UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Estudio de la estructura anatómica del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata (Bambú), en tres niveles de altura y dos estados de madurez, en el campus de la UNIA.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

CAMPOS MARTIN, LEYDI NOELIA

YARINACOCHA – PERÚ

2015

DEDICATORIA

De forma muy especial a mis padres (Agen Campos Bardales y Dalú Martin Araujo), por sus gran apoyo y confianza y a mis hermanos que día a día se esfuerzan por seguir adelante y así poder lograr sus objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por divina misericordia, su fuerte presencia y bendiciones en los momentos difíciles de mi vida.

A mis padres, por el apoyo, amor, comprensión y fortaleza en cada momento de mi vida.

A mis asesores, Ing. Robert Gilbert Pecho de la Cruz y David Gerardo Lluncor Mendoza por la amistad, confianza, respeto y principalmente por sus enseñanzas y asesoría académica.

Al Ing. Luis Llerena Suárez, por su gran amistad y apoyo en la identificación de la especie de *Bambusa vulgaris* var. vittata (Bambú).

Al Ing. José Sánchez Choy, por su enseñanza y apoyo en la parte estadística.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Agroforestal Acuícola, por brindarme los conocimientos tecnológicos y valores para mi formación como profesional y ser humano.

A mis amigos, por el apoyo moral y así llegar a culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

A todos que directamente e indirectamente contribuyeron para la realización de este trabajo de investigación, mi gratitud y reconocimiento.

INDICE

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……..……. 16

1.1 Descripción de la situación problemática…… 16

1.2 Formulación del problema…….. 17

1.3 Objetivos de la investigación……. 17

1.3.1 Objetivo general…….. 17

1.3.2 Objetivos específicos…….. 17

1.4 Justificación del estudio……. 18

1.5 Limitaciones de la investigación…… 19

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO……..... 20

2.1 Antecedentes del problema……... 20

2.1.1 Estructura Anatómica……. 21

2.2 Bases teóricas…….. 25

2.2.1 Distribución y hábitat…… 25

2.2.2 Origen……... 25

2.2.3 Los cultivares (variedades)……... 26

2.2.4 Características descriptivas de la especie……. 27

2.3 Definición de términos básicos……..... 30

2.4 Hipótesis……... 33

2.5 Variables……... 33

2.5.1 Variable dependiente…….. 33

2.5.2 Variable independiente……... 33

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA……. 34

3.1 Lugar de ejecución……..…… 34

3.2 Material en estudio……..... 34

3.3 Equipos, materiales, insumos y reactivos…….. 34

3.4 Tipo y nivel de investigación…….. 36

3.5 Método de la investigación……. 36

3.5.1 Ubicación de la especie…….. 36

3.5.2 Selección de matas…… 36

3.5.3 Selección de los culmos…….. 37

3.5.4 Obtención del material botánico……. 37

3.5.5 Colección de los culmos…….. 38

3.5.6 Preparación del material para el estudio macroscópico…….. 40

3.5.7 Descripción de las características microscópica……..... 42

3.5.8 Preparación de las muestras histológicas…….. 42

3.6 Diseño de la investigación……. 45

3.7 Población y muestra……. 46

3.7.1 Población……. 46

3.7.2 Muestra…… 47

3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos…..…… 47

3.8.1 Técnicas de recolección de datos……. 47

3.8.2 Instrumentos de recolección de datos…….. 47

CAPITULO IV

4. RESULTADO Y DISCUSION……..... 48

4.1 Porcentaje de espacios ocupados por los elementos leñosos considerando estados de madurez, niveles de altura y secciones transversales del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala macroscópica……. 48

4.2 Análisis de varianza del espacio ocupado para los elementos leñosos en estado verde y maduro; en los tres niveles; y secciones transversales……. 54

4.2.1 Poros……..... 54

4.2.2 Fibras……. 56

4.2.3 Parénquima……... 57

4.3 Tamaño de los elementos leñosos considerando: estado de madurez y niveles de altura del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala microscópica…… 60

4.3.1 Diámetro de los vasos/poros……. 61

4.3.2 Longitud de los vasos/poros…….. 62

4.3.3 Diámetro del parénquima…… 66

4.3.4 Longitud del parénquima……. 67

CONCLUSIONES…… 71

RECOMENDACIONES…… 72

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS……. 73

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje promedio de los espacios ocupados por los elementos leñosos (poros, fibras y parénquimas), en las cinco matas y en dos estados de madurez (verde y maduro) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinadas en 1mm^2..... 48

Cuadro 2. Porcentaje promedio de los espacios ocupados por los elementos leñosos (poros, fibras y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro), tres niveles de altura (base, medio y ápice) y tres secciones transversales (interno, centro y externo) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinados en 1mm^2..... 49

Cuadro 3. Análisis de varianza de los porcentajes de los poros..... 54

Cuadro 4. Prueba de Tukey para las matas..... 55

Cuadro 5. Prueba de Tukey para los niveles..... 55

Cuadro 6. Prueba de Tukey para las secciones transversales..... 56

Cuadro 7. Análisis de varianza de los porcentajes de las fibras..... 56

Cuadro 8. Prueba de Tukey para las matas..... 57

Cuadro 9. Prueba de Tukey para las secciones transversales..... 57

Cuadro 10. Análisis de varianza de los porcentaje de parénquimas..... 58

Cuadro 11. Prueba de Tukey para las matas..... 58

Cuadro 12. Prueba de Tukey para los niveles..... 59

Cuadro 13. Prueba de Tukey para las secciones transversales..... 59

Cuadro 14. Tamaños promedio de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas), en las cinco matas y en dos estados de madurez (verde y maduro) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var vittata..... 60

Cuadro 15. Tamaños promedio de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro) y tres niveles de altura (base, medio y ápice) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata..... 60

Cuadro 16. Análisis de varianza de los diámetros de los vasos/poros, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles..... 61

Cuadro 17. Prueba de Tukey para los niveles..... 62

Cuadro 18. Análisis de varianza de la longitud de los vasos/poros, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles..... 62

Cuadro 19. Prueba de Tukey para los niveles..... 63

Cuadro 20. Análisis de varianza de los diámetros de los diámetros de las células parenquimáticas, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles..... 66

Cuadro 21. Prueba de Tukey para las matas..... 67

Cuadro 22. Prueba de Tukey para los niveles..... 67

Cuadro 23. Análisis de varianza de la longitud de los parénquimas, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles..... 68

Cuadro 24. Prueba de Tukey para las matas..... 68

Cuadro 25. Prueba de Tukey para los niveles..... 69

INDICE DE FIGURAS

Figura	1	Diferentes formas de haces vasculares en secciones transversales de la pared del culmo.....	24
Figura	2	Muestras botánicas (hojas y culmos con ramitas terminales) de *Bambusa vulgaris* var.vittata……..….....	38
Figura	3	Hojas caulinares y brotes de *Bambusa vulgaris* var.vittata……...	38
Figura	4	Obtención de los niveles, cubos y cortes histológicos……	40
Figura	5	Medición de los elementos leñosos…….....	41
Figura	6	Lamina histológica , mostrando los tres cortes……..……..	42
Figura	7	Medición del diámetro de los vasos/poros en sentido transversal…….....	43
Figura	8	Medición del diámetro y longitud de los vasos en sentido longitudinal……	44
Figura	9	Medición del diámetro y longitud de los parénquimas……	44
Figura	10	Composición macroscópica en los tres niveles de altura (base, medio y ápice) y en las tres secciones transversales (interno, centro y externo) de la pared del culmo……..……	53
Figura	11	Comparación microscópica de los vasos a nivel longitudinal (base, medio y ápice)…….....	64
Figura	12	Comparación microscópica de los vasos/poros a nivel transversal (base, medio y ápice)…….....	65
Figura	13	Comparación microscópica del parénquima (base, medio y ápice)…….....	70

LISTA DE ANEXOS

1.	Certificado de Identificación de *Bambusa vulgaris* var. vittata……	78
2.	Mapa de la ubicación de las cinco matas de bambús dentro del campus de la UNIA…….	79
3.	Porcentaje de los espacios ocupados de los elementos leñosos del estado de madurez (verde y maduro); niveles (base, medio y ápice); secciones transversales (interno, centro y externo) ……	80
4.	Resultados de las mediciones de los elementos leñosos (Parénquima y vasos) a nivel microscópicos……..	83
5.	Ubicación de la especie…….	90
6.	Identificación de la especie……	91
7.	Selección y colección de los culmos verdes y maduro……..	91
8.	Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la orientación del norte magnético mediante una brújula……	92
9.	Extracción de los culmos verde y maduro con la ayuda de una motosierra..	92
10.	Desramando los culmos…….	92
11.	Medición de la longitud total de los culmos, longitud y circunferencia de internudos……	93
12.	Seccionamiento de los culmos de bambú (Base, Medio y Ápice)…….	93
13.	Obtención de las probetas……..	94
14.	Obtención de los cubos de 1.5 x 1.5 cm y por el espesor que tenga…….	94
15.	Observación de las probetas de bambú en el estereoscopio…….	95
16.	Cuantificación, recorte y peso de los elementos leñosos Cuantificación, recorte y peso de los elementos leñosos…….	95
17.	Ablandamiento de los cubos de bambú en baño maría……	95
18.	Preparación de los cortes histológicos de los cubos de bambú……..	96
19.	Deshidrataron de los cortes histológicos utilizando alcohol de 30, 60, 70 y 100% de concentración. ……	96
20.	Proceso de tinción con safranina al 1%…….....	96
21.	Montaje de la muestra al porta objeto utilizando bálsamo de canadá……	97
22.	Secado de las muestras a la estufa……..	97

23. Observación y mediciones de los elementos leñosos mediante un microscopio con cámara digital y de un programa software para mediciones…… 98

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue estudiar la estructura anatómica en dos estados de madurez, tres niveles de altura y tres secciones transversales del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, del campus de la UNIA. Se analizaron caracteres anatómicos a nivel macroscópico (en rodajas lijadas) y microscópico (en cortes histológicos), utilizándose en ambos casos un estereoscopio y microscopio con software incorporado, observándose el: espacio, tamaño y distribución de los elementos leñosos (poro, fibra y parénquima). Para los resultados a escala macroscópica, se aplicó el diseño de Bloque Completamente al Azar, con arreglo factorial de 2 x 3 x 3 con 5 repeticiones y 2 x 3, con 5 repeticiones para el nivel microscópico. A escala macroscópica, en el estado verde, la proporción ocupada de los elementos leñosos: poros, fibras y parénquimas fueron 12.0%, 28.9% y 59.1%, en estado maduro: 10.6%; 32.4% y 57.1% respectivamente. Considerando los niveles de altura del culmo, el ápice tanto en estado verde y maduro presentaron los mayores valores (15.3 y 12.7%); el nivel medio presenta el mayor porcentaje (30.7%) y en condición madura el ápice (33.7%); y con respecto al parénquima, la base tanto en verde y maduro alcanzaron los porcentajes más altos (64.3 y 61.7%); y las secciones transversales, en la parte interna de los tres niveles tanto en condición verde y madura, los poros presentan mayor porcentaje (11, 16 y 22%) y (10, 18 y 19%), y respecto a las fibras en condición verde y maduro, la parte externa ocupó el mayor porcentaje (36, 46 y 44%) y (44, 43 y 47%) y en el parénquima tanto en condición verde y maduro la sección interno presentó los mayores porcentajes en los tres niveles (71, 67 y 62%) y (73, 64 y 62%). A escala microscópica el tamaño de los elementos leñosos, en estado verde considerando longitud y diámetro alcanzaron los mayores valores (0.5673mm´y 0.0341mm) y (0.0308mm y 0.0150mm); en estado maduro presentaron los menores valores (0.05406mm y 0.0339mm) y (0.0312mm y 0.0169); con respecto a los niveles, el medio alcanzó los mayores valores (0.5929mm y 0.0368mm) y en el parénquima el nivel base alcanzó los mayores valores tanto en longitud y diámetro (0.0368mm y 0.0177mm respectivamente).

ABSTRAC

The aim of the research was to study the anatomical structure in two states of maturity, three levels high and three cross sections of the culm of *Bambusa vulgaris* var. vittata, from the campus of the UNIA. Anatomical characters were analyzed at a macroscopical level (in sanded slices) and microscopic (in histological sections) traits were analyzed, using in both cases a stereoscope microscope and embedded software, showing the: space, size and distribution of the woody elements (pore fiber and parenchyma). For results on a macroscopic scale, the design of complete randomized block was applied with a factorial arrangement of 2 x 3 x 3 with 5 replications and 2 x 3 with five repetitions for microscopic level. A macroscopic scale, in the green state, the proportion occupied by woody elements and pores, parenchyma fibers were 12.0%, 28.9% and 59.1%, in mature state: 10.6%; 32.4% and 57.1% respectively. Considering the culm height levels, the apex both green and ripe stage showed the highest values (15.3 and 12.7%); the average level has the highest percentage (30.7%) and mature condition of the apex (33.7%); and with respect to the parenchyma, based both green and ripe reached the highest percentages (64.3 and 61.7%); and the crossed sections, on the inside of the three levels in both green and ripe condition, the pores showed a higher percentage (11, 16 and 22%) and (10, 18 and 19%), with respect to the fibers in condition green and ripe, the outer part occupied the highest percentage (36, 46 and 44%) and (44, 43 and 47%) and in the parenchyma in both green and ripe condition the inner section presented the highest percentages in the three levels (71, 67 and 62%) and (73, 64 and 62%). On a microscopic scale the size of the woody elements, green stage considering length and diameter reached higher values (0.5673mm'y 0.0341mm) and (0.0308mm and 0.0150mm); in mature state they had the lowest values (0.05406mm and 0.0339mm) and (0.0312mm and 0.0169); with respect to the, the average reached the highest values (0.5929mm and 0.0368mm) and in the parenchyma, the base level reached the highest values in both length and diameter (0.0368mm and 0.0177mm respectively).

INTRODUCCION

El género Bambusa, consta de 120 especies de bambú indígenas de Asia y el Nuevo Mundo (Rojas y Acevedo, 2014). Se diferencian anatómicamente de los demás culmos de bambú por presentar diferencias en la estructura de los haces vasculares entre géneros y entre especies (Londoño, *et al. S/F)*. Asimismo, la anatomía ha jugado un papel muy importante en los estudios sistemáticos de la familia Poaceae, convirtiéndose en una herramienta básica en el sistema de clasificación taxonómico (Londoño, 2002). Sin embargo, a pesar de la elevada edad potencial de las especies de bambú, hay poca investigación dirigida a la silvicultura y áreas tecnológicas, incluyendo estudios sobre la estructura de los tallos (Mario, 1987). Una característica importante del culmo de los bambúes es el cambio continuo que se observa en el patrón del tejido a lo largo del mismo. La forma, el tamaño y el tipo de haz vascular varían considerablemente, de allí que un entrenudo del segmento basal del culmo exhiba una estructura muy diferente al del segmento medio y este a su vez sea considerablemente diferente al del segmento apical (Londoño, *et al. S/F*). El culmo es la parte del bambú más utilizada en la industria forestal (construcción, muebles, artesanías, entre otros), sin embargo, la información tecnológica de la especie es poco documentada. En general, el culmo está constituido por corteza (cutícula), haces vasculares y células de parénquima. Las proporciones y dimensiones de cada componente varían: entre especies, dentro de las especies y dentro de un mismo individuo. Esto influye en la heterogeneidad de su densidad básica, contracciones, contenido de humedad, entre otras propiedades físicas, mecánicas y químicas. El conocimiento de la estructura anatómica de los culmos permitirá una mejor comprensión de su comportamiento en los procesos industriales a los cuales debe ser sometido para llegar a un producto final. Por lo tanto, conocer las características anatómicas se traduce en el adecuado manejo del material y a su vez en la optimización de los recursos (Zaragoza, *et al*.2014). Se sabe que las propiedades de los culmos de bambú están determinados por su estructura anatómica y son las características anatómicas del culmo las que reflejan el uso final de este material. Por ejemplo, las propiedades mecánicas del culmo están determinadas por la gravedad específica la cual depende principalmente del contenido y diámetro de la fibra y del espesor de las células de la pared de la fibra

para la industria de pulpa para papel, la longitud de la fibra es importante en la evaluación técnica de materiales leñosos, y el espesor de la pared de la fibra predetermina las características de la pulpa, la permeabilidad y la calidad del papel (Londoño, *et al. S/F).* En Venezuela, así como en muchos países, existe una gran confusión en la comunidad al considerar como iguales a las especies *Bambusa vulgaris y Guadua angustifolia*, resaltándose que son dos especies diferentes dentro de una misma familia, las Poaceae. En los últimos años la tecnología de los productos forestales no maderables ha redimensionado el uso artesanal de *Bambusa vulgaris*, para la realización de productos de alta tecnología, en la fabricación de componentes constructivos con fines estructurales y de cerramientos (paredes, techos y pisos) (Mario, 1987). También se han desarrollado en los últimos años actividades de promoción y difusión para fomentar el establecimiento de plantaciones forestales de estas gramíneas. Dada esa importancia que proyectan las especies *Bambusa vulgaris y Guadua angustifolia,* a estas gramíneas se le conocen por una infinidad de aplicaciones, que han evolucionado a través del tiempo de manera muy particular y según la cultura antropológica de cada uno de los pueblos (Valero, *et al*, 2005).

Es importante señalar que con el uso de *Bambusa vulgaris* en los procesos industriales, se reducirá significativamente el impacto sobre los bosques nativos, ya que pasaría a ser un sustituto de la madera, disminuyendo así la presión sobre la selva tropical. Además, generaría mano de obra en las zonas rurales tan afectadas por el desempleo (Beverwijk y Netherlansd, 1948).

Las características anatómicas *de Bambusa vulgaris* var. vittata hasta el momento no se han estudiado en detalle, con la presente investigación se pretende ampliar el conocimiento básico de la anatomía de esta especie. Por lo que el objetivo fue Estudiar la estructura anatómica del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata en dos estadíos de madurez y a tres niveles de altura.

CAPITULO I

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la situación problemática

Los bambúes son gramíneas extraordinarias por sus condiciones únicas de sostenibilidad, rápido crecimiento y gran versatilidad, características que han convertido a estas especies en protagonistas del siglo XXI. Hoy en día, países como China ha invadido el mundo con productos derivados del bambú, los cuales le han generado ingresos por más de 3.5 billones de dólares. Sin embargo, los bambúes en América, siguen siendo especies sin protagonismo en la economía de la mayoría de los países Latinoamericanos, debido a la escasa información de conocimiento científico referente a la estructura anatómica, los cuales son indispensables para determinar las demás propiedades tecnológicas y usos múltiples de los bambúes (Londoño, 2002).

En la actualidad se tiene una visión romántica de este material, la cual se debe superar mediante acciones colectivas del gobierno nacional, local, centros de investigación y universidades, generando conocimientos y tecnologías a través de la investigación, lo que podría contribuir a mejorar el nivel de vida de la población Ucayalina.

En la Región Ucayali existen una gran variedad de especies de bambúes, entre ellas la *Bambusa vulgaris* var. vittata, que está siendo utilizada de manera empírica, debido al desconocimiento de su estructura anatómica y demás propiedades tecnológicas (Takahashi, 2006).

Por esta razón en el presente proyecto de investigación se estudiará la estructura anatómica de *Bambusa vulgaris* var. vittata, existente en el campus universitario de la UNIA, considerando su estado de madurez, niveles de alturas del culmo y secciones transversales.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera el estado de madurez y los niveles de altura del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata influirán sobre su estructura anatómica?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Estudiar la estructura anatómica del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata en dos estadíos de madurez y a diferentes niveles de altura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de los elementos leñosos (poros, fibras y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro), a tres niveles de altura (base, medio y ápice) y en tres secciones transversales (interno, centro y externo) del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala macroscópica.
- Determinar el tamaño de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro), y a tres niveles de altura (base, medio y ápice) del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala microscópica.

