

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS**

**NATURALES RENOVABLES**



**CRECIMIENTO DE BROTES DE *Guadua angustifolia* DE UNA PLANTACIÓN  
JUVENIL EN TULUMAYO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO-HUÁNUCO**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**PRESENTADO POR:**

**KEMNET YEFERSON AGUIRRE VALENZUELA**

**Tingo María – Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°097-2024-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de febrero de 2024, a horas 07:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CRECIMIENTO DE BROTES DE *Guadua Angustifolia* DE UNA PLANTACIÓN JUVENIL EN TULUMAYO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO-HUÁNUCO”**

Presentado por el Bachiller: **AGUIRRE VALENZUELA, Kemnet Yeferson**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “MUY BUENA”.

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

Tingo María, 18 de setiembre de 2024

  
Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO  
PRESIDENTE

  
Ing. MSc. WARREN RIOS GARCIA  
MIEMBRO

  
Ing. MSc. ANDY W. VELA ZEVALLOS  
MIEMBRO



  
Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA  
ASESOR



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



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 279 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CRECIMIENTO DE BROTES DE <i>Guadua angustifolia</i> DE UNA PLANTACIÓN JUVENIL EN TULUMAYO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO-HUÁNUCO	KEMNET YEFERSON AGUIRRE VALENZUELA	20 % Veinte

Tingo María, 01 de octubre de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui  
JEFE

C.C. Archivo

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



<b>Título</b>	: Crecimiento de brotes de <i>Guadua angustifolia</i> de una plantación juvenil en Tulumayo, distrito de Pueblo Nuevo-Huánuco.
<b>Programa de investigación</b>	: Valoración de la Biodiversidad, Recursos Naturales y biotecnología.
<b>Línea de investigación</b>	: Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad, y Recursos Naturales.
<b>Eje temático</b>	: Manejo de flora, vegetación y sistemas integrales de producción.
<b>Autor</b>	: Kemnet Yeferson Aguirre Valenzuela
<b>Asesor(es)</b>	: M. Sc. Edilberto Díaz Quintana
<b>Lugar de ejecución</b>	: Centro de Investigación Tulumayo
<b>Duración del trabajo</b>	: Seis meses
<b>Financiamiento</b>	: S/ 3 323,10
<b>FEDU</b>	: No
<b>Propio</b>	: Si
<b>Otros</b>	: No

**Tingo María – Perú**  
**Enero, 2024**

## **DEDICATORIA**

La Tesis la dedico a:

- En primer lugar, a Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.
- A mi querida madre, Dora Valenzuela Vega por ser la mejor mamá, por estar siempre conmigo brindándome su amor, comprensión, apoyo y sacrificio, gracias a ti estoy aquí y soy quien soy, te voy a amar siempre.
- A mis hermanos, Erick Fernando Aguirre Valenzuela y Jhamlet Aguirre Valenzuela por brindarme su cariño, consejos, alentarme, cuidarme y por los momentos únicos y felices, gracias por estar a mi lado incondicionalmente.
- A mi padre Glandelino Aguirre Pinedo por acompañarme en los buenos y malos momentos, gracias a tu apoyo estoy aquí, cumpliendo un sueño más.
- A todos aquellos que me apoyaron e hicieron que mi trabajo fuera un éxito, especialmente a aquellos que se acercaron a mí y me abrieron las puertas para compartir conocimientos conmigo cuando lo necesitaba

## AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, gracias a Dios por las grandes bendiciones de las decisiones y proyectos que he emprendido durante este tiempo de mi vida, gracias por permitirme vivir, tener y poder disfrutar de mis seres queridos. Asimismo, hay que decir que no ha sido un viaje fácil, pero gracias a mi padres y hermanos por su dedicación, por su amor, por su tremenda amabilidad y apoyo; las complejidades de hacer que esto suceda y permitirme cumplir mis sueños. Les agradezco y les expreso mi más profundo afecto, mi preciosa familia.
- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables y docentes de mi escuela de RNR que se esforzaron por brindarme sus conocimientos y experiencias, gracias al M. Sc. Edilberto Díaz Quintana; por ofrecerme su invaluable asesoramiento en la presente investigación y permitirme cumplir con el desarrollo de la tesis. Gracias por creer en mí y hacer todo lo posible por este trabajo anhelado.  
Asimismo, quiero agradecer a mis abuelas, tías y primas. Que me apoyaron, aconsejado y guiado en cada etapa de mi vida.
- Finalmente, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros de la Universidad por brindarme muchos ánimos, alegría, acompañarme en los buenos y malos momentos, gracias por siempre estar ahí con palabras de apoyo.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Características de los bambúes .....	3
2.1.2. Crecimiento de los bambúes .....	4
2.1.3. La <i>G. angustifolia</i> .....	5
2.1.4. Desarrollo y productividad de la <i>G. angustifolia</i> .....	6
2.1.5. Mortalidad de la <i>G. angustifolia</i> .....	7
2.1.6. Crecimiento de las plantas de bambú .....	7
2.2. Estado del arte.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.1.1. Ubicación geográfica y política .....	11
3.1.2. Altitud .....	11
3.1.3. Características climáticas.....	11
3.1.4. Características edáficas .....	11
3.2. Material y métodos .....	12
3.2.1. Materiales y equipos .....	12
3.2.2. Criterios de investigación .....	12
3.2.3. Metodología.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
4.1. Crecimiento de la altura, diámetro y la cantidad de culmo por mata en la especie <i>G. angustifolia</i> de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo.....	19
4.1.1. Crecimiento de la altura total en culmos de <i>G. angustifolia</i> .....	19
4.1.2. Crecimiento del diámetro en culmos de <i>G. angustifolia</i> .....	22
4.1.3. Cantidad de culmos en <i>G. angustifolia</i> .....	26
4.2. Tasa de mortalidad en la plantación de <i>G. angustifolia</i> de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo .....	27

