	0,901	0,815

Tabla 18. Contracción tangencial (%) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	15,057	14,667	16,329	15,350	15,428
Laguna	Medio	8,987	9,968	9,308	9,191	9,302
Laguna	Ápice	6,797	7,179	7,252	7,362	6,380
Pueblo N	Base	15,349	14,703	15,244	16,418	15,413
Pueblo N	Medio	9,922	9,576	9,293	8,856	8,474
Pueblo N	Ápice	7,241	7,102	7,217	7,246	6,203

Tabla 19. Contracción radial (%) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	17,612	17,098	18,564	17,719	16,824
Laguna	Medio	12,322	12,379	12,147	11,912	11,997
Laguna	Ápice	8,862	9,428	10,108	9,581	8,046
Pueblo N	Base	17,782	16,291	17,842	18,667	17,829
Pueblo N	Medio	11,454	12,142	11,511	9,211	11,332
Pueblo N	Ápice	9,094	8,928	9,662	7,857	8,049

Tabla 20. Contracción longitudinal (%) promedios

Localidad	Niveles	I	II	III	IV	V
Laguna	Base	0,261	0,273	0,245	0,245	0,232
Laguna	Medio	0,287	0,261	0,267	0,261	0,210
Laguna	Ápice	0,293	0,260	0,289	0,262	0,261
Pueblo N	Base	0,218	0,246	0,272	0,256	0,271
Pueblo N	Medio	0,225	0,256	0,280	0,272	0,282
Pueblo N	Ápice	0,243	0,259	0,272	0,284	0,274



Figura 18. Evaluación de cañas de *D. asper*



Figura 19. Selección y marcado de cañas a cortar



Figura 20. Corte y extracción de cañas de *D. asper*



Figura 21. medición de las circunferencias



Figura 22. medición de longitud de internodos



Figura 23. Extracción de los anillos de 10 cm de *D. asper*



Figura 24. Obtención de anillos proveniente de las dos localidades



Figura 25. Obtención de probetas para ensayos físicos



Figura 26. Codificación de probetas de *D. asper*



Figura 27. Volumen de probetas por principio de Arquímedes



Figura 28. medición de las secciones tangenciales y radiales de probetas de *D. asper*



Figura 29. Medición de las secciones longitudinales de probetas de *D. asper*



Figura 30. Parafinado de probetas de *D. asper*