1.4 Justificación e importancia del estudio

En nuestra región existe una gran variedad de especies de bambúes entre ellas *Bambusa vulgaris* var. vittata, la cual predomina dentro del campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA). En nuestro medio, existe escasa información tecnológica sobre las propiedades estructurales y anatómicas de esta especie, lo cual no permite orientar un adecuado uso tecnológico de la especie.

Londoño, 2002, señala que otro tema importante es el cambio continuo que se observa en el patrón del tejido a lo largo del culmo. La forma, el tamaño y el tipo de haz vascular varían considerablemente, de allí que un entrenudo del segmento basal del culmo exhiba una estructura muy diferente al de uno del segmento medio y este a su vez sea considerablemente diferente de uno del segmento apical.

Latif y Liese, 2001, indican que los elementos leñosos difieren muy poco en tamaño con la edad, pero varían significativamente con el sitio en el cual se desarrolla el culmo.

El interés sobre esta especie se incrementa más aún, cuando se sabe que carece de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro; logrando obtener un crecimiento sorprendente y pueden obtenerse cosechas del producto en lapsos de 5 a 6 años, a diferencia de la mayoría de especies maderables que requieren de un tiempo cuatro veces mayor para alcanzar su madurez.

Lee y Gómez, 1985, esta especie representa un recurso importante para la industria del papel, construcción y artesanía. Asimismo, manifiestan que el uso de esta especie es amplio y diversificado, logrando contribuir con la demanda insatisfecha de madera y de esta manera disminuir la presión sobre los recursos maderables del bosque. Además, a esto se

suma el carácter ecológico de su producción al ser un material renovable naturalmente (sostenible y sustentable) lo que da un sello verde a su producción que se valora en los mercados internacionales.

Por ello la presente investigación generará información básica que contribuirá a definir sus posibles usos y comportamientos físicos, mecánicos, entre otros, cuando sea puesto en servicio. Así también, generará beneficios sociales, económicos y ambientales. En lo social la utilización de *Bambusa vulgaris* var. vittata, generaría puestos de trabajo a nivel industrial y artesanal; en lo económico la utilización de los culmos como materia prima para la edificación de casas disminuiría considerablemente el costo de estas y en lo ambiental ayudará a la captura y retención de CO2.

1.5 Limitaciones de la investigación

En el presente trabajo se tuvo como limitación la adquisición de insumos (xilol, ácido nítrico y alcohol absoluto) por ser productos controlados por el Estado, lo cual no permitió su adquisición y por tanto no se pudo realizar la maceración de los tejidos leñosos para determinar la longitud de las fibras.

Otra limitación fue con el afilado de las cuchillas, ya que el bambú al ser abrasivo por la presencia de sílices, degastaba el filo de las cuchillas, ocasionando la obtención de algunos cortes defectuosos.

CAPITULO II

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación.

Soderstrom (1987); Liese (1985), indican que los bambúes leñosos, son los más numerosos y dispersos en la subfamilia Bambusoideae con especies en el viejo y nuevo mundo. Su distribución latitudinal y altitudinal es igual a la de la subfamilia Bambusoideae (51º N, 47º S; 0-4300 m); crecen generalmente en hábitats abiertos y son polinizados por el viento. Su diversidad está asociada con la radiación que llega a los diferentes valles y laderas abruptas de cordilleras, montañas y serranías. En todo el mundo existe un total de 61 géneros y 800-900 especies agrupados en una tribu, Bambuseae, y en nueve subtribus, cuatro exclusivas del Viejo Mundo, Bambusinae, Nastinae, Shibataeinae, y Schizostachydinae, cuatro unicas del Nuevo Mundo, Arthrostylidiinae, Chusqueinae, Guaduinae y Neurolepidinae, y una subtribu, Arundinariinae, que se distribuye en los dos hemisferios. El nuevo mundo aporta 23 géneros y aproximadamente 380 especies. Asimismo los mismos autores mencionan que estos bambúes leñosos se caracterizan por tener: (1) rizomas fuertes, bien desarrollados, (2) culmos lignificados, (3) brotes nuevos protegidos por hojas especializadas llamadas hojas caulinares, (4) complejo sistema de ramificación, (5) lamina foliar decidua, con ligula interna y externa, (6) floraciones cíclicas y monocarpicas, con intervalos largos, (7) espiguillas multifloras o precedidas por lemas estériles cuando son unifloras, (8) flores bisexuales organizadas en espiguillas o pseudoespiguillas, (9) alto rango en el número cromosómico, con un numero básico de x=12, (10) 3 lodiculas ciliadas y acuminadas, (11) Células fusoides casi siempre presentes, usualmente redondeadas, (12) estomas rodeados o no por papilas, y (13) cuerpos siliceos verticalmente elongados.

Liese (1985) y Ahmad (2000), manifiestan que los bambúes carecen de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro, solamente tienen crecimiento primario o apical.

Liese (1985); Liese (1993) y Ahmad (2000), coinciden que las propiedades de la caña están determinadas por su estructura anatómica. La caña consta de nudos y entrenudos; en los entrenudos las células están orientada axialmente mientras que los nudos proveen las interconexiones transversales.

2.1.1 Estructura anatómica

Liese (1993), señala que dentro de los nudos hay una intensa ramificación de los vasos y del floema; estos se curvan radialmente hacia el interior y proveen la conducción transversal a través de los diafragmas nodales, de tal modo que todas las partes de la caña aparecen entrelazadas. La parte externa de la caña está formada por dos capas celulares epidermales, siendo la interna más gruesa y altamente lignificada, mientras que la más externa está cubierta por una capa cutinizada que posee una cobertura de cera por encima. Las partes internas de la caña constan de numerosas células de esclerénquima, lo que impide el movimiento lateral de líquidos, los pasajes para la penetración son principalmente las uniones de la caña.

Liese (1998), reporta que un culmo está conformado en un 52% por tejido de parénquima, 40% por fibras y un 8% por tejido conductivo, estos valores varían con la especie. En el caso de *Guadua. angustifolia* esta composición es: 51% parénquima, 40% fibras y 9% tejido conductivo. Comparativamente con otros bambúes tropicales y subtropicales, *Guadua angustifolia* presenta un porcentaje de fibra relativamente alto.

Zaragoza (et al.2014), y Londoño (2002), refieren para *Guadua aculeata* Rup y *Guadua angustifolia* un 9% de poros y el promedio de la proporción de fibras fue de 30%, diferente a los valores de *Guadua aculeata* Rup, según (Zaragoza *et al* 2014) que encontró 41% y de *Guadua angustifolia* que contiene 40%, valor señalado como generalidad en los bambúes (Liese, 1998; Londoño et al., 2002). Asimismo, Zaragoza (*et al* 2014)

encontró 52% de parénquima, para *Guadua aculeata* Rup., y de 51%, en *Guadua angustifolia* obtenido por Liese (1998) y Londoño *et al.* (2002).

Liese (1985), indica que el tejido del culmo consiste de células parenquimatosas, de haces vasculares, y de fibras. Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente elongadas. Los haces vasculares están compuestos por: a) el xilema, con 2 grandes metaxilemas y, 1 o 2 más pequeños elementos del protoxilema (vasos), y por b) el floema con paredes delgadas y tubos cribosos sin lignificar, los cuales están conectados a las células acompañantes o fibras. Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares o forman bandas aisladas en algunas especies; contribuyen con el 40-50% del total del tejido del culmo y con el 60-70% de su peso.

Liese (1985) y (1998), menciona que los vasos del metaxilema son los principales canales de penetración y circulan en una fuerte dirección axial o apical. En el entrenudo, estos vasos están aislados unos de otros por el parénquima y están conectados únicamente en el diafragma del nudo. Los vasos son pequeños en la periferia de la pared del culmo e incrementan de tamaño hacia la parte central e interna. Comparativamente con las maderas, el % de tejido conductivo en los bambúes es muy bajo, 5-10%, mientras que en las maderas blandas es de 70% y en las duras de 30%.

Liese (1985), indica que la estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido esclerenquimatoso (fibras) y parenquimatoso. En la periferia del culmo los haces vasculares son más pequeños y más numerosos, mientras que hacia la parte interna son más grandes y más escasos. Dentro de la pared del culmo el tamaño de haces vasculares decrece de la base hacia la punta mientras su densidad se incrementa al mismo tiempo. Los elementos conductores de agua funcionan o trabajan toda la vida sin remplazar sus tejidos como en el caso de las maderas con tejido de

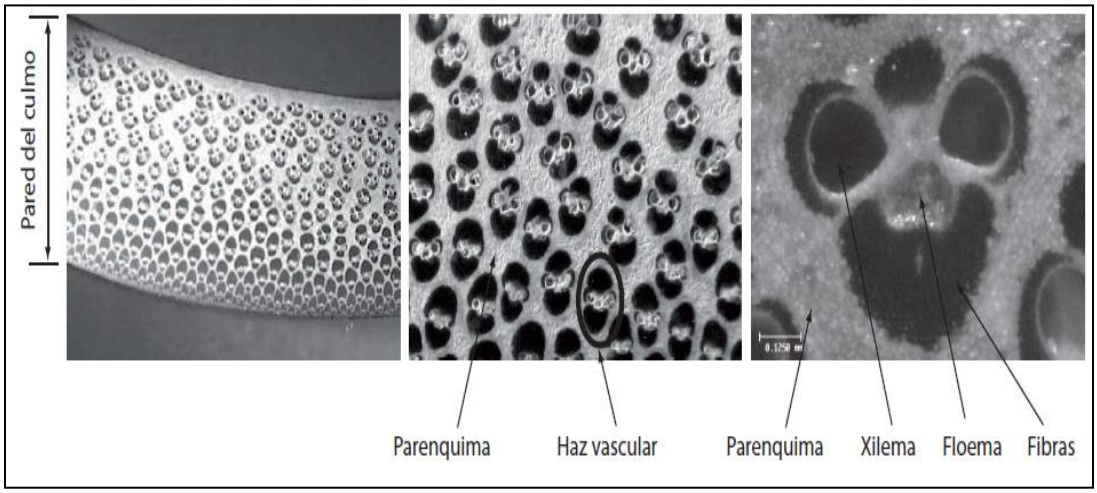
cambium. En los culmos más viejos los vasos y los tubos cribosos pueden parcialmente llegar a impermeabilizarse debido a la deposición de una sustancia como la goma, perdiendo así la conductividad, lo que causa la muerte del culmo viejo. El mismo autor indica que la distribución porcentual de las células dentro del culmo muestra un patrón definido tanto en el sentido horizontal como en el vertical. En el sentido horizontal las células conductivas y el parénquima son más frecuentes en el tercio interno de la pared, mientras que en el tercio externo el porcentaje de fibra es notablemente más alto.

Liese (1998), dice que la circulación por los vasos se reduce tan pronto como el culmo es cosechado y madurado. Como reacción a la herida se desarrollan tilosis y limos en las células del parénquima vecino que se desplazan hacia los vasos, bloqueando la cavidad conductiva. No existen células orientadas radialmente como si existen en las maderas. Estas células radiales son esenciales para facilitar la movilización de líquidos desde la periferia hacia la parte interna. De allí que el movimiento horizontal de los líquidos desde los vasos conductores hacia el tejido de parénquima vecino y hacia las fibras se realiza únicamente por difusión y es por lo tanto un proceso muy lento.

Liese (1985) y Londoño (2002), señalan que en el sentido vertical del culmo la cantidad de fibra incrementa de la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece. La práctica común de dejar dentro del bosque el ápice del culmo que se corta, es un desperdicio por el alto contenido de fibra que contiene. Londoño (2002), además indica que la gravedad específica se incrementa a lo largo del culmo, desde la base hacia el ápice, debido a la reducción de la pared del culmo y al incremento en la concentración de haces vasculares, por lo tanto, concluye diciendo que la reducción del espesor de la pared del culmo está asociada con la resistencia mecánica, especialmente hacia el ápice, el cual contiene menos parénquima y más fibra.

Estrada (2010), encontró que la cantidad de células de parénquima y de haces vasculares varia respecto a la altura y el radio de la planta. Los

haces vasculares tienen variadas formas y tamaños, como se ilustra en la Figura 1, los cuales cambian según su localización dentro de la planta y la especie. Estos haces se encuentran separados por células de parénquima, y su estructura consiste en tubos de xilema y floema rodeados por fibras.



Fuente: Estrada (2010).

Figura 1: Diferentes formas de haces vasculares en secciones transversales de la pared del culmo.

Londoño (2002), señala que el grosor de la pared del culmo decrece más rápido en el segmento basal, lo cual podría explicar por qué los cambios anatómicos entre un entrenudo y el siguiente son más pronunciados en este segmento que en los segmentos medio y apical. Los nudos tienen una gran influencia en la resistencia mecánica del culmo: presentando una gravidez especifica mayor, un menor volumen de encogimiento y una menor resistencia tensil que los entrenudos por tener fibras más cortas y haces vasculares distorsionados. Las características anatómicas del grosor del culmo (dimensiones de los haces vasculares, diámetro del metaxilema, porcentaje de parénquima, fibra y tejidos vasculares), no tienen correlación con la edad del culmo, mientras que el porcentaje de tipos celulares es similar a otros bambúes.

2.2 Bases teóricas

Clasificación científica

Reino	:	Plantae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sub familia:		Bambusoideae
Tribu	:	Bambuseae
Subtribu	:	Bambusinae
Género	:	*Bambusa*
Especie	:	*vulgaris* var. vittata.

2.2.1 Distribución y hábitat

(Rojas y Acevedo, 2014), dicen que el género Bambusa (familia Poaceae) consta de 120 especies de bambú indígenas de Asia y el Nuevo Mundo. *Bambusa vulgaris* (bambú común), es una especie ampliamente aprovechada con varios taxones infra-específicos, conocido también como variedades o cultivares, incluyendo formas con tallos verdes y diversas rayas amarillas que se colocan a veces en distintas variedades o incluso especies.

2.2.2 Origen

El origen de la especie es desconocida, aunque se cree que se originó en Asia tropical, en el sur de China o Madagascar (Sagastume, 1986).

Según (Rojas y Acevedo, 2014), *Bambusa vulgaris,* se originó en el Viejo Mundo, probablemente en Asia tropical. Es el bambú más cultivado en los trópicos y subtrópicos, pero también se encuentra de forma espontánea o naturalizada en márgenes de los ríos. En Asia del Sur-Este es el bambú

cultivado más comúnmente encontrado, que se encuentra en todas partes en las aldeas, en los bancos del río y como ornamental en las ciudades.

Bambusa vulgaris, se introdujo de forma activa en todas las zonas tropicales y subtropicales durante el siglo XIX, sobre todo para ser utilizado como una planta de esgrima, para controlar la erosión, y para crear plantaciones con el fin de comercializar sus tallos.

2.2.3 Los cultivares (variedades).

Al menos tres agrupaciones de *Bambusa vulgaris* se pueden distinguir:

- Las plantas con tallos verdes
- Bambú de oro (plantas con tallos de color amarillo): Plantas siempre con amarillo tallos y, a menudo con rayas verdes de diferente intensidad. Por lo general, los vástagos tienen paredes más gruesas que las del grupo de tallo verde. Este grupo a menudo se distingue como *Bambusa vulgaris* var. striata.
- Vientre de bambú de Buda: Las plantas con tallos de hasta unos 3 metros (9,8 pies) de altura, 3.1 cm (0,4-1 pulgadas) de diámetro, verdes, con 4 a 10 centímetros (2.4 pulgadas) de largo, entrenudos inflados en la parte baja parte. Este grupo a menudo se distingue como *Bambusa vulgaris var.* wamin.

Takahashi. 2006, indica que el Perú existen las siguientes variedades:

Especies nativas: 8 géneros y 42 especies.

Aulonemia 7 especies*, Artrostylidium* 2 especies*, Chusquea* 22 especies*, Elytrostachys* 1 especie*, Guadua* 5 especies*, Merostachys* 1 especie*, Neurolepsis* 2 especies *y Rhipidocladum con* 2 especies*.*

Especies Introducidas: 4 Géneros y 9 especies.

Bambusa 5 especies*, Dendrocalamus* 1 especie*, Phyllostachys* 2 especies *y Gigantocola* con 1 especie*.*

Prado (2012), los Bambúes predominantes que destacan por su potencial comercial, tanto por su afinidad con el medio natural como por el aprovechamiento potencial de su materia en el Perú son principalmente: *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus strictus*, *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea*.

2.2.4 Características descriptivas de la especie.

Culmos: Los tallos brillantes de *Bambusa vulgaris* var. vittata son de color amarillo brillante marcada aleatoriamente con rayas verdes estrechas y anchas (o raramente verde claro con rayas amarillas), y tienen una altura promedio entre 10 a 15 m. Entrenudos son de 10-15 cm de largo, de paredes gruesas, y tienen un diámetro medio de 5-8 cm. El tipo de creación de bandas en las cañas se sabe que varían en diferentes plantas, o incluso dentro de una planta individual. Por ejemplo, existen plantas de entrenudos amarillos con algunas rayas verdes estrechas o sin rayas verdes, así como plantas de entrenudos verdes con unas pocas rayas amarillas (Beverwijk y Netherlansd, 1948).

Los tallos del bambú se caracterizan por tener forma cilíndrica y entrenudos huecos, separados por tabiques transversales o nudos que le imparten mayor rigidez, flexibilidad y resistencia.

El tallo se origina, en las especies del grupo paquimorfo, en el ápice del rizoma y en las especies del grupo leptomorfo, en una yema lateral del rizoma. En este último, las yemas se desarrollan lentamente hasta formar las bases del tallo, que tienen un grosor mayor que el rizoma.

Debido a su tejido delicado, el tallo está protegido con brácteas u hojas triangulares que lo recubren, las cuales se originan en cada uno de los nudos que se van formando. Estas brácteas tienen una gran importancia en la clasificación y determinación de los bambúes (Sagastume, 1986).

Hojas: son lanceoladas estrechas con un promedio 15 a 20 cm de largo y 2-2.5 cm de ancho (Beverwijk y Netherlansd, 1948).

El limbo de 6-30 cm de largo, 1.4 cm de ancho, glabras; lígula una llanta subenteros 0,5-1,5 mm; aurículas pequeños lóbulos redondeados, con unos pocos pelos de 1-3 mm (Rojas y Acevedo, 2014).

Inflorescencia: generalmente soportado en una rama sin hojas, tallo sin hojas o en un tallo con hojas pequeñas, teniendo pequeños grupos de pseudospikelets en los nudos, 2.6 cm de separación; espiguillas 12-19 (-35) mm de largo, aplanado lateralmente, apareciendo fuertemente hendido, que comprende 5-10 floretes perfectas y un florete vestigial terminal, Cariopsis no conocido.

La floración en *Bambusa vulgaris* no es común. Cuando una flor de escombreras, produce una gran cantidad de flores, pero no fruta, el tallo muere, pero las aglomeraciones suelen sobrevivir y vuelve al crecimiento vegetativo completo dentro de unos pocos años.

Bambusa vulgaris florece sólo una vez y la floración es gregaria. Como la mayoría de pastos, los bambúes tienen flores poco visibles, por lo general de color marrón claro o de color pajizo, que probablemente son polinizadas por el viento.

Rizomas paquimorfos: Cañas huecas, erectas a péndulas, rara vez apoyantes; entrenudos cilíndricos, con ramificaciones a partir de una yema inicial, con 1-3 ejes dominantes (Angela, 2012).

Requisitos ambientales: *Bambusa vulgaris,* crece mejor en altitudes bajas (por debajo de 1.200 m de altitud), con precipitaciones anuales que van desde 1.500 hasta 3800 mm. Crece en una amplia gama de condiciones ambientales, creciendo en condiciones casi permanentemente húmedos a lo largo de ríos y lagos; también en áreas con una estación seca severa, donde las plantas pueden quedar completamente deshojadas. Es parcialmente tolerante a condiciones de inundación y salinidad, pero crece mejor en suelos bien drenados con un pH que varía de 4,5 a 7,5, es resistente a las heladas hasta -3 ° C.