4.3. Estado sanitario de los culmos de <i>G. angustifolia</i> de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo .....	29
V. CONCLUSIONES .....	31
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
Anexo .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Características descriptivas del crecimiento semanal en altura total de los culmos de <i>G. angustifolia</i> .....	20
2.	Distribución de los culmos por clases diamétricas en <i>G. angustifolia</i> .....	23
3.	Caracterización del diámetro basal de los culmos de <i>G. angustifolia</i> por matas.....	24
4.	Descriptivos de la mortalidad y reclutamiento por matas jóvenes de <i>G. angustifolia</i> .....	28
5.	Valores de la altura total (cm) de los culmos de <i>G. angustifolia</i> entre de la mata 1 hasta la mata 14 de evaluación. ....	38
6.	Valores del diámetro basal de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	43
7.	Culmos muertos de <i>G. angustifolia</i> registrados por semanas. ....	48
8.	Rebrotos nuevos de culmos de <i>G. angustifolia</i> registrados por semanas.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Comportamiento de la precipitación acumulada y temperatura promedio de la zona en estudio. ....	11
2. Imagen referencial del estado de madurez de los culmos. ....	13
3. Codificación de los culmos nuevos de <i>G. angustifolia</i> . ....	14
4. Medición de la altura total del culmo de <i>G. angustifolia</i> . ....	15
5. Comportamiento de la altura total en los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	19
6. Crecimiento medio diario en altura total de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	21
7. Comportamiento del diámetro basal de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	22
8. Histograma de las clases diamétricas de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	23
9. Variación en el tiempo del diámetro basal promedio de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	25
10. Variación de la cantidad de culmos por semanas evaluada de <i>G. angustifolia</i> . ....	26
11. Variación de la cantidad de culmos de una plantación juvenil de <i>G. angustifolia</i> . ....	26
12. Mortalidad y reclutamiento de una plantación juvenil de <i>G. angustifolia</i> . ....	27
13. Mortalidad y reclutamiento por matas jóvenes de <i>G. angustifolia</i> . ....	28
14. Estado fitosanitario de los culmos de <i>G. angustifolia</i> . ....	29
15. Banner informativo de la tesis. ....	52
16. Visita del asesor de la tesis. ....	52
17. Culmos afectados por larvas de insectos. ....	53
18. Parte apical de los culmos afectados. ....	53
19. Muestreo de suelos en la parcela evaluada. ....	54
20. Evaluación del diámetro de los culmos. ....	54
21. Segunda codificación de los culmos con hilo pabilo y micas de granito transparente. ....	55
22. Primera codificación de los culmos con pequeños carteles de madera. ....	55
23. Mapa de ubicación de la parcela en estudio. ....	56
24. Toma de puntos de las 27 matas que se evaluadas. ....	57
25. Obtención de datos de la estación meteorológica Tulumayo. ....	57
26. Mapa de dispersión de las matas evaluadas. ....	58

27.	Resultado del análisis de los suelos muestreados en la parcela en estudio. ....	59
28.	Evaluación de los culmos con la regla de madera. ....	60
29.	Evaluación de los culmos con la wincha métrica. ....	60

## RESUMEN

En el estudio se planteó como objetivo evaluar el crecimiento de brotes de *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo; para lo cual se accedió a una plantación con una edad de 3,25 años y abarca un área de 1500 m<sup>2</sup> que contiene 68 matas distribuidos al distanciamiento de 5 m x 4 m; la muestra fue de 27 matas elegidos al azar desde su establecimiento por el docente a cargo de la plantación. Las matas se codificaron y en periodos semanales se realizó el conteo y las mediciones tanto la altura y el diámetro de los brotes nuevos hasta los seis meses que perduró el estudio. Como resultado, el crecimiento en altura del culmo se comporta de manera diferente respecto al tiempo de registro, siendo 7,31 cm/día del crecimiento longitudinal del culmo y en el caso del diámetro se determinó en promedio 8,24 cm/culmo; la mortalidad de los culmos se comporta muy variable en el tiempo debido a que el coeficiente de variación obtenida fue 104,61%, determinándose que en promedio hay 15,46% de dicha variable; de todos los culmos contados, se encontró un 5,47% de culmos vivos que se encontraban perforados y un 1,56% de culmos muertos perforados, siendo el agente causal una larva de un insecto. Se concluye que las matas aun no alcanzan la madurez y el comportamiento del crecimiento de los culmos nuevos son variables dando indicios de dependencia con la precipitación que es muy marcada en la zona en estudio.

**Palabras clave:** Culmo, estiaje, mata, mortalidad, reclutamiento.

## ABSTRACT

In the study, the objective was to evaluate the growth of shoots of *Guadua angustifolia* in a juvenile plantation in Tulumayo, Pueblo Nuevo district. For this purpose, access was provided to a plantation with an age of 3.25 years, covering an area of 1500 m<sup>2</sup> that contains 68 clumps distributed at a distance of 5 m x 4 m. The sample consisted of 27 clumps randomly selected by the teacher in charge of the plantation. The clumps were coded, and weekly counts and measurements of the height and diameter of the new shoots were taken for the six months the study lasted. As a result, the height growth of the culm varied over time, with an average longitudinal growth of 7.31 cm/day. The average diameter was determined to be 8.24 cm/culm. The mortality of the culms showed high variability over time, as the coefficient of variation obtained was 104.61%, with an average mortality rate of 15.46%. Of all the culms counted, 5.47% of the living culms were found to be perforated, and 1.56% of the dead culms were perforated, with the causative agent being an insect larva. It was concluded that the clumps had not yet reached maturity, and the growth behavior of the new culms was variable, indicating a dependency on the rainfall, which is very pronounced in the study area.

**Keywords:** Culm, dry season, plant, mortality, recruitment.

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento del culmo de los bambúes es un proceso rápido y determinado que resulta en la formación de tallos altos, segmentados y fuertes, influenciado por factores ambientales y que proporciona una amplia gama de usos prácticos debido a las características únicas de los bambúes.

La especie de bambú *Guadua angustifolia* presenta diferentes propiedades favorables hacia la economía familiar, el componente ambiental y la conservación de los suelos, siendo una alternativa para muchos lugares como la Amazonía donde existe una necesidad desmedida de materiales para construir sus viviendas o en caso de que sea una especie productiva en medios con suelos degradados o de poco valor económico como son muchas áreas boscosas intervenidas del departamento de Huánuco.

La Universidad Nacional Agraria de la Selva a través de la facultad de Recursos Naturales Renovables viene forjando y mejorando la producción de diferentes recursos animales y vegetales, de los cuales, la Escuela Profesional de Ingeniería de los Recursos Naturales Renovables considera como una de sus especies a estudiar al bambú, donde su finalidad es producir culmos de los bambúes de calidad aceptable en el mercado local y nacional, ya que cuenta con un área de terreno en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo si antecedentes del cultivo de la guadua, motivo por el cual hace más de tres años establecieron un grupo limitado de matas en purmas de dicho centro y estos ejemplares servirán como fuente de datos para fortalecer el conocimiento bajo las propias condiciones edáficas y climatológicas.

De acuerdo a la realidad descrita en los párrafos, se considera como interrogante a la necesidad de conocer ¿Cómo es el crecimiento de los brotes de *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo?

Conocer el crecimiento de los culmos de la *Guadua angustifolia* con la proporción de los valores finales de la altura y diámetro del culmo será fuente de información para asignarle alguna utilidad en base a los culmos maduras correspondientes a las primeras cosechas de la plantación, además de ello, se podrá conocer las magnitudes de longitud que alcanzarían en caso de que esta gramínea esté asociada a otras especies como los árboles o palmeras y que no entren en competencia por espacio y luz.

Los alcances que se lograría con las conclusiones de la presente tesis va ser fuente de información básica y primaria, sirviendo de cimiento para realizar estudios de nivel aplicativo,

además de servir como antecedente para otras tesis de los alumnos que tengan interés en mejorar la producción con alta calidad de culmos de bambúes en esta parte del Huallaga del departamento de Huánuco.

La contrastación de la hipótesis considerada que, el crecimiento de los brotes de *Guadua angustifolia* de una plantación en Tulumayo es diferente a los reportes publicados de otras zonas geográficas. Ante las expresiones indicadas, se consideró como objetivo lo siguiente:

### **1.1. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar el crecimiento de brotes de *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar el crecimiento de la altura, diámetro y la cantidad de culmo por mata en la especie *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo.
- Calcular la tasa de mortalidad en la plantación de *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo.
- Describir el estado sanitario de los culmos de *Guadua angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Características de los bambúes

Desde hace más de 10 000 años en América se registró a los bambúes (Londoño, 2021). De acuerdo al tipo de rizomas que presentan los bambúes, son clasificados en paquimorfo, leptomorfo y amfimorfo, al respecto se describen las dos nominaciones más conocidas.

Los bambúes tipo paquimorfo son una fascinante especie vegetal que se adapta a una amplia gama de condiciones ambientales. Su presencia se destaca especialmente en regiones de altitudes comprendidas entre 500 y 1,200 metros sobre el nivel del mar. Esta variante de bambú florece mejor en climas tropicales, donde la temperatura óptima oscila entre los 20° y 26°C, creando un entorno propicio para su desarrollo (Valdez, 2016).

En cuanto a las condiciones pluviales, los bambúes paquimorfos muestran una notable versatilidad, prosperando en áreas que experimentan precipitaciones anuales que van desde 1,200 hasta 3,500 mm. La humedad relativa del aire desempeña un papel crucial en su crecimiento, y estos bambúes muestran un rendimiento óptimo cuando la humedad se mantiene entre el 75% y el 80% (Facil y Gomez, 2022).

La elección del suelo es otro factor clave para el éxito de los bambúes paquimorfos. Estos prosperan en suelos francos, franco limosos o areno limosos, siendo necesaria la presencia de materia orgánica para un desarrollo óptimo. Es importante destacar que la acidez del suelo también juega un papel crucial, y se recomienda que el pH se encuentre en un rango de 5 a 7 para garantizar condiciones ideales (Valdez, 2016).

La topografía de la región no parece ser una barrera para estos bambúes, ya que pueden adaptarse tanto a terrenos planos como a inclinados. Sin embargo, es importante señalar que los suelos alcalinos y salinos no son recomendados para su cultivo, ya que estos pueden afectar negativamente su desarrollo (Valdez, 2016).

En cuanto a los bambúes del tipo leptomorfo son una variante singular que despliega su esplendor en altitudes que oscilan entre 1 500 y 3 000 metros sobre el nivel del mar. Esta especie de bambú demuestra su capacidad de adaptación a climas más frescos, con una temperatura óptima que se sitúa entre los 10° y 18°C, creando un entorno propicio para su desarrollo en regiones montañosas (Londoño, 2021).

En cuanto a las condiciones pluviales, estos bambúes prosperan en áreas que reciben precipitaciones anuales que van desde 1,000 hasta 2,000 mm. La humedad relativa

del 75% complementa este escenario, proporcionando un ambiente ideal para el crecimiento saludable de esta variedad de bambú (Valdez, 2016).

La elección del suelo es un factor crucial para el florecimiento de los bambúes leptomorfos. Estos encuentran su hábitat ideal en suelos francos, franco limosos o areno limosos. La presencia de suficiente materia orgánica es esencial para su desarrollo óptimo, contribuyendo a su resistencia y vitalidad. El rango de pH del suelo recomendado para estos bambúes se encuentra entre 5 y 7, garantizando condiciones ideales para su crecimiento. Ya sea en topografías planas o inclinadas, estos bambúes leptomorfos demuestran su versatilidad al adaptarse a diversos perfiles de terreno (Valdez, 2016).

Es importante destacar que, aunque estos bambúes son resistentes, los suelos alcalinos y salinos no son recomendables para su cultivo. Esta precaución subraya la sensibilidad de estas especies a ciertos tipos de suelos, enfatizando la importancia de seleccionar cuidadosamente el entorno para garantizar su florecimiento óptimo (Londoño, 2021).

### **2.1.2. Crecimiento de los bambúes**

Las distintas etapas de crecimiento de los bambúes se describen detalladamente a continuación. En la fase inicial, conocida como el "Brote", se evidencia la emergencia de una sección protegida desde el rizoma, sin desarrollo de follaje, con una duración que abarca aproximadamente 6 meses. Posteriormente, la etapa de "Juventud" se caracteriza por culmos completamente verdes en los cuales aparecen las hojas, extendiéndose a lo largo de un período de 11 a 15 meses. A medida que los bambúes alcanzan la "Madurez", el verde vibrante cede su lugar a manchas circulares blancas, persistiendo esta fase durante 17 a 20 meses. Finalmente, la etapa de "Sobre Madurez" se presenta con culmos envejecidos y manchas circulares de tono rosa, acompañadas del secado de las ramas, extendiéndose a lo largo de un periodo que oscila entre 60 y 88 meses (Camargo, 2006).