Dispersión: *Bambusa vulgaris* se propaga a menudo por rizomas, división de caña, recortes de ramas y más raramente por semillas. Tiene una propagación vegetativa muy fácil. Los culmos también pueden establecerse a partir de trozos de tallos que se utilizan para vallas, puntales, estacas y postes colocados en los bancos de los ríos para el amarre de embarcaciones. Culmos y fragmentos de rizomas pueden ser fácilmente dispersadas por el agua, el movimiento del suelo y las actividades humanas.

Enfermedades: Se pueden presentar el tizón de la hoja (*Cercospora sp.*), podredumbre de la caña basal (*Fusarium sp*.), pudrición de la vaina de la caña (*Glomerella cingulata*), roya de la hoja (*Kweilingia divina*) y manchas en las hojas (*Dactylaria sp. Glomerella cingulata*). Una enfermedad grave de esta especie en Bangladesh es el tizón de bambú, causada por *Sarocladium oryzae*. Las cañas cosechadas son muy vulnerables a los ataques de polvo-post escarabajos (*Dinoderus sp*.). Daños de termitas puede ser grave, especialmente de las cañas que son cosechadas en contacto con la tierra.

Usos: *Bambusa vulgaris,* es a menudo plantado como ornamental, protección contra el viento, apoyo y la planta de seto. Los tallos son también el principal material para la industria de muebles de bambú y también producen buena calidad de pulpa para fabricar papel. Los tallos son utilizados en los barcos para los mástiles, timones y estabilizadores.

Con los tallos se hacen cestas, cercas, techos y tejas. Los tallos también se utilizan como combustible. En Sri Lanka y El Salvador, los tallos se utilizan como material de construcción temporal y para apoyar y proteger a las paredes, porque son menos adecuados para la construcción a largo plazo ya que son muy susceptibles al ataque del escarabajo en polvo-post.

Los brotes jóvenes son comestibles y se vende como un vegetal, principalmente en Asia.

Esta especie también se utiliza en la medicina tradicional de Asia y África, donde los brotes jóvenes se hierven y se utilizan para tratar la hepatitis y el sarampión. Las hojas de *Bambusa vulgaris* también se utilizan como forraje para animales (Rojas y Acevedo, 2014).

2.3 Definición de términos básicos

Brácteas: Hoja que nace del pedúnculo de una flor o de la rama de una inflorescencia y que se diferencia de las hojas propiamente dichas por su tamaño, color y forma. En la axila de las brácteas nacen las ramificaciones de la inflorescencia o las flores. En el capítulo las brácteas o filarias forman el involucro y cada flor puede estar acompañada a su vez de la bráctea madre de la flor (UNLP, 2010)*.*

Caña*:* Es usado en Sudamérica para referirse únicamente al culmo de un bambú; se refiere a un tallo de planta, como el bambú (Londoño, *et al. S/F).*

Culmos: Se denomina con este nombre a los tallo o cañas de los bambúes, que se desarrollan a partir de una yema del rizoma y emergen a la superficie con el mismo diámetro que tendrá en la época de maduración, ya que no tienen madera verdadera que crece en grosor, sino que este y la dureza están dados por la acumulación de sílice, lignina, celulosa y hemicelulosa (Álvarez, 2012).

Esclerénquima: Es un tejido compuesto por células con paredes secundarias engrosadas, lignificadas o no, cuya función principal es mecánica y a veces de protección. Las células del esclerénquima tienen propiedades elásticas, al contrario que las del colénquima que las tienen plásticas. Las células del esclerénquima pueden diferir en forma, estructura, origen y desarrollo. Comúnmente el esclerénquima consta de fibras y esclereidas. Las fibras se definen normalmente como células largas estructura, origen y desarrollo y las esclereidas como células cortas (Pérez. 2000).

Fibras: Las fibras son células alargadas de tipo parenquimatoso con membranas secundarias gruesas, más o menos lignificadas y con

puntuaciones simples relativamente pequeñas. En sentido usual también se describen como hebras unicelulares o pluricelulares que se separan de la corteza o más raramente del leño de los vegetales. También se define como filamento o célula alargada que constituye ciertos vegetales o algunas sustancias minerales (Pérez. 2000).

Glabras: Hojas desprovista de pelo (UNLP, 2010)***.***

Haces vasculares: Un haz vascular de G. angustifolia, está compuesto por: dos grandes vasos de metaxilema, uno o dos elementos de protoxilema, por el floema y por las vainas de esclerénquima y de fibras. Grupo de células pertenecientes al xilema, floema y al cambium en el tallo de las plantas (Londoño, *et al. S/F).*

Leptomorfos: son rizomas de forma alargada y cilíndrica. Generalmente tiene diámetros de menor dimensión, que los tallos que originan, con entrenudos, más largos que anchos, simétricos, raramente sólidos, típicamente huecos pero interrumpidos en cada nudo por un diafragma. En cada uno de los nudos del rizoma existe, por lo general, una yema solitaria que permanece temporal o permanente dormida. La mayoría de las yemas se activan, germinan y produciendo tallos a intervalos y unas pocas yemas producen rizomas (Sagastume, 1986).

Lígula: pequeño apéndice membranoso o piloso formado por la epidermis interna de la vaina y que surge entre el limbo y el tallo (UNLP, 2010)***.***

Metaxilema: Consiste de dos grandes vasos separados por tejido de parénquima, entre los cuales hay un espacio intercelular. Los vasos del metaxilema están rodeados por células de parénquima lignificadas, sin embargo, el parénquima alrededor del espacio intercelular permanece siempre sin lignificar. Las células del parénquima que rodean el haz vascular generalmente son más pequeñas que las del tejido grueso o parenquimatoso y poseen más orificios en sus paredes (Londoño, *et al. S/F).*

Paquimorfos: son rizomas gruesos y cortos, con entrenudos asimétricos, más anchos que largos, solidos, con raíces en su parte inferior. Los rizomas tienen yemas solitarias en forma de cúpula o semi-esfera, que solo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos, pero la mayor parte permanecen inactivos o dormidos. Estos nuevos rizomas crecen horizontalmente a cortas distancias y luego su ápice se voltea hacia arriba formando un tallo. Este proceso continua de tal manera que los rizomas se desarrollan periféricamente formando una mata de tallos aglutinados por los que se les llama cespitoso (Sagastume, 1986).

Parénquima. Llamado tejido fundamental. Tejido compuesto de células vivas de morfología y fisiología variable pero generalmente con membranas de forma poliédrica. Este tejido fundamental de las actividades esenciales de la planta como son la fotosíntesis, respiración, almacenamiento, secreción y excreción.

Tilosis: En muchas especies de dicotiledóneas, cuando los vasos se vuelven inactivos, son invadidos por las células parenquimáticas axiales o radiales próximas a ellos. Se forman protuberancias que pasan al lumen de los vasos a través de las puntuaciones, por degradación enzimática de la pared primaria en la puntuación. Estos crecimientos reciben el nombre de tílides (Pérez, 2000).

2.4 Hipótesis

Ho: El porcentaje y el tamaño de los componentes estructurales de *Bambusa vulgaris* var. vittata, son influenciados por el estado de madurez y los niveles de altura del culmo.

Ha: El porcentaje y el tamaño de los componentes estructurales de *Bambusa vulgaris* var. vittata, no son influenciados por el estado de madurez y los niveles de altura del culmo.

2.5 Variables

2.5.1 Variable independiente

Estado de madurez (verde y maduro)
Niveles de altura del culmo (base, medio y ápice)
Secciones transversales (interno, centro y externo)

2.5.2 Variables dependientes

Parénquimas
Fibras
Vasos

CAPITULO III

3. Materiales y Método

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNIA, en la Región Ucayali, ubicado en la carretera San José Km 0.5, distrito de Yarinacocha y en el laboratorio de Anatomía de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), ubicada en la Carretera Federico Basadre Km 6, coordenadas UTM: 18L 546405.94, 9072289.02 y a 154 msnm. Ver anexo 2.

3.2. Material en estudio

Se utilizaron 10 culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata (5 verdes y 5 maduros)

3.3. Equipos, materiales, insumos y reactivos.

3.3.1. Equipos y maquinaria.

- Motosierra
- Brújula Suunto
- GPS Garmin, modelo MAP 60 CSX
- Arco de sierra
- Micrótomo de corte horizontal.
- Estufa digital con termostato hasta 300°C.
- Microscopio digital con software de medición
- Computadora
- Baño maría
- Cámara fotográfica

3.3.2. Materiales

- Cuchillas
- Navajas
- Vasos precipitados de 100, 50 y 25 ml.
- Bisturí y accesorios (hoja N° 24).
- Etiquetas autoadhesivas
- Placas petri
- Laminas porta objetos 7.5 x 2.5 cm
- Laminas cubre objetos de 18x18 mm y 22 x 22 mm
- Pincel pelo de marta
- Pinzas
- Envases de rollo de película
- Agujas hipodérmicas
- Tijeras

3.3.3. Material de campo

- Wincha de 30 metros
- Libreta de campo
- Lapicero, plumón y marcador
- Formularios
- Marcadores indelebles.
- Tijeras de podar de mano
- Tijeras telescópicas
- Bolsa de polietileno de 50 kg
- Periódico
- Prensa de madera
- Cuerda para prensa
- Cartón corrugado
- Cartulina dúplex
- Silicona
- Hilo y aguja de coser
- Etiqueta

3.3.4. Reactivos

- Bálsamo de Canadá
- Alcohol absoluto
- Alcohol de 30%
- Alcohol de 60%
- Alcohol de 90°+agua
- Agua destilada
- Safranina
- Glicerina

3.4. Tipo y nivel de investigación

Es de tipo descriptivo – correlacional y el nivel es explicativo – descriptivo.

3.5. Método de la investigación

3.5.1 Ubicación de la especie

Se realizó el recorrido por todo el campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), con la finalidad de ubicar las matas de *Bambusa vulgaris* var. vittata*;* identificando tres zonas de distribución fisiográficas: secano, húmedo y riberas de la laguna de Yarinacocha (Anexo 2).

3.5.2. Selección de matas

En cada área se seleccionó dos matas (secano y riberas de la laguna de Yarinacocha) a excepción del lugar húmedo donde se seleccionó solo una mata, haciendo un total de cinco matas; esto teniendo en consideración las recomendaciones de Aróstegui (1975), que establece un mínimo de cinco árboles por especie, en este caso cada mata representa un árbol; con el propósito de poder establecer las posibles variabilidades de los elementos leñosos por efecto de la calidad de sitio. Cada mata fue georeferenciada con la ayuda de un GPS (Anexo 5).

3.5.3. Selección de los culmos

Georeferenciadas las matas se cuantificó los culmos verdes y maduros, de cada uno de estos se seleccionó un culmo al azar obteniendo un total 10 (cinco verdes y cinco maduros) teniendo en consideración que estén con buen desarrollo fisiológico y sanitario; tomando como referencia a Londoño (2002), donde indica que para la selección de los culmos verde y maduro se hará a través de parámetros cualitativos como la visualización del color de la superficie del culmo y de la concentración de líquenes y hongos sobre la superficie de los entrenudos (Anexo 7).

3.5.4. Obtención del material botánico

De las cinco matas seleccionadas se recolectó cinco muestras del material botánico para su respectiva identificación dendrológica. Esta recolección consistió en obtener hojas, hojas caulinares, culmos de 57 cm de longitud con ramitas terminales de 12 cm de longitud y raíces.

Las cinco muestras botánicas fueron codificadas con el número de colección (N° de mata 1, 2, 3, 4 y 5 con fecha de colección), y luego fueron depositados en una bolsa polietileno; se procedió al prensado de las muestras, colocando una por una entre papel periódico y cartón corrugado, los que permiten obtener un buen secado de las muestras. Seguidamente se llevó a la estufa a una temperatura de 60°C por 72 horas monitoreadas para el secado respectivo.

Posteriormente se realizó el montaje de las muestras utilizando cartulinas dúplex de 42 x 28 cm (Anexo 6). Seguidamente las muestras fueron cocidas con hilo y pegados con cola. Al margen inferior derecho de la cartulina se colocó una etiqueta de 10 x 15 cm, donde indica la información que se registró en el campo.

Secadas, codificadas y embaladas las muestras botánicas se enviaron a la empresa Preser Bambú E.I.R.L, para su respectiva identificación dendrológica (Figura 2 y 3) y (Anexo 1).



Figura 2: Muestras botánicas (Hojas y culmos con ramitas terminales) de *Bambusa vulgaris* var.vittata.



Figura 3: Hojas caulinares y brotes de *Bambusa vulgaris* var. vittata.

3.5.5. Colección de los culmos

Seleccionados los culmos verdes y maduros con la ayuda de una brújula y un plumón indeleble se marcó la orientación del norte magnético a los 10 culmos, con la finalidad que todas las muestras para el estudio provengan de la misma orientación. Seguidamente se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) (Anexo 8), según las

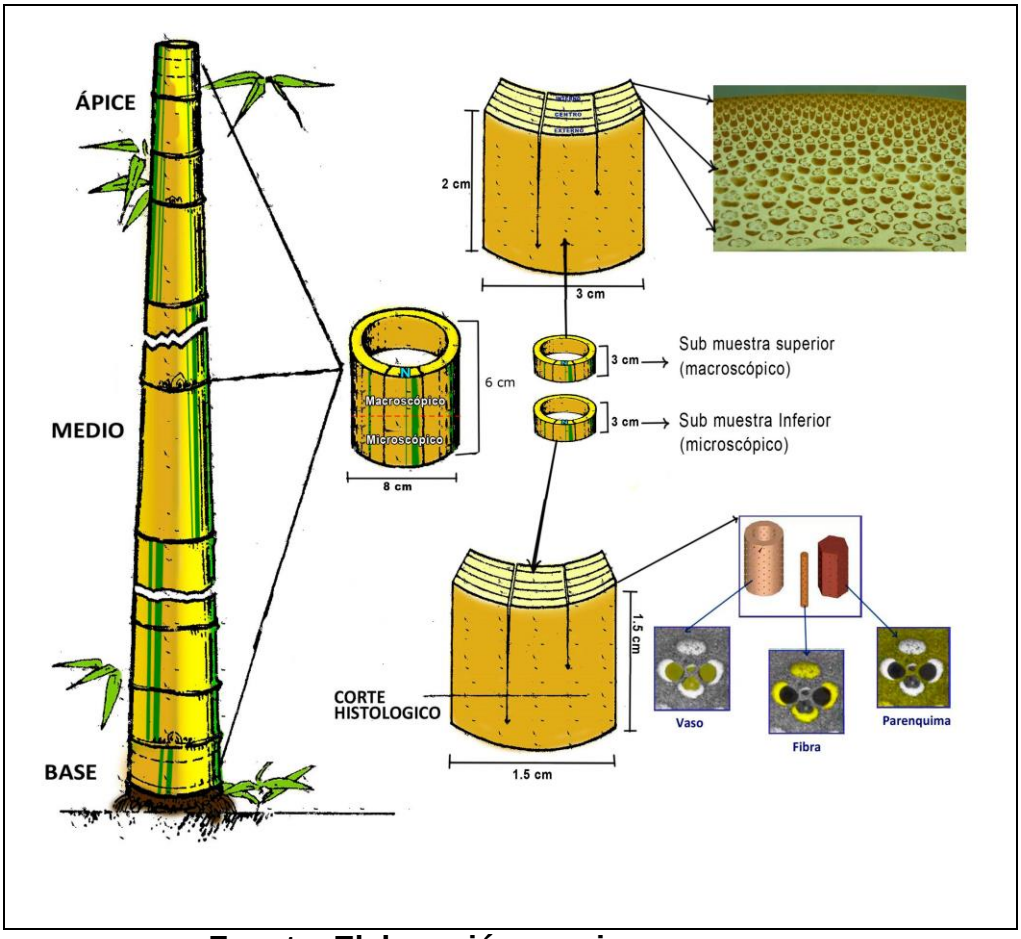
especificaciones de la norma NTP 251.008, citado por Solano (2013).

Los culmos debidamente marcados y orientados fueron derribados por debajo del primer nudo con la ayuda de una motosierra (Anexo 9). Una vez derribados los culmos, se desramaron teniendo cuidado en no dañar los nudos del culmo (Anexo 10). En cada culmo derribado se midió la longitud total, longitud de los internudos y la circunferencia en el centro de los internudos hasta un mínimo de 5 cm de diámetro en el ápice (Anexo 11), de este culmo se seccionó en tres partes (base, medio y ápice) (Anexo 12).

De cada sección: base, medio y ápice del culmo verde y maduro se obtuvieron tres rodajas de 6 cm de longitud, en total 30 rodajas (15 verdes y 15 maduras); de estas rodajas se obtuvieron dos sub muestras de 3 cm de longitud debidamente codificadas (superior e inferior) (Anexo 13).

Con la ayuda de un formón y martillo se realizaron dos cortes a la muestra, uno en sentido longitudinal y perpendicular a la dirección radial. Logrando obtener probetas debidamente codificados de 3 cm de ancho x 2 cm de longitud y por el espesor de la pared del culmo (Anexo 14).

En las sub muestras superiores se determinaron las características anatómicas a nivel macroscópico y en las sub muestras inferiores las características anatómicas a nivel microscópico (Figura 4).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Obtención de los niveles, cubos y cortes histológicos.

3.5.6. Preparación del material para el estudio macroscópico.

Para la caracterización de los poros, fibras y parénquima, se realizó en las sub rodajas superior de cada nivel, con probetas de 3 cm de ancho por 2 cm de longitud por el espesor de la pared del culmo, haciendo un total de 30 probetas (Figura 4). Estas probetas fueron previamente lijadas en la cara transversal superior, utilizando para ello lijas de granumelotría 100, 1500 y 2000, con la finalidad de observar con mayor facilidad los elementos leñosos.

Lijadas las muestras fueron observadas con un estereoscopio de cámara digital incorporada y su respectivo software, aumento de 1.25x (Anexo 15). Seguidamente se procedió a fotografiar las secciones transversales, observando la estructura anatómica y su respectiva cuantificación, medición de poros, fibras y parénquimas.

En la imagen fotográfica de la sección transversal de cada probeta, se sub dividió en tres secciones: interno, centro y externo para cuantificar la distribución de los elementos leñosos de manera objetiva. La sección interno es la que se encuentra cerca al orificio del culmo, el externo cerca a la corteza y el centro que se encuentra entre el interno y externo (Figura 5).

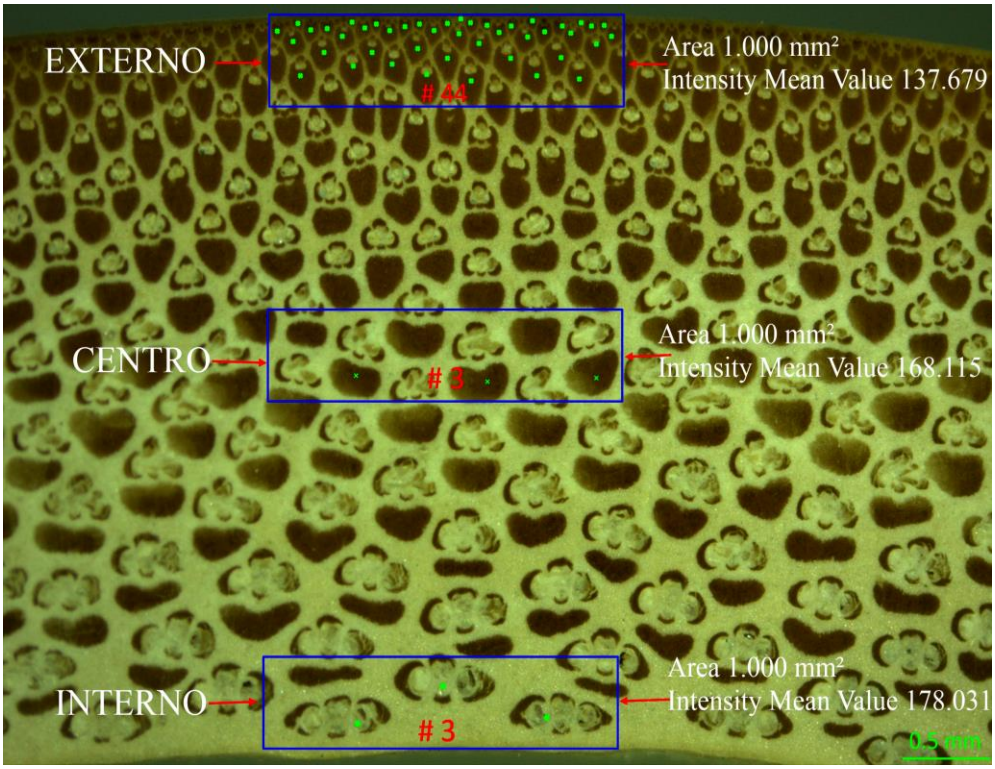


Figura 5: Medición de los elementos leñosos.