El alargamiento del culmo comienza cuando los brotes tienen de 60 a 90 cm de longitud, y se comienzan a diferenciar los nudos y entrenudos. Los bambúes paquimorfos completan la longitud total y la lignificación de los culmos en término de 80 a 110 días. La velocidad de crecimiento del culmo en la mayoría de los bambúes se encuentra entre 10 y 30 cm/día, *Bambusa tulda* llega a 70 cm/día y *Phyllostachys edulis* crece hasta 120 cm/día (Valdez, 2016).

Es la primera fase de desarrollo del bambú. Se inicia cuando la parte apical del rizoma emerge del suelo e inicia el crecimiento del culmo, el cual nace con un diámetro definido. El crecimiento del culmo es muy rápido ya que alcanza su altura máxima entre seis meses a un año, que es cuando finaliza esta fase (Soria y Poppens, 2004).

EcoPlanet Bamboo (2014) manifiesta que, en el patrón de crecimiento del bambú, la cosecha de los culmos estimula el crecimiento de nuevos brotes de forma más rápida y frecuente, ya que se genera más espacio y mayor cantidad de recursos. Esta situación se evidenció en el lote de un año, ya que el aprovechamiento reciente de los culmos incidió de manera positiva en el crecimiento y desarrollo de nuevos brotes.

La planta en general puede tardar un año en terminar de crecer hasta lograr una altura de 30 metros y de 3 a 5 años en alcanzar sus propiedades estructurales. Si esta no es talada puede tardar 10 años en perder su resistencia y sus propiedades hasta finalmente colapsar (Sharma et al., 2014).

### **2.1.3. La *G. angustifolia***

Pertenece a la división Angiospermae, clase monocotiledónea, orden Poales, familia Poaceae, subfamilia Bambusoideae, tribu Bambuseae, a la Subtribu Guaduinae, y al género *Guadua* (Zea, 2013). Los bambúes son consideradas las gramíneas más grandes del mundo, se caracterizan por su larga duración en el tiempo con sistema radicular bien desarrollado, poseen cañas macizas en su mayoría hueca (Marín y Correa, 2010). Se le considera un cultivo forestal y su explotación depende del manejo que es una oportunidad económica y ambiental; es un buen medio para la conservación del suelo y el agua, sus raíces son fuertes, fibrosas; reduce la erosión de cuencas hidrográficas y protege riberas de los ríos (INBAR 2012).

La *G. angustifolia* a pesar de los avances en su conocimiento y uso es una planta que se puede considerar silvestre, con una amplia diversidad genética. Durante los últimos 10 años (2000-2011) se han realizado estudios genéticos utilizando marcadores moleculares AFLP, SSR, RAPD y microsátélites, estudios taxonómicos y fenológicos, lo que a contribuido sustancialmente al conocimiento de la variabilidad genética de esta especie en Colombia (Marulanda et al., 2002).

Más recientemente, el estudio sobre ‘Selección, genotipificación y multiplicación de materiales superiores de *Guadua angustifolia* con fines agroindustriales en el eje cafetero’ ha detectado, dentro de la oferta natural, nueve (9) materiales superiores: (5) para la industria de la construcción, (2) para muebles y artesanías y (2) para pre-industrialización. Por primera vez se le entrega a la cadena de la guadua nueve materiales seleccionados morfológica y físicamente, e identificados genéticamente, lo que permite garantizar la calidad de la materia prima para los diferentes procesos de transformación y sus productos finales, mejorar la competitividad del sector productivo de la guadua e impulsar su mercadeo a nivel nacional e internacional (Londoño, 2011).

#### 2.1.4. Desarrollo y productividad de la *G. angustifolia*

Dado el hábito perenne del bambú y a que su manejo productivo está basado en el desarrollo de sus tallos, estos tienen un ciclo de vida de 4 a 7 años y se pueden considerar las siguientes etapas, según Mercedes (2006):

Fase de renuevo o brotación, es aquella etapa en la que los culmos, cogollos o brotes se encuentran recién emergiendo, los entrenudos no se han elongado o estirado y están presentes las hojas caulinares. Temporalmente corresponde a edades menores de 180 días.

Fase juvenil, también llamada biche o verde. En ella las hojas caulinares están parcialmente caídas, las ramas empiezan a desarrollarse, el color de los brotes es de un verde intenso. La mayoría de los entrenudos se han desarrollado en tanto que los nudos comienzan a presentar una coloración blanquizca.

Fase madura, adulta o comercial, los tallos se tornan a verde pálidos, las ramas están totalmente desarrolladas, la madera se torna resistente y si la zona es relativamente húmeda los tallos presentan algunos líquenes.

Fase de sazónamiento o seca, se caracteriza debido a que el culmo inicia a perder resistencia y se llena de líquenes, el follaje es poco denso y el color del tallo es verde-pálido y amarillento.

Fase sobremadura o vieja, se empiezan a notar signos de degradación en los culmos (quebraduras o rajaduras en los tallos). Hay poco follaje en las ramas y da la apariencia y sensación de estar seco.

Según Camargo et al. (2011), al establecer una plantación de guadua, se observa un aumento significativo en la cantidad de culmos por mata durante los dos primeros años, llegando en ciertas ocasiones a cuadruplicar su valor. Sin embargo, entre el tercer y séptimo año, la cantidad de culmos comienza a disminuir. Este comportamiento se debe a que la mata comienza a regular el crecimiento, ya que cada culmo emergente tiende a tener dimensiones superiores en altura y diámetro. Las diferencias de las dimensiones de los culmos se observan en matas de hasta 9 años de edad.

Es una plantación que se encuentra en Puebla, México, a una altitud de 582 m sobre el nivel del mar. En esta región, las lluvias acumulan un promedio de 2,000 mm, y la temperatura media oscila alrededor de 22 °C. Se observó que los culmos de Guadua no experimentan crecimiento secundario en el diámetro a los primeros cinco años desde su establecimiento, lo que explica la ausencia de cambios en el diámetro a lo largo del tiempo (Aguirre-Cadena et al., 2018).

### **2.1.5. Mortalidad de la *G. angustifolia***

En la península de Osa, específicamente bajo la influencia de la Cooperativa de Productores de Palma, OSACOOOP, según Briceño (2017), en una zona caracterizada por altos niveles de precipitación anual que oscilan entre 4 000 y más de 6 500 mm, y altitudes que van desde el nivel del mar hasta 780 metros, con predominancia de suelos ultisoles e inceptisoles conocidos por su acidez elevada, drenaje deficiente y baja fertilidad, las plantaciones o rodales carecían por completo de un manejo adecuado. De las 35,88 hectáreas inicialmente plantadas, se identificó un área efectiva de 7,45 hectáreas distribuidas en 28 rodales, lo que representó un alarmante índice de mortalidad del 79,2%. Las principales razones detrás de esta elevada tasa de mortalidad incluyeron la ausencia de un manejo técnico y oportuno de los rodales, así como la plantación en condiciones de sombra boscosa y sitios de siembra con suelos compactados y mal drenados. En contraste, en otros lugares del sur, como en el distrito de Guaycará, propiedad de Bambutico S.A., se observan plantaciones más productivas con topografías más pronunciadas, pero con mayores niveles de precipitación y condiciones de suelo más propicias.

La mortalidad de esquejes por la sequía en la parcela de bambú fue de 70,0% (Fundación DANAC, 2003), mientras que la sobrevivencia de la guadua hasta abril de 2005 era de 90% (Marín et al., 2008).

Hay pocos informes sobre plagas en plantaciones de guadua, siendo uno de ellos el publicado por Jiménez y Valbuena (2011). Realizaron evaluaciones en rodales de la Hacienda La Guaira en el país de Colombia, donde encontraron insectos del orden Coleóptero, específicamente de la especie *Podischnus agenor*, y también larvas de un lepidóptero del género *Myelobia* sp.

Como parte de los daños causados por el coleóptero, se observaron perforaciones de grandes dimensiones en los rebrotes nuevos de guadua, afectando la calidad del producto destinado a la comercialización. En el caso del lepidóptero, los daños son de menor magnitud, pero aumentan cuando los pájaros carpinteros intentan capturar estas larvas, incrementando las aberturas que ya existían en los culmos (Jiménez y Valbuena, 2011). En el caso de Perú específicamente en la región de Amazonas el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2021) indica que observaron presencia de larvas en brotes tiernos de Guadua, pero no refieren el nombre científico de dicho agente causal.

### **2.1.6. Crecimiento de las plantas de bambú**

Podemos definir el crecimiento como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa.

Para que exista crecimiento no basta con que se haya producido división celular, dado que la simple división de una célula no constituye aumento de volumen o masa. El proceso de crecimiento incluye tres fases: división celular (mitosis y citocinesis), expansión de las células resultantes y diferenciación ulterior (Lallana, 2004).

El crecimiento se manifiesta pues como un aumento irreversible de la masa de un organismo vivo, órgano o célula. El aumento de la masa debe ser permanente, con lo que eliminamos de esta definición la variación de volumen debida a fenómenos osmóticos (ganancia de agua).

Puede darse crecimiento sin que aumente el tamaño, pero sí el número de células. También puede darse crecimiento con aumento de tamaño, pero disminución del peso seco, como el caso de una plantita originada a partir de una semilla, en la etapa previa a que la plántula pueda realizar fotosíntesis. Por último, podemos tener aumento de peso seco sin que haya crecimiento visible, como es el caso de una hoja que puede aumentar de peso durante el día al acumular productos de la fotosíntesis (Lallana, 2004).

El bambú, a diferencia de otras plantas, no tiene crecimiento diametral, disminuyendo proporcionalmente con la altura. En los primeros 4 a 12 meses son muy blandos y flexibles, por lo que se puede emplear en la fabricación de objetos artesanales tejidos. Las cañas alcanzan su máxima resistencia entre los 3 y los 6 años, edad apropiada para su empleo en construcción. Luego de los 6 años, empieza a perder vitalidad y a dañarse. Una vez que el bambú brota del suelo, lo hace con el diámetro máximo que tendrá de por vida, que no aumenta de grosor, sino que disminuye con la altura (Mercedes, 2006).

El crecimiento del bambú está basado en la elongación de los entrenudos. En general los basales maduran primero, aunque algunas especies como la *Guadua angustifolia*, los entrenudos medios maduran primero que los demás. Este alargamiento no ocurre ni al mismo tiempo ni a la misma velocidad (Liese, 1985). De acuerdo con Widmer (1990), el período de crecimiento de un tallo desde el momento en que emerge del suelo hasta adquirir su altura total es de 80-110 días en especies del grupo Paquimorfo o especies cespitosos (cada rizoma bulboso suele producir por año un solo rizoma nuevo) y de 30-80 en los del grupo Leptomorfo (La planta con rizoma leptomorfo se extiende más ampliamente, con nuevos brotes emergiendo a cierta distancia del culmo madre).

## **2.2. Estado del arte**

En un terreno que anteriormente era un pastizal, según Camargo et al. (2011), se estableció una plantación de *Guadua* con un espaciado de 4 m por 4 m. Esta plantación se encontraba a una altitud de 1200 m sobre el nivel del mar. En cuanto a las características del

suelo, el pH se mantenía neutro, con un contenido de materia orgánica elevado, aunque ligeramente limitado debido al alto contenido de arcilla. La cantidad anual de lluvia acumulada era de 1900 mm, y la temperatura promedio se mantenía alrededor de 24°C. A los 7 años de edad, las matas tenían, en promedio, 19 culmos. Tanto el crecimiento del diámetro como el de la longitud de los culmos fueron de forma exponencial, obteniendo promedios de 7,1 cm y 10,1 m, respectivamente