Debido a la heterogeneidad del tamaño, forma y distribución de los elementos leñosos que conforman el culmo verde y maduro desde la parte interna hasta la parte externa.

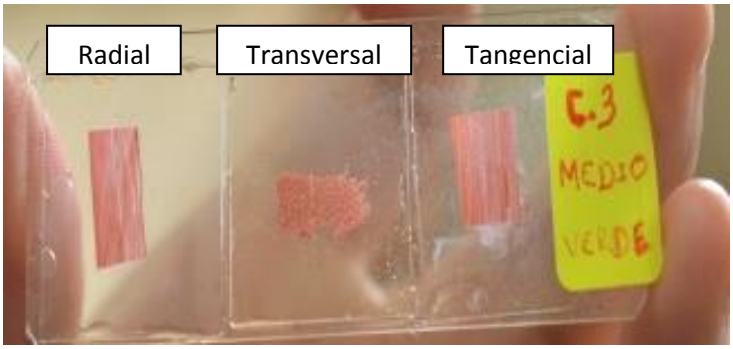
En cada sección se demarcó una superficie de 1mm^2 para cuantificar y determinar el porcentaje de cada uno de los elementos leñosos. Para la cuantificación se consideró los elementos leñosos enteros, mientras que para determinar el porcentaje se consideró todos los elementos leñosos dentro del mm^2 (Figura 5). Para cuantificar el área ocupado por los elementos leñosos se utilizó el método de pesadas, para lo cual las fotografías fueron impresas en papel A_4, seguidamente la imagen de la superficie fotografiada fue

recortada y pesada en una balanza analítica, el cual representa el 100 % de la superficie, luego se empezó a cortar cada uno de los elementos leñosos en forma separada (poros, fibras y parénquimas) para ser pesadas; y por regla de tres simple se determinó el porcentaje que ocupó cada elemento leñoso en un $1mm^2$ (Anexo 16).

3.5.7. Descripción de las características microscópica.

El estudio microscópico se realizó en las sub rodajas inferiores de cada nivel, donde se extrajeron cubos de 1.5 cm de longitud por 1.5 cm de ancho por el espesor de la pared del culmo; obteniendo tres cubos por culmo, haciendo un total de 30 cubos para el estudio anatómico (Figura 4).

De cada cubo se obtuvieron cuatro cortes histológicos de las tres secciones (radial, transversal y tangencial), haciendo un total de 12 cortes por cubos, 36 cortes por culmo y 360 cortes histológicos, de los que se obtuvieron 120 láminas porta objetos debidamente codificadas (Figura 6).



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Lámina histológica, mostrando los tres cortes

3.5.8. Preparación de las muestras histológicas

Para preparar los cortes histológicos, los cubos se sometieron a un proceso de ablandamiento en baño maría, durante 4 semanas a temperaturas de 80° a 90°C, respectivamente (Anexo 17). Para realizar los cortes histológicos se utilizó el micrótomo para obtener

láminas sin desgarramiento y 3 litros de glicerina absoluto con la finalidad de que las láminas no se enrollen (Anexo 18).

Las láminas orientadas en sentido radial, transversal y tangencial, se deshidrataron escalonadamente utilizando alcohol de 30, 60, 70 y 100% de concentración por un tiempo de 10 minutos cada uno (Anexo 19), una vez deshidratadas se tiñeron con safranina al 1% durante 10 minutos en una placa Petri (Anexo 20), en seguida se procedió a lavarlas con alcohol de 70 y 100% de concentración; estas laminillas fueron escuadradas y montadas utilizando un bisturí sobre un portaobjeto de 7.5 x 2.5 cm, colocando en el lado izquierdo el corte radial, al centro la transversal y tangencial al lado derecho, utilizando bálsamo de Canadá como elemento cementante; cubriéndose con cubre objetos de 18 x 18mm. Cada lámina fue codificada con una etiqueta al lado derecho de las tres secciones, con el número correspondiente al número del bambú y nivel respectivo (Anexo 21). Luego fueron secadas en una estufa a 40 ºC por una semana (Anexo 22), limpiándose los excesos de bálsamo de canada con la ayuda de un bisturí y quedó listo para las respectivas evaluaciones de los elementos estructurales a nivel microscópico como tipo de parénquimas y vasos/poros con la ayuda de un microscopio con software incorporado (Anexo 23) y (Figura 7, 8 y 9).

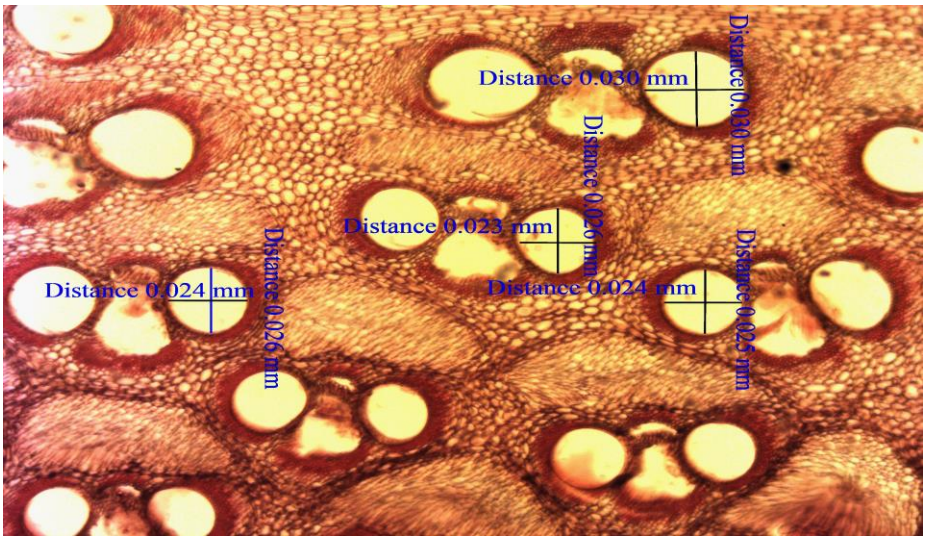


Figura 7: Medición del diámetro de los vasos/poros en sentido transversal.

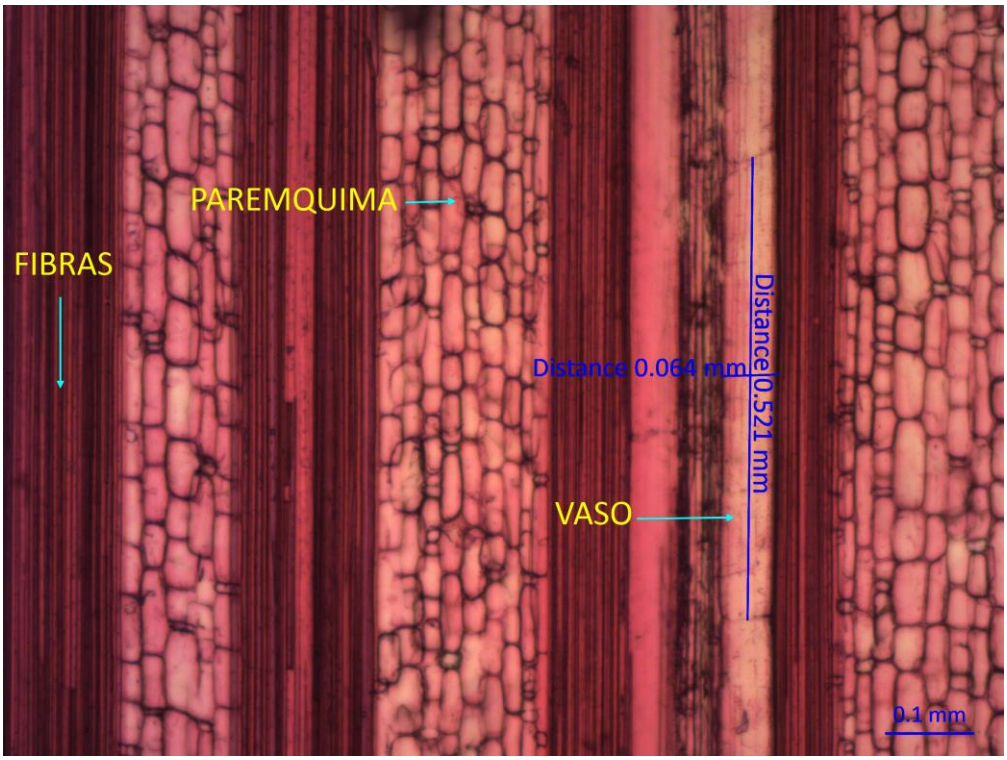


Figura 8: Medición del diámetro y longitud de los vasos en sentido longitudinal.

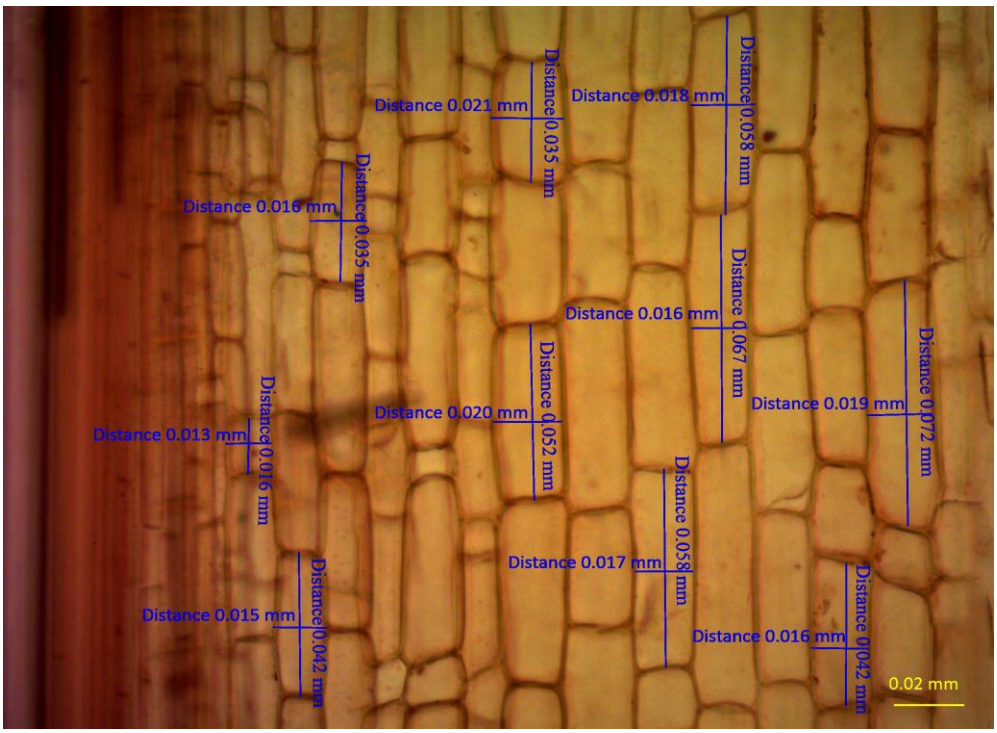


Figura 9: Medición del diámetro y longitud de los parénquimas**.**

3.6. Diseño de la investigación

3.6.1 Nivel Macroscópico

a) Diseño Descriptivo - Correlacional

El diseño a emplear fue de Bloque Completamente al Azar, con arreglo factorial de 2 x 3 x 3 con 5 repeticiones por cada estado de madurez.

Niveles del culmo	Secciones transversales	Estado de madurez	
		Verde	Maduro
Base	Interno	T1	T2
	Centro	T3	T4
	Externo	T5	T6
Medio	Interno	T7	T8
	Centro	T9	T10
	Externo	T11	T12
Ápice	Interno	T13	T14
	Centro	T15	T16
	Externo	T17	T18
5 REPETICIONES POR NIVEL (Matas)			

b) Modelo Estadístico

$Y = \mu + ai + bj + ck(abc)ij + Bk + Eijk$

a = Estado fenológico con i-ésimo nivel.

i = 2 niveles (verde y maduro)

b = Niveles del culmo con j - ésimo nivel

c = Sub niveles

j = 3 niveles (base, medio y alto)

μ = Media general.

(abc)ij = Interacción entre el estado fenológico y los niveles del culmo con i – ésimo y j –ésimo nivel respectivo.

Bk= bloque o repetitcion

E = Error experimental

3.6.2 Nivel Microscópico

a) Diseño Descriptivo - Correlacional

El diseño a emplear fue de Bloque Completamente al Azar, con arreglo factorial de 2 x 3 con 5 repeticiones por cada estado de madurez.

Niveles del culmo	Estado de madurez	
	Verde	**Maduro**
Base	T1	T2
Medio	T3	T4
Ápice	T5	T6
5 REPETICIONES POR NIVEL (Matas)		

b) Modelo Estadístico

Y= μ + ai + bj (ab)ij+Bk+ Eijk

a = Estado fenológico con i-ésimo nivel.

i = 2 niveles (verde y maduro)

b = Niveles del culmo con j - ésimo nivel-

j = 3 niveles (base, medio y alto)

μ = Media general.

(ab)ij = Interacción entre el estado fenológico y los niveles del culmo con i – ésimo y j –ésimo nivel respectivo.

Bk= bloque o repetitcion

E = Error experimental.

3.7. Población y muestra

3.7.1. Población

Del total de matas existentes en el campus universitario de la UNIA, se ubicaron cinco matas al azar de *Bambusa vulgaris* var. vittata. De cada mata se seleccionaron al azar dos culmos verde y maduro.

Según Aróstegui (1975), para obtener resultados con una seguridad estadística de 95% y un intervalo de confianza de ± 15% recomienda seleccionar cinco individuos. Para el presente estudio se consideró esta recomendación, porque el bambú es un material perenne y lignocelulósico.

3.7.2. Muestra

El tamaño de la muestra fue de 10 culmos por mata, un verde y otro maduro.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.8.1. Técnicas de recolección de datos

Los datos se obtuvieron mediante observación directa que emitieron los equipos de medición, análisis documental para la recopilación de datos de las fuentes secundarias como libros, informes y otros documentos indispensables como fuente de datos de la investigación presente.

3.8.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se emplearon formatos impresos tanto para recolección de datos macroscópicos como microscópicos (Anexos 3 y 4).

.

CAPITULO IV

4. Resultados y discusión

4.1. Porcentaje de espacios ocupados por los elementos leñosos considerando: estados de madurez, niveles de altura y secciones transversales del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala macroscópica.

Cuadro 1: Porcentaje promedio de los espacios ocupados por las elementos leñosos (poros, fibras y parénquimas), en las cinco matas y en dos estados de madurez (verde y maduro) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinadas en 1mm^2.

Estado de Madurez						
N° Matas	**Poros (%)**		**Fibras (%)**		**Parénquimas (%)**	
	Verde	**Maduro**	**Verde**	**Maduro**	**Verde**	**Maduro**
Mata 1	9.037	8.421	34.402	20.444	56.562	71.133
Prom. VM	**8.73**		**27.42**		**63.85**	
Mata 2	11.162	9.107	32.184	25.867	56.652	65.029
Prom. VM	**10.13**		**29.03**		**60.84**	
Mata 3	10.599	16.503	31.593	33.919	57.803	49.577
Prom. VM	**13.55**		**32.76**		**53.69**	
Mata 4	10.632	13.188	28.272	30.769	61.094	56.042
Prom. VM	**11.91**		**29.52**		**58.57**	
Mata 5	11.131	12.509	35.363	33.679	53.508	53.813
Prom. VM	**11.82**		**34.52**		**53.66**	
Prom. General (%)	**10.5**	**11.9**	**32.4**	**28.9**	**57.1**	**59.1**

En el cuadro 1, se observan los porcentajes promedios de los elementos leñosos (Poros, Fibras y Parénquimas) en las matas, considerando los dos estados de madurez (verde y maduro). Los **Poros** en la mata 3 alcanzaron el mayor porcentaje (13.55%); en **Fibras**, la que alcanzó el mayor porcentaje fue la mata 5 (34.52%); y en **Parénquimas** la mata 1 obtuvo el mayor porcentaje (63.85% respectivamente). Estas diferencias de porcentajes que se observan en las matas, posiblemente se puede atribuir a los factores edafoclimáticos de cada mata, ya que para la selección de las matas se tomaron tres lugares representativos del campus universitario de la UNIA: secano (matas 1 y 2), húmedo (mata 3) y riberas de la Laguna de Yarinacocha (matas 4 y 5).

Cuadro 2: Porcentaje promedio de los espacios ocupados por los elementos leñosos (poros, fibras y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro), tres niveles de altura (base, medio y ápice) y tres secciones transversales (interno, centro y externo) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinadas en 1mm^2.

Secciones del Culmo		Estado de Madurez					
		Poros (%)		Fibras (%)		Parénquimas (%)	
Niveles	Secciones transversales	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
Base	Interno	11.0	10.0	19.0	17.0	71.0	73.0
	Centro	10.0	8.0	27.0	33.0	63.0	60.0
	Externo	5.0	4.0	36.0	44.0	59.0	52.0
	Promedio ST	**8.7**	**7.3**	**27.3**	**31.3**	**64.3**	**61.7**
	Prom. VM	**8.0**		**29.3**		**63.0**	
Medio	Interno	16.0	18.0	17.0	18.0	67.0	64.0
	Centro	14.0	11.0	29.0	36.0	57.0	53.0
	Externo	6.0	6.0	46.0	43.0	47.0	51.0
	Promedio ST	**12.0**	**11.7**	**30.7**	**32.3**	**57.0**	**56.0**
	Prom. VM	**11.8**		**31.5**		**56.5**	
Ápice	Interno	22.0	19.0	16.0	19.0	62.0	62.0
	Centro	16.0	12.0	26.0	35.0	58.0	53.0
	Externo	8.0	7.0	44.0	47.0	48.0	46.0
	Promedio ST	**15.3**	**12.7**	**28.7**	**33.7**	**56.0**	**53.7**
	Prom. VM	**14.0**		**31.2**		**54.8**	
	Prom. Niveles	**12.0**	**10.6**	**28.9**	**32.4**	**59.1**	**57.1**
Promedio General (%)		**11.3**		**30.7**		**58.1**	

Prom. ST = Promedio Sección Transversal, Prom. VM = Promedio Verde y Maduro.

En el cuadro 2 y figura 10, se observan que los **poros** en promedio, considerando el estado de madurez, niveles de altura y secciones transversales alcanzaron un 11.3%; las **fibras** bajo estos mismos considerandos presentaron un 30.7% y con respecto al **parénquima** alcanzó un 58%.

Estos porcentajes de elementos leñosos encontrados difieren a los obtenidos por Zaragoza *et al* (2014) y Londoño (2002) para *Guadua aculeata* Rup y *Guadua. angustifolia* que encontraron un 9% de poros; con respecto a las fibras, Zaragoza *et al* (2014) reporta para *Guadua aculeata* Rup, 41%; Liese (1998) y Londoño et al. (2002) encontró en *Guadua angustifolia* 40%, los que consideran como valor general para los bambúes. Zaragoza *et al* (2014) encontró un 52% de parénquima para *Guadua aculeata* Rup., y 51%, en *Guadua. angustifolia* obtenido por Liese (1998) y Londoño *et al.* (2002).