Bovis (2020) en su tesis titulada “Modelización matemática del crecimiento del diámetro y altura de cañas de *Guadua angustifolia* en el fundo agrícola de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Región Huánuco” elaboró un modelo matemático del crecimiento del diámetro y la altura de cañas de *G. angustifolia*, se midió la altura total, considerando periodos de cada siete días a 105 cañas que emergieron durante el periodo de la tesis, luego se analizó utilizando la herramienta estadística correlación de Spearman con la finalidad de corroborar alguna correlación y posteriormente se elaboró un modelo curvilíneo que exprese el comportamiento de la guadua. En los resultados se encontró que la guadua para que alcance su altura total necesita en promedio 7,45 meses, no se muestra correlación alguna del tiempo con el diámetro de las cañas, mientras que con respecto a la altura total se encontró correlación significativa que posteriormente se tradujo en un modelo polinómico de tercer grado de la forma  $Y = -3,5 \times 10^{-6} * (\text{días})^3 + 0,0014 * (\text{días})^2 - 0,0496 * (\text{días}) + 0,8023$ . Se concluye que el modelo del tiempo desde la emergencia del brote con la altura total en las cañas de guadua es muy práctico para su uso en futuros estudios bajo condiciones de Tingo María.

En Amazonas, Oblitas (2022) ha muestreado 100 culmos de guadua, observando características específicas del diámetro medido a 15 cm sobre el suelo, que abarcaron un rango desde 5,73 cm hasta 13,69 cm, con una media de 8,94 cm. En cuanto a la altura, se encontró un rango desde 8,50 m hasta 16,75 m, con un promedio de 11,71 m. Estos valores se basaron en culmos tanto verdes como maduros, con edades comprendidas entre tres y cinco años.

Pachamora (2019) llevó a cabo una estimación de la altura comercial en plantaciones de *Guadua angustifolia* en el distrito de Aramango, provincia de Bagua, región de Amazonas. Empleó técnicas de modelamiento y redes neuronales artificiales en su estudio. Utilizando 200 varas seleccionadas aleatoriamente por hectárea, midió el diámetro a la altura del cuello (DAC) en el rango de  $6 \text{ cm} < \text{DAC} < 16 \text{ cm}$ , así como la altura comercial (H). Los resultados revelan que el tercer entrenamiento, que consistió en procesar los datos al 50% para el entrenamiento y al 50% para la generalización, proporciona estimaciones más precisas que los otros métodos utilizados con la técnica de redes neuronales artificiales para la estimación de la altura comercial.

En comparación, la regresión matemática con sistema de ecuaciones se mostró ineficiente para la estimación de la altura comercial del bambú, indicando un bajo grado de confiabilidad en los datos estimados. En consecuencia, se concluye que el uso de la técnica de redes neuronales artificiales arroja resultados óptimos en términos de parámetros estadísticos, ofreciendo estimaciones más precisas de la altura comercial de la *G. angustifolia* en comparación con la técnica de modelamiento matemático (Pachamora, 2019).

En la tesis de Mognon (2015) denominada “Evaluación del comportamiento del crecimiento, la biomasa y las reservas de carbono en las especies de bambú”, relacionó variables biométricas como el diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro del cuello y altura total de la planta para estimar la biomasa seca total obteniendo diferentes ecuaciones, entre ellas:  $(\ln ps = -3,05431 + 1,79888 \ln dcuello - 0,54992 \ln dap^2 + 0,5093 \ln(dap \cdot h^2))$ .

Calderón (2012) estima la altura y diámetro del tallo en tiempo real, evaluando el desarrollo a partir de brotes de las especies *Gigantochloa apus* y *G. verticillata*, obteniéndose como resultado que estadísticamente para la altura existió diferencia significativa coeficiente de variación del 17,73 % y no existió diferencia significativa para la variable diámetro de tallo coeficiente de variación del 17,23%.

Para Malleux (2009), en el sector peruano del Muyo, ubicado en la región de Amazonas, se llevaron a cabo monitoreos en 4 parcelas que sumaron un total de 1700 tallos de bambú por hectárea. Se obtuvo un diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio de 9,5 cm, con una variabilidad que oscila entre 2 cm y 18 cm. Esto se ajusta a la curva de distribución de frecuencias de clases diamétricas, donde se observa una tendencia hacia una distribución normal o curva de Gauss. En este caso particular, la curva se ajusta a una ecuación múltiple con un factor  $R^2$  igual a 0,82, indicando una notable correlación entre las frecuencias de individuos según sus diámetros.

Este patrón es característico de rodales homogéneos y coetáneos, así como de plantaciones, donde la mayor concentración de frecuencias se encuentra alrededor del promedio (en este caso, 9,5 cm), con un bajo número de individuos en los extremos inferior y superior de los diámetros (Malleux, 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación geográfica y política

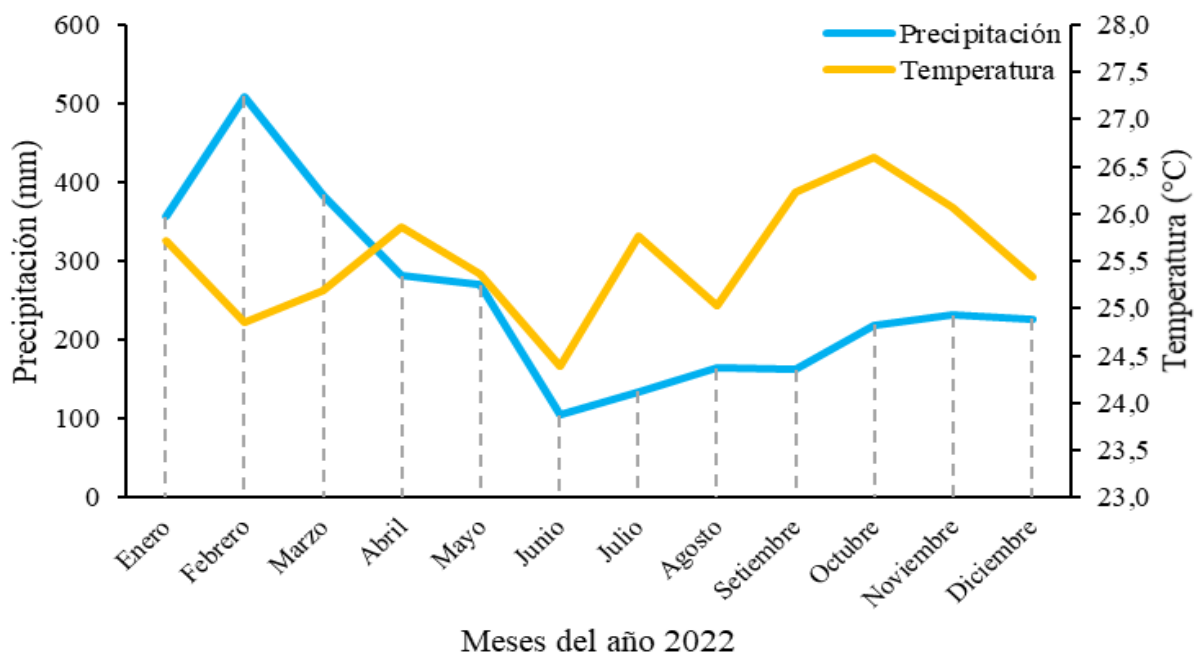
La plantación de *G. angustifolia* que se consideró en estudio fue instalado en el mes de octubre del año 2018 (3,25 años a la fecha de evaluación) y abarca un área de 1500 m<sup>2</sup> que contiene 68 matas distribuidos a un distanciamiento de 5 m x 4 m. Políticamente se encuentra localizado en el distrito de Pueblo Nuevo en la provincia de Leoncio Prado de la región Huánuco.