Estas diferencias de proporciones de los elementos leñosos (poro, fibra y parénquima) se pueden atribuir a que son bambúes de diferentes géneros y especies. Según Estrada (2010), indica que la cantidad de células de los elementos leñosos varían respecto a la altura y al radio de la planta, asimismo a las variadas formas y tamaños, los cuales cambian según su localización dentro de la planta y la especie.

En el culmo verde, el porcentaje promedio de **poros**, considerando los niveles se encontró un incremento desde la base hacia el ápice (8.7, 12.0 y 15.3% respectivamente), tendencia similar presenta en el culmo maduro (7.3, 11.7 y 12.7). En la sección transversal (interno, centro y externo) el espacio ocupado por los poros decrece desde la sección interno hacia el externo, siendo en la base 11, 10 y 5%, en el nivel medio 16, 14 y 6% y en el ápice 22, 16 y 8%. Esta misma tendencia se presenta en la condición de culmo maduro, así en la base presenta 11, 8 y 4%, nivel medio 18, 11 y 6% y en el nivel ápice 19, 12 y 7% respectivamente.

En el culmo verde, el porcentaje promedio de **fibras**, al considerar los niveles se encontró un incremento no muy marcado desde la base hacia

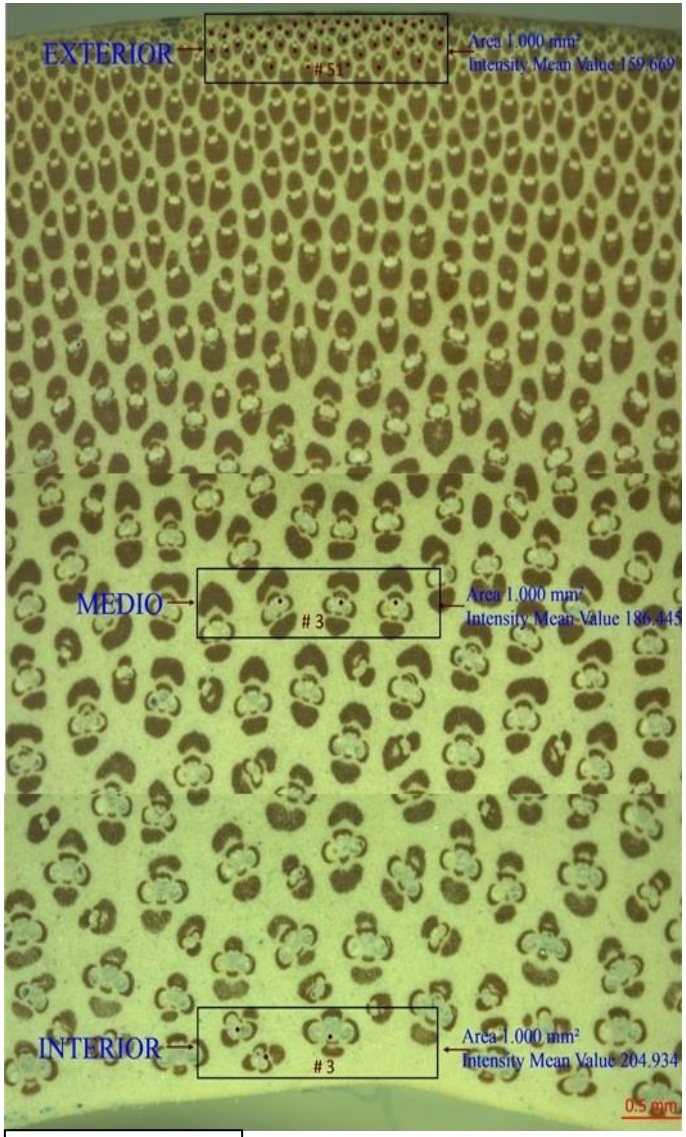
el ápice (27.3, 30.7 y 28.7%), sin embargo, en el culmo maduro la tendencia es ascendente desde la base hacia el ápice (31.3, 32.3 y 33.7%). En la sección transversal (interno, centro y externo) del culmo verde el espacio ocupado por las fibras es ascendente de la sección interno hacia el externo, en los tres niveles: base (19, 27 y 36%), medio (17, 29 y 46%) y en el ápice (16, 26 y 44%), tendencia similar en el culmo maduro: base (17, 33 y 44%), medio (18, 36 y 43%) y ápice (19, 35 y 47% respectivamente).

Con respecto a los espacios ocupados por los **parénquimas** en estado verde, al considerar los niveles, se encontró que este decrece de la base al ápice (64.3, 57.0 y 56.0), en el estado maduro (61.7, 56.0 y 53.7%). En la sección transversal (interno, centro y externo) el espacio ocupado por los parénquimas del culmo verde decrece desde la sección interno hacia el externo, en los tres niveles: base (71, 63 y 59%), medio (67, 57 y 47%) y en el ápice (62, 58 y 48%), tendencia similar en el culmo maduro: base (73, 60 y 52%), medio (64, 53 y 51%) y ápice (62, 53 y 46% respectivamente).

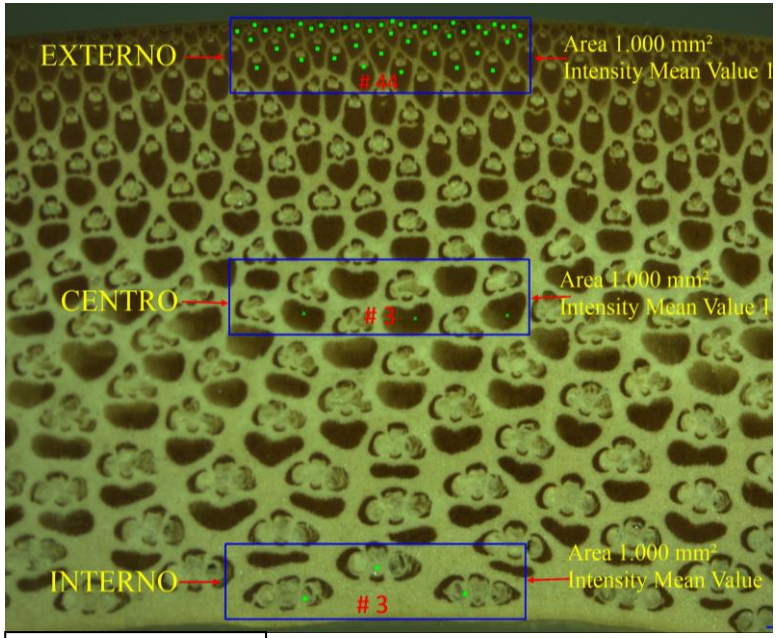
En los estudios revisados se encontró información genérica y no especifica como la que se está presentando. Así Liese (1985 y 1998), señala que la estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido de fibras y parénquima. En la parte externo del culmo los haces vasculares son más pequeños y más numerosos, mientras que en la parte interna son más grandes y escasos. Los vasos son pequeños en la periferia de la pared del culmo e incrementan de tamaño hacia la parte central e interna. Comparando con las especies maderables, el número de tejido conductivo en los bambúes es muy bajo, 5-10%, mientras que en las maderas blandas es de 70% y en las duras de 30%. Asimismo, Zaragoza, *et al.* (2014), no hace mención sobre los niveles y secciones transversales de la pared del culmo, pero manifiesta que dentro de la pared del culmo el tamaño de haces vasculares decrece de la base hacia la punta mientras

su densidad se incrementa al mismo tiempo. Los elementos conductores de agua funcionan o trabajan toda la vida sin remplazar sus tejidos como en el caso de las maderas con el tejido del cambium. En los culmos más viejos los vasos y los tubos cribosos pueden parcialmente llegar a impermeabilizarse debido a la deposición de una sustancia como la goma, perdiendo así la conductividad, lo que causa la muerte del culmo viejo.

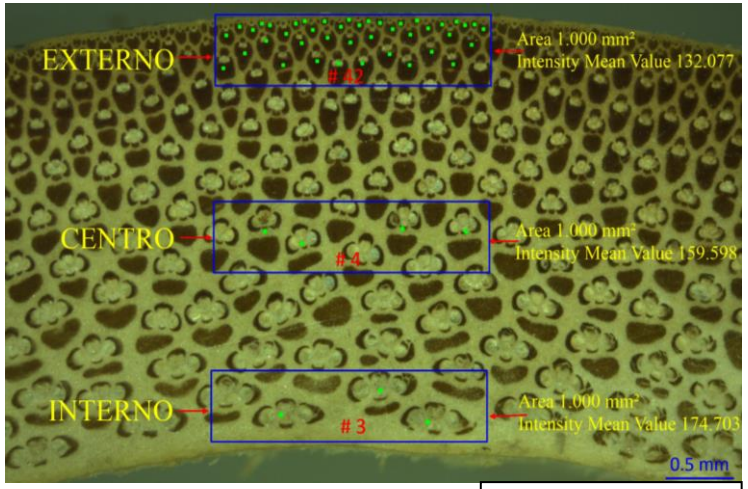
Liese (1985) y Londoño et al (2002), señalan que en el sentido vertical del culmo la cantidad de fibra incrementa de la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece. Estrada (2010), indica que la densidad de fibras cerca a la pared externa es mayor que la de la pared interna, donde se encuentran más separadas. Asimismo, Liese (1985), considera que en la periferia del culmo los haces vasculares son más pequeños y más numerosos, mientras que hacia la parte interna son más grandes y más escasos. Dentro de la pared del culmo el tamaño de haces vasculares decrece de la base hacia la punta mientras su densidad se incrementa al mismo tiempo.



NIVEL BASE



NIVEL MEDIO



NIVEL BASE

.

Figura 10: Composición macroscópica en los tres niveles de altura (base, medio y ápice) y en las tres secciones transversales (interno, centro y externo) de la pared del culmo.

4.1.1. Análisis de varianza del espacio ocupado para los elementos leñosos en estado verde y maduro; en los tres niveles; y secciones transversales.

a) Poros.

Los espacios ocupados por los poros fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA), para determinar si existe diferencias estadísticas entre las variables evaluadas, esto se puede observar en el cuadro 3, donde se aprecia que, entre las **matas**, **niveles y secciones transversales**, existe una alta diferencia estadística ($p \leq 0.01$), mientras que para el estado de madurez (verde y maduro) existe diferencia significativa.

Cuadro 3: Análisis de varianza de los porcentajes de los poros.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	245.769	4	61.442	5.679	.000
Estado de Madurez	46.225	1	46.225	4.272	.042
Niveles	540.592	2	270.296	24.981	.000
Secciones Transversales	1492.710	2	746.355	68.980	.000
Error	865.592	80	10.820		
Total	14538.803	90			

4.1.1.1. Prueba de Tukey de los poros en matas, estado de madurez, niveles y secciones transversales.

Visto la alta significancia entre las **matas**, se aplicó el test de rango múltiple de Tukey con $\alpha = 0,05$, el cual permitió determinar las diferencias existentes entre los datos promedios. Así se observa (Cuadro 4) que entre las matas 3, 4 y 5 no hay diferencia significativa, asimismo no hay diferencia entre las matas 4, 5 y 2, del mismo modo entre las matas 2 y 1 tampoco hay diferencia. Sin embargo, se presenta una alta diferencia significativa entre la mata 3, y 1, siendo la mata 3 la que presento mayor valor porcentual de

poros (13.55%). Este resultado encontrado de la mata 3 se puede atribuir debido a que ésta mata se encuentran en una zona donde hay mayor disponibilidad de agua; a difrencia de la mata 1 y 2 se que encuentran en zonas secanas.

Cuadro 4: Prueba de Tukey para las matas.

MATAS	MEDIA	SIGNIFICANCIA		
Mata3	13.55	a		
Mata4	11.91	a	b	
Mata5	11.82	a	b	
Mata2	10.13		b	c
Mata1	8.73			c

En relacion a los **niveles,** al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = *0,05*, se aprecia (Cuadro 5) que no hay diferencias significativas entre los niveles apice y medio, pero entre el nivel apice y base se presenta una alta diferencia estadistica significativa. Probablemente estas difrencias encontradas se puede atribuir a que en el nivel ápice y medio los poros son mas diminutos y en mayor cantidad, en comparacion al nivel base. Asimismo el espesor de la pared del culmo en el nivel ápice y medio es menor en comparacion a la base.(Ver figura 10).

Cuadro 5: Prueba de Tukey para los niveles

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Ápice	13.83	a	
Medio	11.91	a	
Base	7.95		b

Entre las **secciones transversales**, al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = *0,05*, se observa en el Cuadro 6, una alta diferencia significativa entre el interno, centro y externo. Esta diferencia se debe probablemnte a que en la parte externa del culmo, los poros son mas

pequeños y numerosos, mientras que hacia la parte interno son mas grandes y escasos.

Cuadro 6: Prueba de Tukey para las secciones transversales.

SECCIONES TRANSVERSALES	MEDIA	SIGNIFICANCIA		
Interno	15.85	a		
Centro	11.89		b	
Externo	5.94			c

b) Fibras.

A los resultados de las fibras se aplicó el análisis de varianza (ANVA), para determinar si existe diferencias estadísticas entre las variables evaluadas, como se puede observar en el cuadro 7, entre las **matas**, hay diferencia significativa; entre el **estado de madurez y los niveles**, no existe diferencia estadística; sin embargo, para las **secciones transversales** presentan una alta diferencia significativa ($p \leq 0.01$).

Cuadro 7: Análisis de varianza del porcentaje de las fibras

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	607.447	4	151.862	2.879	.028
Estado de Madurez	264.333	1	264.333	5.011	.028
Niveles	99.766	2	49.883	.946	.393
Secciones Transversales	9948.221	2	4974.110	94.295	.000
Error	4220.021	80	52.750{2		
Total	99684.134	90			

4.1.1.2. Prueba de Tukey de las fibras en matas, estado de madurez y secciones transversales.

Al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con $\alpha = 0,05$, se observa en el cuadro 8, que entre las medias de las **matas** 5, 3, 4 y 2, no

existe diferencia significativa, tampoco entre las matas 3, 4, 2 y 1, sin embargo existe una diferencia significativa entre la mata 5 y 1 (34,52% y 27,42% respectivamente), esta difrencia podria atribuirse a que la mata 5 se encuentra expuesta a vientos fuertes y para soportar este factor viento, la planta forma mayor porcentaje de fibras.

Cuadro 8: Prueba de Tukey para las matas

MATAS	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Mata5	34.52	a	
Mata3	32.76	a	b
Mata4	29.52	a	b
Mata2	29.03	a	b
Mata1	27.42		b

Al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05 entre las medias de las secciones transversales (Cuadro 9), existe una alta diferencia estadistica significativa (α = *0,05*), siendo el externo el que alcanzó el mayor valor de significancia (43,39%) y el menor el interno (17,64%), estas difrencias es atribuido a que en la parte externo de la pared del culmo, existe mayor porcentaje de fibras, mientras que en la aprte interna existe mayor porcentaje de parénquima.

Cuadro 9: Prueba de Tukey para las secciones transversales.

SECCIONES TRANSVERSALES	MEDIA	SIGNIFICANCIA		
Externo	43.39	a		
Centro	30.92		b	
Interno	17.64			c

c) Parénquima.

Los resultados obtenidos de los espacios ocupados por el parénquima fueron examinados con el análisis de varianza (ANVA), para determinar si existe diferencia significativa entre las variables

evaluadas como se puede observar en el cuadro 10. Entre las **matas** y **niveles** existe una diferencia significativa, para el estado de madurez no existe diferencia significativa y entre las secciones transversales presentan alta diferencia significativa (p≤0.01).

Cuadro 10: Análisis de varianza del porcentaje de parénquimas.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	1438.585	4	359.646	5.589	.001
Estado de Madurez	89.541	1	89.541	1.391	.242
Niveles	1048.578	2	524.289	8.147	.001
Secciones Transversales	3802.337	2	1901.168	29.543	.000
Error	5148.233	80	64.353		
Total	315556.481	90			

4.1.1.3. Prueba de Tukey para el parénquima en matas, estado de madurez; niveles y secciones transversales.

Comprobada la significancia entre los promedios, se aplicó el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05 (Cuadro 11): entre las matas 1, 2 y 4 no existe diferencia significativa, entre las matas 2, 4, 3 y 5 tampoco existe diferencia significativa, sin embargo, ente la mata 1 y 5 presenta diferencia signifativa, siendo la mata 1 el que alcanzó mayor valor porcentual (63.85%). La mata 1 y 2 se encuentran en zona secano, y para poder sobrevivir posiblemente forman mayor porcentaje de parénquima.

Cuadro 11: Prueba de Tukey para las matas.

MATAS	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Mata1	63.85	a	
Mata2	60.84	a	b
Mata4	58.57	a	b
Mata3	53.69		b
Mata5	53.66		b

Al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05 (Cuadro 12) a los niveles, la base con respecto a la parte medio y apice es significativo con un valor de (62,87%), mientras que entre la parte medio y apice no existe diferencia significativa. En la base se encuentra mayor porcentaje de parénquima, decreciendo hacia la parte medio y ápice.

Cuadro 12: Prueba de Tukey para los niveles.

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Base	62.87	a	
Medio	56.49		b
Ápice	55.01		b

Al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05 (Cuadro 13) a las secciones transversales, se encontró alta diferencia significativa ente la parte interna, centro y externo, siendo el interno el que alcanzó mayor valor porcentual (66.51%). Estas diferencias es atribuido a que el aprénquima varia en la forma, tamaño, organización y número, en la parte interno del culmo los parénquimas son mas grandes, mientras que hacia la parte externa son más pequeños.

Cuadro 13: Prueba de Tukey para las secciones transversales

SECCIONES TRANSVERSALES	MEDIA	SIGNIFICANCIA		
Interno	66.51	a		
Centro	57.19		b	
Externo	50.67			c

4.2. Tamaño de los elementos leñosos considerando: estados de madurez y niveles de altura del culmo de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala microscópica.

Cuadro 14: Tamaños promedio de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas), en las cinco matas y en dos estados de madurez (verde y maduro) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var vittata

Nº Matas	Estado de Madurez							
	Vasos/poros				Parénquima			
	Diámetro (mm)		Longitud (mm)		Diámetro (mm)		Longitud (mm)	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
Mata 1	0.0426	0.0334	0.5011	0.6078	0.0156	0.0199	0.0367	0.0358
Promedio	**0.0380**		**0.5544**		**0.0178**		**0.0362**	
Mata 2	0.0355	0.0355	0.5984	0.5399	0.0183	0.0149	0.0256	0.0206
Promedio	**0.0355**		**0.5692**		**0.0166**		**0.0231**	
Mata 3	0.0326	0.0352	0.6381	0.4362	0.0160	0.0196	0.0391	0.0350
Promedio	**0.0339**		**0.5371**		**0.0178**		**0.0371**	
Mata 4	0.0286	0.0338	0.6272	0.4619	0.0147	0.0149	0.0309	0.0265
Promedio	**0.0312**		**0.5445**		**0.0148**		**0.0287**	
Mata 5	0.0314	0.0315	0.4716	0.6570	0.0103	0.0151	0.0216	0.0384
Promedio	**0.0315**		**0.5643**		**0.0127**		**0.0300**	

En el cuadro 14, se observan que los valores promedios en los diámetros de los Vasos/poros, la mata 1 alcanzó el mayor valor (0.0380 mm) y en la longitud la mata 2 obtuvo el mayor valor (0.5692 mm); y con respecto a las Parénquimas, en el diámetro las matas 1 y 3 alcanzó los mayores valores (0.0178 mm) y en cuanto a la longitud la mata 3 alcanzó el mayor valor (0.0371 mm respectivamente).

Cuadro 15: Tamaños promedio de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas), en dos estados de madurez (verde y maduro) y tres niveles de altura (base, medio y ápice) de los culmos de *Bambusa vulgaris* var. vittata.