##### 3.1.2. Altitud

La plantación se encuentra ubicada a una altitud sobre el nivel del mar de 610 metros.

##### 3.1.3. Características climáticas

La precipitación anual en el año 2022 fue 3 044,30 mm, con temperatura media anual de 25,53 °C (**Figura 1**) y la humedad relativa fue de 81,72% (SENAMHI, 2022).



**Figura 1.** Comportamiento de la precipitación acumulada y temperatura promedio de la zona en estudio.

##### 3.1.4. Características edáficas

Es un suelo Franco Arcillo Limoso debido a que contiene 26% de arena, 29% de arcilla y 45% de limo, con 5,85 de nivel de pH, 0,245 dS/cm de conductividad eléctrica,

1,525% de materia orgánica, 0,076% de nitrógeno, 0,885% de carbono, 10,408 ppm de fósforo disponible, 116,949 ppm de potasio disponible, 5,131 de capacidad de intercambio catiónico (**Figura 26** del Anexo).

## **3.2. Material y métodos**

### **3.2.1. Materiales y equipos**

Fue necesario utilizar materiales como pintura esmalte de color negro y un pincel delgado con el propósito de aplicar códigos en los letreros pequeños. Entre las herramientas e instrumentos de medición, se incorporó una vara graduada con una longitud de hasta 5 metros para medir la altura de los rebrotes nuevos. En caso de que los brotes nuevos, se empleó una wincha de 5 metros para realizar la medición de manera directa. En cuanto a los equipos, se incluyó el uso de un receptor GPS, un computador portátil y una cámara fotográfica. Además, se consideró el uso de herramientas como el machete y un tubo muestreador de suelos.

### **3.2.2. Criterios de investigación**

#### **3.2.2.1. Tipo de investigación**

Fue de tipo longitudinal (Supo y Zacarías, 2020) debido a que la variable crecimiento de los culmos o rebrotes nuevos fueron medidos en más de una ocasión, ya que se realizó el seguimiento respectivo a través del tiempo.

#### **3.2.2.2. Nivel de investigación**

A pesar que se realizó el seguimiento respectivo del crecimiento de los brotes, el estudio fue de nivel descriptivo (Supo y Zacarías, 2020) debido a que se utilizó los estadísticos descriptivos para poder alcanzar los objetivos planteados.

### **3.2.3. Metodología**

#### **3.2.3.1. Descripción del crecimiento de la altura, diámetro y la cantidad de culmo por mata en la especie *G. angustifolia***

Los procedimientos a tener en cuenta estuvieron adaptados de la metodología empleada por Bovis (2020), Orozco et al. (2020) y Mercedes (2006) que estudiaron en matas adultas de los bambúes, pero para centrarse en el estudio realizado se tuvo en cuenta algunos aspectos de los métodos de investigación, siendo estos los siguientes:

Limpieza de la plantación, esto estuvo enfocada con una limpieza general de la plantación con fines de poder realizar las actividades posteriores, para esto, se utilizó el machete realizando cortes de las plantas perjudiciales o las que se encontraban en competencia con los bambúes.

Codificación de matas y brotes nuevos, la parcela seleccionada para el estudio consistió en 68 matas de bambú, todas de la misma especie y con una edad

similar, establecidas en una superficie de 1500 m<sup>2</sup>. Estas matas fueron plantadas hace aproximadamente 3,25 años y se encuentran en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo, según lo indicado por Supo y Zacarías (2020). Este conjunto de 68 matas representó la población en estudio.

Para la muestra, se seleccionaron aleatoriamente 27 matas desde su establecimiento, siguiendo un método de muestreo no probabilístico, según la decisión del docente a cargo de la plantación. Cada una de estas matas fue codificada para su identificación a lo largo del tiempo. La codificación se realizó pintando un culmo maduro, al cual se le asignó un número secuencial del uno al 27. Esta medida se implementó para evitar confusiones en las evaluaciones subsiguientes.

Posteriormente, se llevó a cabo un conteo de todos los culmos presentes en cada mata codificada. Este conteo se basó en la categorización del estado de madurez de los culmos (**Figura 2**), según la clasificación propuesta por Cobos y León (2007). Esta clasificación incluye las etapas de renuevo, con una edad de hasta seis meses; juvenil, que abarca desde los 6 hasta los 16 meses; madura, que se extiende hasta los 33 meses; y culmo seco.



Fuente: Cobos y León (2007).