Niveles	Estado de Madurez											
	Vasos/poros						Parénquimas					
	Longitud (mm)			Diámetro (mm)			Longitud (mm)			Diámetro (mm)		
	Verde	Maduro	Promedio	Verde	Maduro	Promedio	Verde	Maduro	Promedio	Verde	Maduro	Promedio
Base	0.5111	0.5266	**0.5189**	0.0308	0.0326	**0.0317**	0.0351	0.0385	**0.0368**	0.0178	0.0175	**0.0177**
Medio	0.6577	0.5281	**0.5929**	0.0405	0.0331	**0.0368**	0.0345	0.0302	**0.0323**	0.0162	0.0152	**0.0157**
Ápice	0.5330	0.5670	**0.5500**	0.0311	0.0360	**0.0336**	0.0227	0.025	**0.0238**	0.0109	0.0179	**0.0144**
Prom.	**0.5673**	**0.5406**		**0.0341**	**0.0339**		**0.0308**	**0.0312**		**0.0150**	**0.0169**	
Prom.Gral.	**0.5539**			**0.0340**			**0.0310**			**0.0159**		

En el Cuadro 15, se observan las longitudes y diámetros de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas). Con respecto a la longitud, el valor promedio de los vasos/poros en condición verde es de 0. 5673mm y en maduro es de 0.5406mm, en cuanto al diámetro en condición verde presenta 0.0341mm y en condición madura 0.0339; en lo referente al parénquima en el estado verde es de 0.0308mm y en estado maduro de 0.0312mm, en lo que respecta al diámetro en estado verde es de 0.0150mm y en estado maduro de 0.0169mm respectivamente (Figuras 11, 12 y 13).

4.2.1. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro y longitud de vasos y parénquimas.

a) Diámetro de Vasos/Poros

Los promedios de los diámetros de los vasos/poros fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA), para determinar si existe diferencia significativa entre las variables evaluadas como se puede observar en el cuadro 16, entre las **matas** y el **estado de madurez** no hay diferencia estadística, mientras que para los niveles si presenta diferencia significativa.

Cuadro 16: Análisis de varianza de los diámetros de los vasos/poros, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	.002	4	.000	2.334	.056
Estado de Madurez	.000	1	.000	.022	.883
Niveles	.001	2	.001	3.160	.044
Error	.061	292	.000		
Total	.412	300			

4.2.1.1. Prueba de Tukey del diámetro de los vasos/poros

Al realizar el test de rango múltiple de Tukey con $\alpha = 0,05$, para los **niveles**, se observa que entre el nivel medio y apice no existe diferencia estadistica significativa, sin embargo, existe diferencia significativa entre el nivel medio y base donde el nivel medio alcanzo el mayor valor (0,0368 mm), (Cuadro 17). Este mayor valor del diametro del nivel medio se puede atribuir a que los internudos son más anchos y largos, jugando un papel importante para la resistencia y flexion del culmo.

Cuadro 17: Prueba de Tukey para los niveles.

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Medio	0.0368	a
Ápice	0.0336	a
Base	0.0317	b

b) Longitud de vasos/poros

A los promedios de las longitudes de los vasos se sometieron al análisis de varianza (ANVA), para ver si existe diferencias significativas entre las variables evaluadas (Cuadro 18), donde se aprecia que entre las **matas** y **estado de madurez** no existe una diferencia significativa, pero entre los niveles si existe diferencia significativa.

Cuadro 18: Análisis de varianza de la longitud de los vasos/poros, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	.043	4	.011	.518	.723
Estado de Madurez	.053	1	.053	2.597	.108
Niveles	.276	2	.138	6.711	.001
Error	6.012	292	.021		
Total	98.431	300			

4.2.1.2. Prueba de Tukey de la longitud de los vasos/poros

Al realizar el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05, (Cuadro 19), entre los niveles medio y el ápice no existen difrencia significativa, asimismo ente el nivel apice y base tampoco presenta diferencia significativa, sin embargo, entre el nivel medio y la base hay diferencia significativa con valores de (0,593 mm y 0,513 mm).

Cuadro 19: Prueba de Tukey para los niveles.

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Medio	0.5929	a	
Ápice	0.5500	a	b
Base	0.5189		b

BASE MEDIO ÁPICE

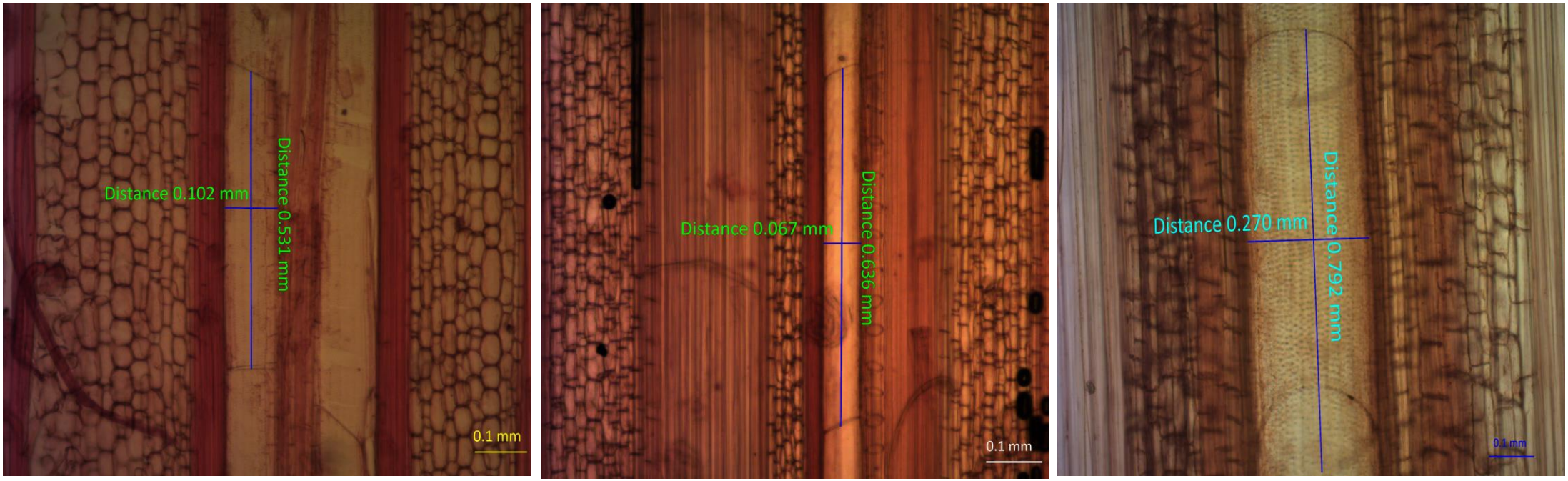


Figura 11: Comparación microscópica de los vasos a nivel longitudinal (base, medio y ápice).

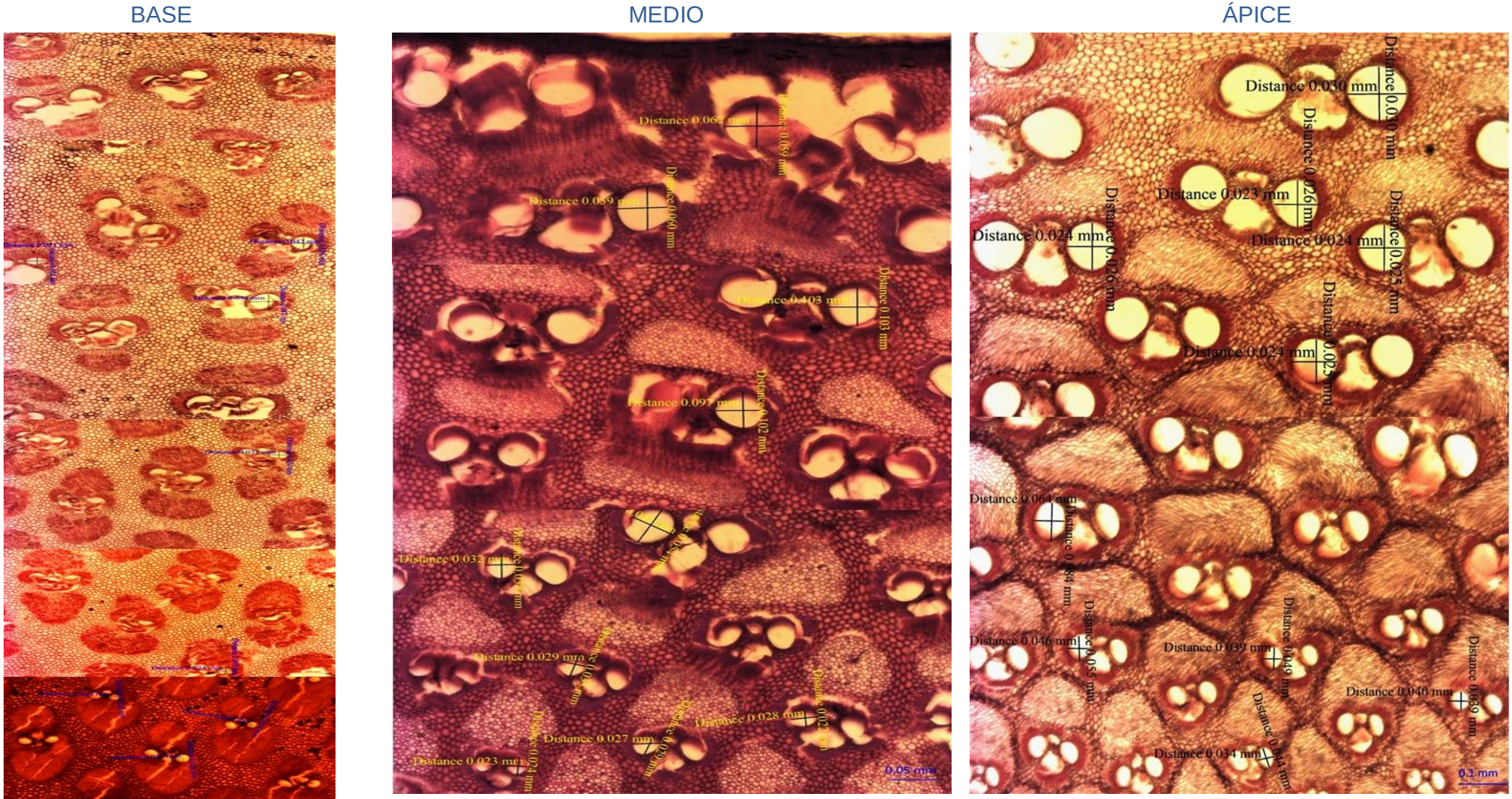


Figura 12: Comparación microscópica de los vasos/poros a nivel transversal (base, medio y ápice).

c) Diámetro del Parénquima

Al promedio del diámetro de las células parenquimáticas, se aplicó el análisis de varianza (ANVA), cuyos resultados se pueden observar en el cuadro 20, entre las matas y niveles obtuvieron diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), mientras que para el estado de madurez fue significativa.

Cuadro 20: Análisis de varianza de los diámetros de las células parenquimáticas, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	.001	4	.000	10.842	.000
Estado de Madurez	.000	1	.000	10.442	.001
Niveles	.001	2	.000	10.090	.000
Error	.008	292	.000		
Total	.086	300			

.

4.2.1.3. Prueba de Tukey del diámetro de las células parenquimáticas.

Visto la alta diferencia significativas de las medias de las células parenquimáticas y al aplicar el test de rango múltiple de Tukeyc con $\alpha = 0,05$ (Cuadro 21), se encontró que entre las matas 3, 1 y 2 no existe diferencia significativa, asimismo entre las matas 2 y 4 tampoco hay diferencia significativa, pero la mata 5 es diferente a todas las demás, la mata3 presentó mayor valor (0,0178mm); lo cual podria explicarse a que ésta mata 3 se encuentra en una zona donde hay mayor disponibilidad de agua; a difrencia de la mata 5 que se encuentra en una zona con pendiente de la ribera de la laguna de Yarinacocha. Entre el diámetro y la longitud existe una relación proporcial a mayor diámetro mayor longitud del parénquima.

Cuadro 21: Prueba de Tukey para las matas.

MATAS	MEDIA	SIGNIFICANCIA		
Mata3	0.0178	a		
Mata1	0.0178	a		
Mata2	0.0166	a	b	
Mata4	0.0148		b	
Mata5	0.0127			c

Al aplicar el test de rango múltiple de Tukey con α = *0,05* (Cuadro 22), se aprecia que entre el nivel medio y apice no existe diferencia significativa y la base presentó una diferencia significativa, cuyo valor fue de (0,0177mm). El parenquima decrece de la base hacia el ápice, esto se puede explicar debido a que el espesor de la pared del culmo disminuye desde la base hacia el ápice.

Cuadro 22: Prueba de Tukey para los niveles.

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Base	0.0177	a	
Medio	0.0157		b
Ápice	0.0144		b

d) Longitud del Parénquima

Para los resultados promedio de las longitudes de las células del parénquima, se aplicó el análisis de varianza (ANVA), observándose diferencia significativa entre las matas y niveles ($p \leq 0.01$), en cambio el estado de madurez no presento diferencias significativas (Cuadro 23).

Cuadro 23: Análisis de varianza de la longitud de los parénquimas, considerando las matas, el estado de madurez y los niveles.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Matas	.008	4	.002	10.041	.001
Estado de Madurez	.000	1	.000	.080	.778
Niveles	.009	2	.004	21.883	.001
Error	.058	292	.000		
Total	.363	300			

4.2.1.4. Prueba de Tukey de la longitud de las células del parénquima.

Observando las diferencias significativas entre la media de la longitud del parénquima, se aplicó el test de rango múltiple de Tukey con α = 0,05 (Cuadro 24), que entre las matas 3, 1 y 5 no existe diferencia significativa, asimismo entre las matas 5, 4 y 2 tampoco existe diferencia significativa, pero entre la mata 3 y 2 existe una difrencia significativa.

Cuadro 24: Prueba de Tukey para las matas.

MATAS	MEDIA	SIGNIFICANCIA	
Mata3	0.0371	a	
Mata1	0.0362	a	
Mata5	0.0300	a	b
Mata4	0.0287		b
Mata2	0.0231		b

En los **niveles**, se aplico el test de rango múltiple de Tukey con α = *0,05* (Cuadro 25), donde se observa que entre la base y el medio no existe difrencia estadistica significativa, mientras que el ápice es

diferente, sin embargo, la base es la que presenta mayor valor (0.0368mm).

Cuadro 25: Prueba de Tukey para los niveles.

NIVELES	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Base	0.0368	a
Medio	0.0323	a
Ápice	0.0238	b

Al analizar los resultados de la cuantificación de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquima) a nivel microscópico se encontró: a nivel de vasos/poros no hay diferencia estadística en cuanto a longitud de los vasos a nivel de matas, pero entre niveles si se encontró diferencia estadística. En lo que respecta al diámetro no se encontró diferencia estadística entre matas, pero sí entre niveles.

En cuanto a las células parenquimáticas se encontró diferencia estadística significativa entre matas, así como también entre niveles.

Estos datos obtenidos a nivel microscópico no se pudieron comparar con otros estudios similares ya que la bibliografía disponible no presentó este tipo de cuantificaciones. Los estudios revisados solo presentan aspectos generales en el campo de la silvicultura, manejo, propagación y en cuanto a aspectos tecnológicos la información es muy general.

BASE MEDIO ÁPICE

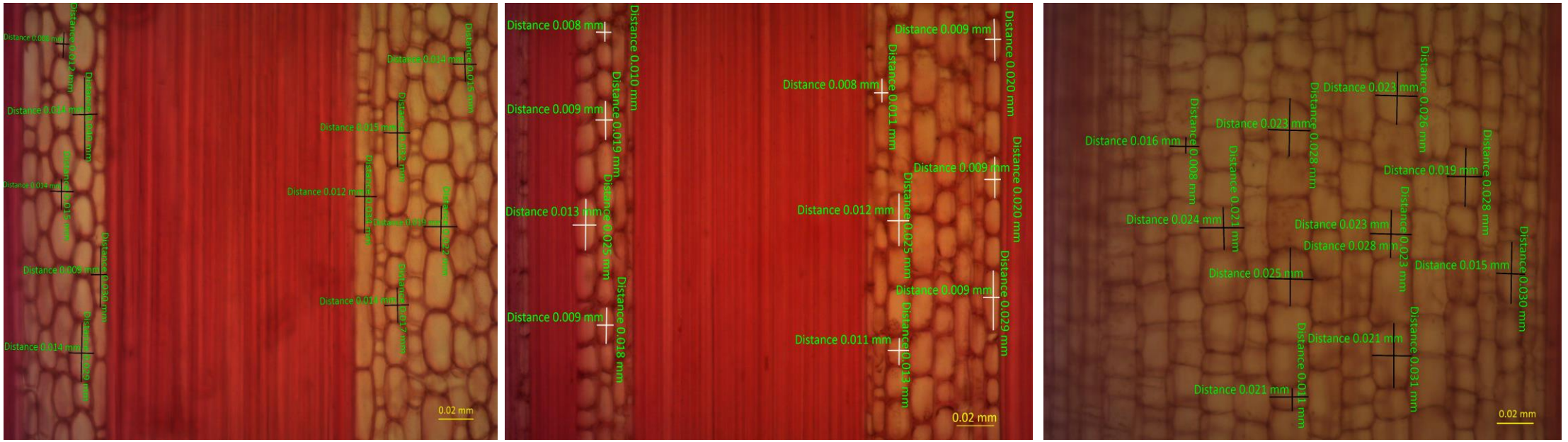


Figura 13: Comparación microscópica del parénquima (base, medio y ápice).

CONCLUSIONES

a) El porcentaje ocupado por los elementos leñosos de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinados a nivel macroscópico fueron: poros 11.3%, fibras 30.7% y parénquima 58.1% respectivamente. Y el tamaño de los elementos leñosos a nivel microscópico fueron: Vasos/Poros: longitud 0.5539mm y diámetro 0.0340mm; y parénquima: longitud 0.0310mm y diámetro 0.0159mm respectivamente.

b) La proporción de los elementos leñosos: poros, fibras y parénquima de *Bambusa vulgaris* var. vittata, determinados a nivel macroscópica, en estado verde: 12.0%, 28.9% y 59.1%, en estado maduro: 10.6%; 32.4% y 57.1% respectivamente. Los poros considerando los estados de madurez y los niveles de altura del culmo, el ápice alcanzó el mayor porcentaje (14%), en las fibras el nivel medio alcanzó el mayor porcentaje de 31.5% y con respecto al parénquima la base alcanzó el mayor porcentaje (63%). En la sección transversal los niveles tanto en la condición verde y maduro los poros ocupan un mayor espacio (11, 16 y 22%) y (10, 18 y 19%) respectivamente. Las fibras en la parte externa ocuparon el mayor porcentaje, en estado verde y maduro (36, 46 y 44%) y (44, 43 y 47%); en cuanto al parénquima la sección interno presentó el mayor porcentaje, verde (71, 67 y 62%) y en maduro (73, 64 y 62% respectivamente).

c) El tamaño de los elementos leñosos (vasos/poros y parénquimas) de *Bambusa vulgaris* var. vittata, a escala microscópica, en estado verde considerando longitud y diámetro: (0.5673mm´y 0.0341mm), (0.0308mm y 0.0150mm); en estado maduro: (0.05406mm y 0.0339mm) y (0.0312mm y 0.0169 respectivamente); con respecto a los niveles, el nivel medio alcanzó los mayores valores de 0.5929mm y 0.0368mm y en el parénquima el nivel base alcanzó los mayores valores tanto en longitud y diámetro de 0.0368mm y 0.0177mm respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Profundizar estudios, realizando el tejido macerado para evaluar la longitud de fibras a nivel microscópico.
- Analizar la estructura anatómica considerando los nudos e internudos.
- Profundizar el estudio microscópico considerando los sub niveles (interno, centro y externo) para el estudio anatómico.
- Estudiar la estructura anatómica de otras especies de bambúes existentes en la región amazónica

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AHMAD, M. 2000. Análisis de la estructural anatómica del Bambú. (En línea). Consultado 10 nov. 2012. Disponible en: http://www.fundeguadua.org/imagenes/desarrollos%20tecnologicos/articulos%20y%20publicaciones/caracterizacion%20anatomica%20del%20culmo%20de%20guadua%20angustifolia%20Kunth.pdf.
2. ÁNGELA, M. 2012. Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noreste argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, anatómicos y biogeográficos. Buenos Aires.
3. ÁLVAREZ, E. 2012. Comportamiento mecánico de las Conexiones en los Elementos de Bambú para estructuras ligeras. El caso de las especies del trópico de Veracruz. (En línea). Consultado 01 ene. 2015. Disponible en:http://oa.upm.es/14530/1/03_2012_Enrique_Roberto_Alvarez_Castilla.pf
4. ARÓSTEGUI, A. 1975. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa). Vol. II. Normas y métodos. Ministerio de Agricultura – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 104 p.
5. BEVERWIJK, N y NETHERLANSD, R 1948. (En línea). Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.guaduabamboo.com/blog/bambusa vulgaris vittata.
6. ESTRADA, M. 2010. Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (*Guadua angustifolia*) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos. Universidad de los Andes-Venezuela. (En línea). 139pg. Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.docentes .unal.edu.co/mestradam/ docs/tesisMEM_maestria.pdf
7. GIB, C, 2005. El bambú: su importancia en la ecología y la conservación de las especies nativas. (En línea). Consultado 10 nov. 2012. Disponible en: www.bambooftheamericas.com.
8. International Network for Bamboo and Rattan, Beijing. 204 pp.
9. JAQUEZ, F.1990. Guía técnica para el fomento del bambú en la República Dominicana. UASD/INDRHI. República Dominicana.

10. LATIF, M.; LIESE, W. 2001.Anatomical features of Bambusa vulgaris and Gigantochloa scortechinii from four harvesting sites in Peninsular Malaysia.Journal of Tropical Forest Science, 7 (1): 10-28p.
11. LEE, M Y GOMEZ, A. 1985. Introducción de bambúes desde Taiwan, su reproducción y reforestación en República Dominicana. Misión China. República Dominicana.
12. LIESE, W. 1993. Anatomía del Bambú/Guadua. (En línea). Consultado 10 nov. 2012. Disponiblen:http://www.fundeguadua.org/imagenes/desarrollos%20tecnologicos/articulos%20y%20publicaciones/caracterizacion%20anatomica%20del%20culmo%20de%20guadua%20angustifolia%20kunth.pdf.
13. LIESE, W.1998. The Anatomy of Bamboo Culms. INBAR Technical Report N° 18. Internacional Network for Bamboo And Rattan, Beijing, China.204p.
14. LIESE, W. 1985.Estudio de las propiedades anatómicas de la Guadua sp. (En línea). Consultado 10 nov. 2012.Disponible en: http://www.guadua.biz/documentos/01.pdf
15. LONDOÑO, X. 1989. Una nueva variedad de Guadua angustifolia Kunth de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 17(65): 379-381p.
16. LONDOÑO, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo (En línea). Colombia, Bogotá. Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.hof-landlust.de/scb/taller.html
17. LONDOÑO, x; CAMAYO, G; RIAÑO, N; LÓPEZ, Y. S/F. (En línea). caracterización anatómica del culmo de Guadua angustifolia Kunth (Poaceae: Bambusoideae). Consultado 01 de ene. 2015.Disponible en: http://fundeguadua.org/imagenes/desarrollos%20tecnologicos/articulos%20y%20publicaciones/caracterizacion%20anatomica%20del%20culmo%20de%20guadua%20angustifolia%20kunth.pdf
18. MARIO, H. 1987. (En línea). Estructura anatómica, y dimensiones de fibra. Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.fs.fed.us/global/iitf/Bambusavulgaris.pdf.

19. PÉREZ, M. 2000. Las fibras, clasificación y definición (En línea). Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://148.206.53.84/tesiuami/uam8149.pdf
20. PRADO, J. 2012. Estudio de factibilidad “perspectivas para la industrialización de bambú en las regiones de la sierra del Perú”. (En línea). Consultados 01 jul. 2015. Disponible en: http://www.sierraexportadora .gob.pe/wpcontent/uploads/bibliotecavirtual/Estudios%20de%20factibilidad/estudio%20de%20factibilidad%20perspectivas%20para%20la%20industrializacion%20del%20bambu.pdf
21. ROJAS, J; ACEVEDO, P.2014.Bambusa vulgaris (common bamboo). (En línea) Washington DC, EE.UU. Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.cabi.org/isc/datasheet/8398
22. RUIZ, L; AREVALO, C. 2007. Descripción y determinación de las especies de bambú nativo e introducido en el Campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 15 p.
23. SAGASTUME, F. 1986. Muestreo y caracterización preliminar de las especies de la sub familia Bambusodieae (Poacea) en la Región de la Vertiente del Océano Pacifico. (En línea). Guatemala. Consultado 01 de ene. 2015. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0886.pdf
24. SODERSTROM, 1987. Características anatómicas de tres especies de bambú. (En línea). Consultado 10 nov. 2012. Disponible en: importantehttp://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-20articulosPDF/05-Propagacion-vegetativa-de-tras-especies-de-bambu-Noe-Larraga-enito.pdf.
25. SOLANO, W. 2013. “Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”. (En línea). Consultado 14 Set. 2015. Disponible en: http://www.aider.com.pe/pdf/Ucayali/ITTO/informe%20determinacion%20de%20tecnologias.pdf.
26. TAKAHASHI, J. 2006. Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región nororiental del Perú. PD 428/06 Rev. 2(F). Universidad Adventista Dominicana, Bonao, Republica Dominicana.

27. TAKAHASHI, J. 2006. Bambú en el Perú. (En línea). Guayaquil. Consultado 01 jul. 2015. Disponible en: http://perubambu.org.pe/pdf/Bambuen_el% 20_Peru.pdf.
28. UNLP (Universidad Nacional de la Plata Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales) 2010. Morfología vegetal inflorescencias. (En línea). Consultado 01 jun. 2015. Disponible en: http://mvegetal.weebly.com/uploads/ 8/6/3/4/863437/las_inflorescencias.pdf
29. VALERO, S; REYES, E; CONTRERAS, W. 2005. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú (*bambusa vulgar*is), de tres años de edad y proveniente de las plantaciones ubicadas en la ribera de la margen derecha del rio chama. (En línea). Venezuela. Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/ 24096/2/articulo5.pdf.
30. ZARAGOZA, I; BORJA, A; ZAMUDIO, F; ORDÓÑEZ, V y BÁRCENAS, G .2014. Anatomía del culmo de bambú (Guadua aculeata Rupr.) de la región nororiental del estado de Puebla, México. (En línea). Consultado 01 ene. 2015. Disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness /20.3/mb2038796.pdf.

VII. Anexos

Anexo1: Certificado de Identificación de *Bambusa vulgaris var.* vittata.

Lima, 23 de Agosto del 2013

Señor Ing:

Robert Gilbert Pecho De la Cruz

De mi consideración

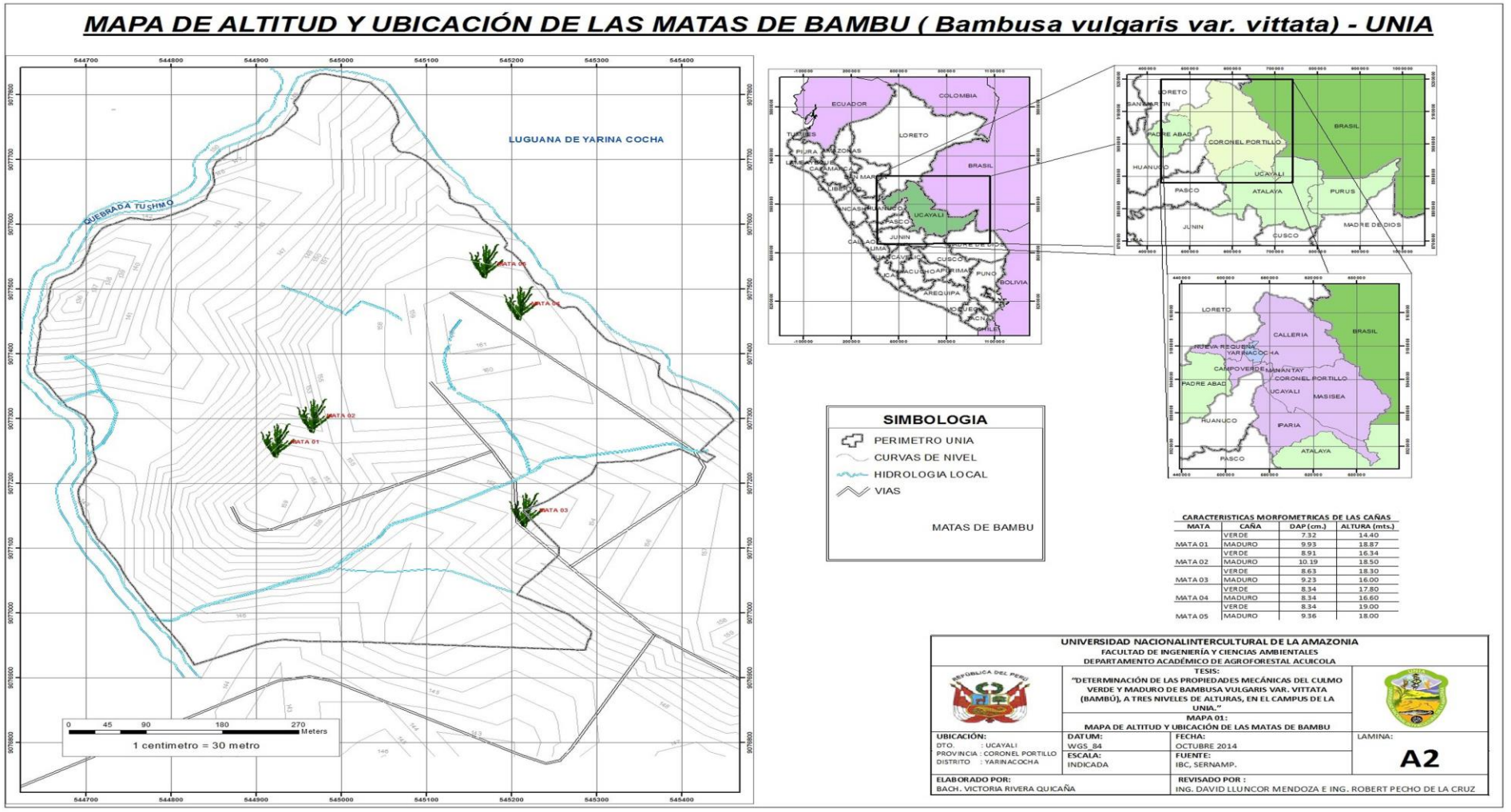
Me es grato dirigirme a usted con el propósito de certificarle que la especie colectada en el Campus Universitario de la Universidad Intercultural de la Amazonia (UNIA), del distrito de Yarinacocha, de la Provincia de Coronel Portillo de la Región Ucayali, es *Bambusa vulgaris var* vittata, de la familia POACEAE.

Atentamente,

Ing. Forestal Luis Llerena Suárez
Gerente
PRESERBAMBU E.I.R.L.
(CIP 116066)

Jr. Los Alamos 225 Urb. Alto Los Ficus. Santa Anita — Lima
luisllesu@hotmail.com

Anexo 2: Mapa de la ubicación de las cinco matas de bambús dentro del campus de la UNIA.



Anexo 3: Porcentaje de los espacios ocupados de los elementos leñosos del estado de madurez (verde y maduro); niveles (base, medio y ápice); secciones transversales (interno, centro y externo).

Matas	N° Culmos	Niveles	Secciones transversales	Elementos leñosos		
				Poros	Fibras	Parénquima
				%	%	%
1	Verde	Base	Externo	4.38	42.02	53.60
	Verde	Base	Centro	6.08	34.28	59.64
	Verde	Base	Interno	10.27	15.50	74.23
	Verde	Medio	Externo	6.51	51.79	41.70
	Verde	Medio	Centro	8.30	38.61	53.09
	Verde	Medio	Interno	15.83	17.15	67.03
	Verde	Ápice	Externo	6.90	47.96	45.14
	Verde	Ápice	Centro	10.57	37.95	51.48
	Verde	Ápice	Interno	12.49	24.36	63.15
	Maduro	Base	Externo	3.55	28.21	68.24
	Maduro	Base	Centro	6.07	14.88	79.05
	Maduro	Base	Interno	7.44	11.02	81.54
	Maduro	Medio	Externo	4.84	41.41	53.74
	Maduro	Medio	Centro	17.23	9.76	73.01
	Maduro	Medio	Interno	7.26	21.47	71.27
	Maduro	Ápice	Externo	4.34	38.93	56.73
	Maduro	Ápice	Centro	11.55	8.54	79.91
	Maduro	Ápice	Interno	13.51	9.78	76.71
2	Verde	Base	Externo	3.89	43.93	52.18
	Verde	Base	Centro	8.45	26.37	65.19
	Verde	Base	Interno	9.84	13.54	76.62
	Verde	Medio	Externo	6.25	52.32	41.42
	Verde	Medio	Centro	12.27	36.33	51.39
	Verde	Medio	Interno	21.68	20.64	57.68
	Verde	Ápice	Externo	5.98	45.87	48.15
	Verde	Ápice	Centro	12.60	33.24	54.16
	Verde	Ápice	Interno	19.50	17.42	63.08
	Maduro	Base	Externo	6.26	37.72	56.03

	Maduro	Base	Centro	12.92	23.53	63.54
	Maduro	Base	Interno	9.51	33.42	57.07
	Maduro	Medio	Externo	4.14	41.47	54.39
	Maduro	Medio	Centro	9.41	21.26	69.33
	Maduro	Medio	Interno	8.03	7.96	84.01
	Maduro	Ápice	Externo	4.50	37.00	58.51
	Maduro	Ápice	Centro	9.43	19.43	71.15
	Maduro	Ápice	Interno	17.76	11.01	71.23
3	Verde	Base	Externo	3.36	46.99	49.65
	Verde	Base	Centro	8.58	31.90	59.51
	Verde	Base	Interno	8.53	15.48	75.99
	Verde	Medio	Externo	6.32	48.77	44.91
	Verde	Medio	Centro	10.97	32.89	56.13
	Verde	Medio	Interno	17.27	15.74	66.98
	Verde	Ápice	Externo	5.75	43.74	50.51
	Verde	Ápice	Centro	12.88	29.68	57.43
	Verde	Ápice	Interno	21.73	19.15	59.12
	Maduro	Base	Externo	6.36	47.16	46.48
	Maduro	Base	Centro	17.26	35.33	47.41
	Maduro	Base	Interno	14.06	17.21	68.73
	Maduro	Medio	Externo	9.95	52.02	38.03
	Maduro	Medio	Centro	17.41	35.63	46.95
	Maduro	Medio	Interno	18.09	20.76	61.15
	Maduro	Ápice	Externo	12.14	46.09	41.77
	Maduro	Ápice	Centro	24.22	33.49	42.29
	Maduro	Ápice	Interno	29.04	17.58	53.38
4	Verde	Base	Externo	4.25	42.34	53.40
	Verde	Base	Centro	8.52	35.57	55.91
	Verde	Base	Interno	7.67	18.25	74.08
	Verde	Medio	Externo	4.99	9.55	85.46
	Verde	Medio	Centro	11.13	35.79	53.08
	Verde	Medio	Interno	17.46	18.70	63.84
	Verde	Ápice	Externo	6.70	47.25	46.05
	Verde	Ápice	Centro	13.34	32.56	54.10

	Verde	Ápice	Interno	21.63	14.44	63.93
	Maduro	Base	Externo	4.33	28.04	67.63
	Maduro	Base	Centro	6.94	34.04	59.02
	Maduro	Base	Interno	11.38	14.80	73.81
	Maduro	Medio	Externo	6.84	48.40	44.76
	Maduro	Medio	Centro	15.88	38.61	45.51
	Maduro	Medio	Interno	23.35	14.63	62.02
	Maduro	Ápice	Externo	8.69	49.75	41.56
	Maduro	Ápice	Centro	18.25	31.67	50.08
	Maduro	Ápice	Interno	23.03	16.98	59.99
5	Verde	Base	Externo	4.26	45.19	50.55
	Verde	Base	Centro	6.80	34.90	58.30
	Verde	Base	Interno	13.30	22.31	64.39
	Verde	Medio	Externo	6.44	50.31	43.25
	Verde	Medio	Centro	10.99	38.53	50.49
	Verde	Medio	Interno	19.87	16.94	63.19
	Verde	Ápice	Externo	7.30	51.84	40.86
	Verde	Ápice	Centro	12.06	40.00	47.95
	Verde	Ápice	Interno	19.16	18.25	62.59
	Maduro	Base	Externo	4.90	38.18	56.92
	Maduro	Base	Centro	9.06	26.19	64.75
	Maduro	Base	Interno	10.13	17.16	72.71
	Maduro	Medio	Externo	6.34	48.09	45.57
	Maduro	Medio	Centro	10.40	40.89	48.71
	Maduro	Medio	Interno	21.87	21.64	56.50
	Maduro	Ápice	Externo	7.86	49.30	42.84
	Maduro	Ápice	Centro	17.09	35.77	47.13
	Maduro	Ápice	Interno	24.93	25.89	49.19

Anexo 4: Resultados de las mediciones de los elementos leñosos (Parénquima y vasos/poros) a nivel microscópicos.

Matas	N° Culmos	Niveles	Elementos leñosos			
			Parénquima		Vaso/Poro	
			Longitud	Ancho	Diámetro	Longitud
1	Verde	Base	0.042	0.015	0.021	0.325
	Verde	Base	0.016	0.013	0.026	0.348
	Verde	Base	0.035	0.016	0.023	0.347
	Verde	Base	0.058	0.018	0.038	0.357
	Verde	Base	0.052	0.020	0.032	0.328
	Verde	Base	0.035	0.021	0.033	0.374
	Verde	Base	0.072	0.019	0.041	0.398
	Verde	Base	0.067	0.016	0.052	0.411
	Verde	Base	0.058	0.018	0.024	0.331
	Verde	Base	0.042	0.016	0.039	0.380
	Verde	Medio	0.041	0.012	0.024	0.684
	Verde	Medio	0.038	0.009	0.027	0.749
	Verde	Medio	0.032	0.013	0.030	0.719
	Verde	Medio	0.036	0.013	0.033	0.647
	Verde	Medio	0.058	0.014	0.025	0.614
	Verde	Medio	0.026	0.010	0.096	0.714
	Verde	Medio	0.026	0.013	0.100	0.820
	Verde	Medio	0.030	0.012	0.105	0.590
	Verde	Medio	0.038	0.016	0.055	0.712
	Verde	Medio	0.023	0.012	0.059	0.585
	Verde	Ápice	0.031	0.016	0.021	0.792
	Verde	Ápice	0.029	0.021	0.020	0.399
	Verde	Ápice	0.033	0.013	0.026	0.435
	Verde	Ápice	0.024	0.022	0.026	0.435
	Verde	Ápice	0.019	0.024	0.032	0.399
	Verde	Ápice	0.024	0.011	0.047	0.434
	Verde	Ápice	0.035	0.019	0.062	0.439
	Verde	Ápice	0.023	0.015	0.047	0.434
	Verde	Ápice	0.042	0.016	0.052	0.399
	Verde	Ápice	0.016	0.016	0.063	0.433
	Maduro	Base	0.065	0.012	0.024	0.535
	Maduro	Base	0.048	0.023	0.018	0.602
	Maduro	Base	0.047	0.019	0.018	0.818
	Maduro	Base	0.041	0.023	0.016	0.663
	Maduro	Base	0.059	0.021	0.058	0.731
	Maduro	Base	0.046	0.024	0.036	0.718

	Maduro	Base	0.046	0.021	0.048	0.803
	Maduro	Base	0.053	0.022	0.048	0.732
	Maduro	Base	0.009	0.021	0.063	0.639
	Maduro	Base	0.060	0.027	0.050	0.653
	Maduro	Medio	0.039	0.026	0.019	0.624
	Maduro	Medio	0.041	0.023	0.017	0.642
	Maduro	Medio	0.045	0.025	0.016	0.574
	Maduro	Medio	0.03	0.018	0.028	0.648
	Maduro	Medio	0.051	0.022	0.027	0.604
	Maduro	Medio	0.041	0.026	0.027	0.639
	Maduro	Medio	0.015	0.021	0.035	0.523
	Maduro	Medio	0.034	0.025	0.048	0.379
	Maduro	Medio	0.028	0.029	0.055	0.594
	Maduro	Medio	0.039	0.025	0.055	0.471
	Maduro	Ápice	0.026	0.013	0.021	0.607
	Maduro	Ápice	0.017	0.016	0.025	0.377
	Maduro	Ápice	0.023	0.011	0.024	0.37
	Maduro	Ápice	0.024	0.016	0.029	0.6
	Maduro	Ápice	0.02	0.014	0.026	0.671
	Maduro	Ápice	0.023	0.015	0.026	0.476
	Maduro	Ápice	0.031	0.015	0.040	0.515
	Maduro	Ápice	0.026	0.016	0.034	0.606
	Maduro	Ápice	0.025	0.014	0.033	0.593
	Maduro	Ápice	0.021	0.015	0.038	0.827
2	Verde	Base	0.031	0.023	0.033	0.507
	Verde	Base	0.045	0.033	0.018	0.521
	Verde	Base	0.044	0.015	0.022	0.460
	Verde	Base	0.019	0.028	0.028	0.335
	Verde	Base	0.035	0.028	0.036	0.304
	Verde	Base	0.031	0.024	0.039	0.815
	Verde	Base	0.051	0.024	0.035	0.825
	Verde	Base	0.014	0.021	0.048	0.538
	Verde	Base	0.023	0.027	0.044	0.740
	Verde	Base	0.010	0.024	0.039	0.531
	Verde	Medio	0.028	0.025	0.033	0.751
	Verde	Medio	0.027	0.026	0.027	0.659
	Verde	Medio	0.024	0.019	0.019	0.717
	Verde	Medio	0.026	0.022	0.051	0.802
	Verde	Medio	0.011	0.018	0.047	0.643
	Verde	Medio	0.024	0.019	0.036	0.716
	Verde	Medio	0.039	0.021	0.040	0.693

	Verde	Medio	0.019	0.014	0.060	0.788
	Verde	Medio	0.019	0.015	0.058	0.576
	Verde	Medio	0.007	0.015	0.051	0.641
	Verde	Ápice	0.032	0.011	0.016	0.545
	Verde	Ápice	0.020	0.013	0.013	0.395
	Verde	Ápice	0.017	0.009	0.021	0.646
	Verde	Ápice	0.017	0.008	0.018	0.570
	Verde	Ápice	0.043	0.010	0.023	0.381
	Verde	Ápice	0.032	0.014	0.023	0.597
	Verde	Ápice	0.021	0.014	0.040	0.604
	Verde	Ápice	0.014	0.008	0.048	0.563
	Verde	Ápice	0.034	0.009	0.050	0.537
	Verde	Ápice	0.011	0.011	0.048	0.552
	Maduro	Base	0.020	0.018	0.013	0.434
	Maduro	Base	0.019	0.016	0.011	0.340
	Maduro	Base	0.024	0.016	0.013	0.479
	Maduro	Base	0.016	0.011	0.030	0.352
	Maduro	Base	0.023	0.018	0.040	0.407
	Maduro	Base	0.020	0.015	0.031	0.377
	Maduro	Base	0.015	0.009	0.027	0.470
	Maduro	Base	0.015	0.015	0.032	0.497
	Maduro	Base	0.027	0.016	0.036	0.560
	Maduro	Base	0.014	0.009	0.049	0.722
	Maduro	Medio	0.018	0.009	0.016	0.674
	Maduro	Medio	0.025	0.010	0.017	0.640
	Maduro	Medio	0.019	0.009	0.023	0.469
	Maduro	Medio	0.010	0.008	0.045	0.419
	Maduro	Medio	0.013	0.011	0.029	0.469
	Maduro	Medio	0.025	0.012	0.047	0.508
	Maduro	Medio	0.011	0.008	0.048	0.610
	Maduro	Medio	0.029	0.009	0.047	0.522
	Maduro	Medio	0.020	0.009	0.055	0.510
	Maduro	Medio	0.020	0.009	0.052	0.378
	Maduro	Ápice	0.011	0.021	0.040	0.770
	Maduro	Ápice	0.028	0.025	0.054	0.315
	Maduro	Ápice	0.021	0.024	0.035	0.837
	Maduro	Ápice	0.008	0.016	0.040	0.597
	Maduro	Ápice	0.031	0.021	0.049	0.519
	Maduro	Ápice	0.023	0.023	0.012	0.525
	Maduro	Ápice	0.028	0.023	0.012	0.752
	Maduro	Ápice	0.030	0.015	0.031	0.661

	Maduro	Ápice	0.028	0.019	0.045	0.821
	Maduro	Ápice	0.026	0.023	0.087	0.564
3	Verde	Base	0.024	0.017	0.032	0.482
	Verde	Base	0.056	0.014	0.038	0.458
	Verde	Base	0.014	0.011	0.037	0.470
	Verde	Base	0.042	0.018	0.042	0.487
	Verde	Base	0.053	0.017	0.027	0.519
	Verde	Base	0.032	0.020	0.028	0.540
	Verde	Base	0.030	0.013	0.045	0.487
	Verde	Base	0.026	0.013	0.026	0.691
	Verde	Base	0.007	0.011	0.029	0.546
	Verde	Base	0.036	0.016	0.023	0.555
	Verde	Medio	0.049	0.023	0.017	0.849
	Verde	Medio	0.048	0.029	0.025	0.767
	Verde	Medio	0.074	0.032	0.023	0.801
	Verde	Medio	0.077	0.026	0.035	0.732
	Verde	Medio	0.061	0.028	0.029	0.684
	Verde	Medio	0.088	0.025	0.034	0.838
	Verde	Medio	0.041	0.022	0.043	0.591
	Verde	Medio	0.106	0.025	0.047	0.786
	Verde	Medio	0.056	0.031	0.055	0.729
	Verde	Medio	0.056	0.023	0.046	0.841
	Verde	Ápice	0.028	0.007	0.021	0.795
	Verde	Ápice	0.011	0.008	0.034	0.758
	Verde	Ápice	0.015	0.007	0.015	0.806
	Verde	Ápice	0.020	0.006	0.019	0.563
	Verde	Ápice	0.020	0.007	0.014	0.679
	Verde	Ápice	0.031	0.007	0.017	0.627
	Verde	Ápice	0.024	0.006	0.043	0.685
	Verde	Ápice	0.018	0.005	0.034	0.398
	Verde	Ápice	0.022	0.006	0.046	0.4
	verde	Ápice	0.009	0.007	0.053	0.579
	Maduro	Base	0.062	0.017	0.024	0.321
	Maduro	Base	0.009	0.014	0.034	0.274
	Maduro	Base	0.041	0.021	0.020	0.304
	Maduro	Base	0.018	0.016	0.039	0.448
	Maduro	Base	0.046	0.017	0.034	0.348
	Maduro	Base	0.070	0.018	0.032	0.401
	Maduro	Base	0.042	0.020	0.027	0.434
	Maduro	Base	0.039	0.022	0.042	0.488
	Maduro	Base	0.051	0.019	0.037	0.487

	Maduro	Base	0.044	0.021	0.026	0.476
	Maduro	Medio	0.041	0.026	0.027	0.241
	Maduro	Medio	0.027	0.019	0.036	0.309
	Maduro	Medio	0.079	0.023	0.027	0.623
	Maduro	Medio	0.027	0.017	0.039	0.310
	Maduro	Medio	0.040	0.020	0.037	0.593
	Maduro	Medio	0.007	0.014	0.027	0.449
	Maduro	Medio	0.067	0.016	0.014	0.452
	Maduro	Medio	0.033	0.022	0.018	0.630
	Maduro	Medio	0.030	0.024	0.041	0.424
	Maduro	Medio	0.043	0.025	0.029	0.510
	Maduro	Ápice	0.027	0.019	0.024	0.567
	Maduro	Ápice	0.031	0.024	0.052	0.613
	Maduro	Ápice	0.018	0.022	0.048	0.375
	Maduro	Ápice	0.012	0.022	0.056	0.389
	Maduro	Ápice	0.027	0.018	0.057	0.434
	Maduro	Ápice	0.028	0.018	0.040	0.391
	Maduro	Ápice	0.016	0.018	0.043	0.442
	Maduro	Ápice	0.035	0.019	0.040	0.359
	Maduro	Ápice	0.018	0.017	0.044	0.493
	Maduro	Ápice	0.021	0.020	0.042	0.500
4	Verde	Base	0.054	0.021	0.019	0.668
	Verde	Base	0.036	0.018	0.019	0.795
	Verde	Base	0.051	0.018	0.021	0.608
	Verde	Base	0.015	0.014	0.024	0.641
	Verde	Base	0.041	0.026	0.031	0.836
	Verde	Base	0.019	0.02	0.027	0.797
	Verde	Base	0.040	0.021	0.032	0.679
	Verde	Base	0.071	0.021	0.024	0.530
	Verde	Base	0.037	0.014	0.022	0.597
	Verde	Base	0.046	0.015	0.026	0.650
	Verde	Medio	0.023	0.015	0.014	0.636
	Verde	Medio	0.015	0.011	0.014	0.546
	Verde	Medio	0.034	0.014	0.020	0.722
	Verde	Medio	0.031	0.014	0.034	0.631
	Verde	Medio	0.040	0.014	0.026	0.805
	Verde	Medio	0.016	0.014	0.053	0.442
	Verde	Medio	0.031	0.012	0.051	0.599
	Verde	Medio	0.029	0.018	0.055	0.590
	Verde	Medio	0.019	0.012	0.051	0.679
	Verde	Medio	0.015	0.015	0.053	0.585

	Verde	Ápice	0.036	0.012	0.010	0.540
	Verde	Ápice	0.019	0.013	0.015	0.567
	Verde	Ápice	0.032	0.009	0.012	0.466
	Verde	Ápice	0.021	0.009	0.016	0.510
	Verde	Ápice	0.046	0.009	0.020	0.776
	Verde	Ápice	0.018	0.014	0.028	0.486
	Verde	Ápice	0.022	0.013	0.036	0.584
	Verde	Ápice	0.035	0.012	0.028	0.614
	Verde	Ápice	0.028	0.012	0.037	0.509
	Verde	Ápice	0.006	0.011	0.041	0.727
	Maduro	Base	0.031	0.023	0.016	0.397
	Maduro	Base	0.032	0.015	0.041	0.298
	Maduro	Base	0.027	0.019	0.026	0.441
	Maduro	Base	0.048	0.011	0.042	0.460
	Maduro	Base	0.024	0.020	0.046	0.306
	Maduro	Base	0.033	0.016	0.019	0.330
	Maduro	Base	0.041	0.015	0.035	0.300
	Maduro	Base	0.023	0.018	0.014	0.386
	Maduro	Base	0.036	0.014	0.046	0.463
	Maduro	Base	0.038	0.012	0.018	0.657
	Maduro	Medio	0.032	0.011	0.016	0.582
	Maduro	Medio	0.012	0.008	0.015	0.477
	Maduro	Medio	0.010	0.011	0.018	0.457
	Maduro	Medio	0.020	0.011	0.027	0.243
	Maduro	Medio	0.022	0.013	0.028	0.554
	Maduro	Medio	0.027	0.013	0.051	0.492
	Maduro	Medio	0.021	0.008	0.042	0.424
	Maduro	Medio	0.029	0.012	0.057	0.569
	Maduro	Medio	0.025	0.012	0.054	0.464
	Maduro	Medio	0.021	0.010	0.043	0.57
	Maduro	Ápice	0.018	0.016	0.039	0.581
	Maduro	Ápice	0.030	0.016	0.035	0.237
	Maduro	Ápice	0.038	0.017	0.033	0.597
	Maduro	Ápice	0.030	0.019	0.027	0.627
	Maduro	Ápice	0.019	0.018	0.048	0.544
	Maduro	Ápice	0.015	0.021	0.033	0.270
	Maduro	Ápice	0.023	0.021	0.026	0.735
	Maduro	Ápice	0.023	0.017	0.044	0.709
	Maduro	Ápice	0.027	0.013	0.050	0.357
	Maduro	Ápice	0.019	0.018	0.024	0.330
5	Verde	Base	0.029	0.014	0.023	0.469

	Verde	Base	0.030	0.009	0.036	0.463
	Verde	Base	0.015	0.014	0.041	0.504
	Verde	Base	0.040	0.014	0.026	0.466
	Verde	Base	0.012	0.008	0.023	0.531
	Verde	Base	0.017	0.014	0.033	0.338
	Verde	Base	0.022	0.019	0.032	0.358
	Verde	Base	0.034	0.012	0.024	0.354
	Verde	Base	0.032	0.015	0.024	0.335
	Verde	Base	0.015	0.014	0.033	0.527
	Verde	Medio	0.021	0.010	0.016	0.536
	Verde	Medio	0.027	0.011	0.019	0.617
	Verde	Medio	0.012	0.009	0.017	0.478
	Verde	Medio	0.024	0.007	0.034	0.491
	Verde	Medio	0.030	0.011	0.036	0.538
	Verde	Medio	0.011	0.007	0.029	0.489
	Verde	Medio	0.030	0.010	0.020	0.479
	Verde	Medio	0.023	0.010	0.051	0.548
	Verde	Medio	0.025	0.008	0.051	0.581
	Verde	Medio	0.040	0.008	0.051	0.456
	Verde	Ápice	0.020	0.010	0.016	0.567
	Verde	Ápice	0.014	0.004	0.023	0.522
	Verde	Ápice	0.016	0.011	0.027	0.376
	Verde	Ápice	0.016	0.008	0.015	0.377
	Verde	Ápice	0.022	0.008	0.015	0.335
	Verde	Ápice	0.016	0.005	0.030	0.337
	Verde	Ápice	0.010	0.008	0.038	0.642
	Verde	Ápice	0.025	0.008	0.045	0.505
	Verde	Ápice	0.014	0.011	0.055	0.360
	Verde	Ápice	0.005	0.011	0.058	0.569
	Maduro	Base	0.059	0.018	0.022	0.683
	Maduro	Base	0.046	0.015	0.038	0.660
	Maduro	Base	0.069	0.017	0.030	0.648
	Maduro	Base	0.043	0.017	0.045	0.681
	Maduro	Base	0.051	0.014	0.039	0.643
	Maduro	Base	0.059	0.023	0.048	0.682
	Maduro	Base	0.014	0.016	0.029	0.760
	Maduro	Base	0.061	0.019	0.024	0.656
	Maduro	Base	0.053	0.020	0.039	0.673
	Maduro	Base	0.050	0.013	0.037	0.693
	Maduro	Medio	0.028	0.012	0.012	0.367
	Maduro	Medio	0.046	0.010	0.019	0.574
	Maduro	Medio	0.008	0.007	0.020	0.478

	Maduro	Medio	0.024	0.011	0.022	0.499
	Maduro	Medio	0.025	0.013	0.023	0.750
	Maduro	Medio	0.044	0.012	0.030	0.704
	Maduro	Medio	0.042	0.013	0.036	0.641
	Maduro	Medio	0.050	0.012	0.040	0.627
	Maduro	Medio	0.054	0.011	0.056	0.676
	Maduro	Medio	0.023	0.011	0.043	0.817
	Maduro	Ápice	0.028	0.017	0.015	0.857
	Maduro	Ápice	0.039	0.019	0.023	0.668
	Maduro	Ápice	0.031	0.018	0.038	0.677
	Maduro	Ápice	0.029	0.019	0.039	0.621
	Maduro	Ápice	0.008	0.017	0.018	0.670
	Maduro	Ápice	0.043	0.018	0.014	0.660
	Maduro	Ápice	0.020	0.019	0.030	0.724
	Maduro	Ápice	0.036	0.020	0.024	0.620
	Maduro	Ápice	0.033	0.011	0.039	0.552
	Maduro	Ápice	0.036	0.011	0.054	0.750
Total del Promedio			0.031	0.0159	0.0340	0.5539

Anexo 5: Ubicación de la especie





Anexo 6: Identificación dendrológica de la especie.









Anexo 7: Selección y colección de los culmos verdes y maduros.





Anexo 8: Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la orientación del norte magnético mediante una brújula.




Anexo 9: Extracción de los culmos verde y maduro con la ayuda de una motosierra.




Anexo 10: Desramando los culmos




Anexo 11: Medición de la longitud total de los culmos, longitud y circunferencia de internudos

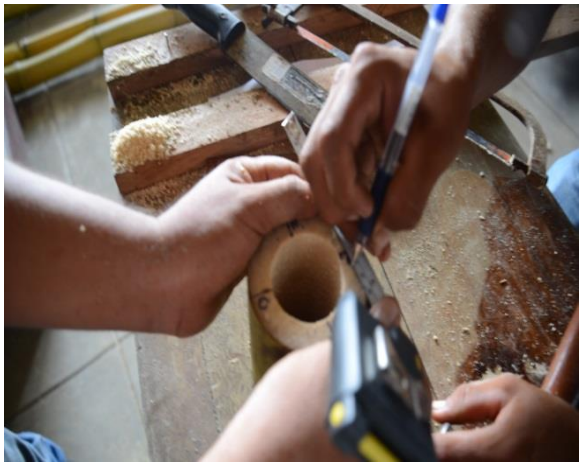


Anexo 12: Seccionamiento de los culmos de bambú (Base, Medio y Ápice).



Anexo 13: Obtención de las probetas





Anexo 14: Obtención de los cubos de 1.5 x 1.5 cm y por el espesor de la pared del culmo

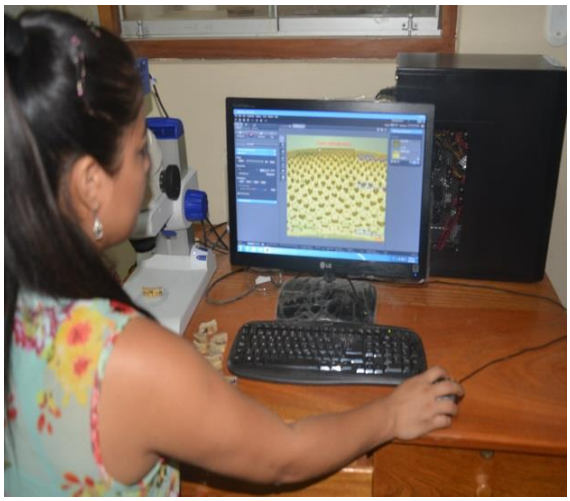








Anexo 15: Observación de las probetas de bambú en el estereoscopio.

Anexo 16: Cuantificación, recorte y peso de los elementos leñosos.




Anexo 17: Ablandamiento de los cubos de bambú en baño maría.




Anexo 18: Preparación de los cortes histológicos de los cubos de bambú.



Anexo 19: Deshidratación de los cortes histológicos utilizando alcohol de 30, 60, 70 y 100% de concentración.





Anexo 20: Proceso de tinción con safranina al 1%.





Anexo 21: Montaje de la muestra al porta objeto utilizando bálsamo de canada



Anexo 22: Secado de las muestras a la estufa.



Anexo 23: Observación y mediciones de los elementos leñosos mediante un microscopio con cámara digital y de un programa software para mediciones.