**Figura 2.** Imagen referencial del estado de madurez de los culmos.

Para el caso de los rebrotes, se ha tenido que colocar placas con codificaciones que incluyan el número de mata y el número de culmo (**Figura 3**), esta numeración fue correlativo en cada mata de manera independiente ya que por tratarse de un

estudio de tipo longitudinal (Supo y Zacarías, 2020) debido a que la variable de interés como es el caso del “crecimiento” de los culmos o rebrotes nuevos fueron medidos en más de una ocasión, y al pasar el tiempo aparecieron nuevos brotes que también fueron medidas por periodos de cada siete días o semanal hasta los seis meses que perduró la etapa de campo o recolección de datos; en este estudio no se realizó ninguna manipulación deliberada por parte del tesista que afectó el crecimiento con lo cual se le categorizó en el diseño no experimental (Hernández et al., 2014) y para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación sistemática o semiestructurada (Supo y Zacarías, 2020) debido a que se necesitó elementos de apoyo o medios de observación como el vernier y la wincha para obtener la dimensiones de los culmos.

A manera de aclaración, se registró como unidad de estudio individual (Supo y Zacarías, 2020) a “un brote nuevo” del bambú en estudio y estuvo vinculado al momento de medir los indicadores como la altura total y el diámetro a 0,50 m sobre el suelo.



**Figura 3.** Codificación de los culmos nuevos de *G. angustifolia*.

En el caso de la longitud de los culmos, se le ha medido con una wincha de cinco metros hasta que dicho culmo ya no se pueda medir con la wincha y en ese caso se adecuó una escalera de madera (**Figura 4**) apoyado con una vara graduada en centímetros con la finalidad de seguir las mediciones hasta los seis meses que se realizó el estudio.

Respecto al indicador diámetro basal de los culmos que presentaban crecimiento, se uniformizó el punto referencial donde se ejecutó la medición, en este caso fue de 50 cm sobre la superficie del suelo (Bovis, 2020. Orozco et al., 2020 y Mercedes, 2006), con los datos obtenidos de la medición semanal se realizó en la representación de los resultados una curva de crecimiento donde en el eje de las abscisas estuvo determinada por el tiempo transcurrido en semanas y la ordenada fue la dimensión tanto de la longitud como el diámetro que alcanzaron los culmos nuevos.



**Figura 4.** Medición de la altura total del culmo de *G. angustifolia*.

Los datos del crecimiento estuvieron conformados por indicadores que fueron contados y medidos con la cual se accedió a utilizar la estadística descriptiva que es una particularidad de los estudios con enfoque cuantitativo (Hernández et al., 2014). Al respecto, los datos de la altura total fueron tabulados para su posterior procesamiento, debido a que hubo brotes que emergieron y se mantuvieron vivos, pero no mostraron indicios de haber crecido por encima de los cinco metros durante las 24 semanas de duración de la investigación, se optó por excluir dichas evaluaciones en la elaboración de los diagramas de crecimiento. Además, se procedió a agrupar los culmos según las fechas de emergencia, ya que presentaban diversas velocidades de crecimiento que dificultaban la construcción de los mencionados diagramas. Una vez obtenidos los culmos agrupados, se calculó el promedio aritmético mediante el uso de Ms Excel 2010 y se avanzó en la elaboración de siete

proyecciones de curvas hasta la semana 14 de evaluación. A partir de ese punto, se decidió omitir la continuación de la proyección, dado que no lograron alcanzar dimensiones superiores a los cinco metros en las 10 semanas restantes, marcando así el final de la fase de campo de la investigación.

Con el propósito de evaluar la velocidad de crecimiento de los culmos, se procedió a calcular la diferencia entre los datos de las semanas consecutivas. Por ejemplo, se restó el valor de la altura de un culmo medido en la segunda semana con el valor correspondiente del mismo culmo obtenido en la primera semana, generando así un número al que denominamos "incremento". Estos cálculos se llevaron a cabo hasta que cada culmo alcanzó su valor máximo. En casos en los que la medida se mantuvo constante, se suspendieron los cálculos. Para caracterizar estos datos en los estudios de nivel descriptivo (Supo y Zacarías, 2020), se determinaron el valor mínimo, el valor máximo, la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación mediante el uso de Ms Excel 2010 que posteriormente se plasmó en una tabla.

Para estimar el crecimiento diario de la longitud de los culmos, se emplearon los incrementos de los datos registrados de los culmos vivos, los cuales se organizaron en grupos por semanas de evaluación. Estos incrementos se dividieron por el valor de siete, que representa la cantidad de días que abarca una semana. Posteriormente, se calculó el promedio para los culmos agrupados por semanas en las que emergieron dichos brotes, generando así siete grupos de análisis diferenciados por fecha del año 2022. Además, se obtuvo una media global del crecimiento en altura total diario de los culmos de la especie en estudio. Este resultado de los promedios se representó finalmente en un diagrama de barras elaborado en Ms Excel 2010 con el propósito de que se facilite la interpretación y comparación correspondiente.

### **3.2.3.2. Cálculo de la tasa de mortalidad en la plantación de *G. angustifolia***

Para esta variable se consideró como unidad de estudio colectiva (Supo y Zacarías, 2020) a “una mata de bambú” de la plantación indicada, solamente presentó funcionalidad en el caso de que se determinó los indicadores como son la tasa de mortalidad por matas y el estado fitosanitario de los brotes nuevos por cada mata. A recolección de datos se realizó mediante el conteo de los culmos, se procedió obteniendo la sumatoria de todos los culmos por mata y también solamente los culmos nuevos, a esto se le aplicó la expresión matemática utilizados por Carvajal-Vanegas y Calvo-Alvarado (2013) cuya fórmula fue la siguiente:

$$M = (\ln BT - \ln BI) / T$$

Siendo:

M : Mortalidad expresado en porcentaje considerando el periodo de tiempo en años

Ln : Logaritmo natural

BT : Total de culmos al inicio

BI : Cantidad de culmos vivos al final del estudio

T : Tiempo expresado en años

Además, se incluyó el cálculo del reclutamiento ( $r$ ) correspondientes a la aparición de nuevos culmos en las matas durante el periodo de ejecución de la tesis, siendo la fórmula utilizada la siguiente (Carvajal-Vanegas y Calvo-Alvarado, 2013):

$$r = (\ln N_{11} - \ln N_s) / T$$

Siendo:

$r$  : Brotes nuevos expresado en porcentaje considerando el periodo de tiempo en años

Ln : Logaritmo natural

$N_{11}$  : Total de culmos vivos al final del estudio

$N_s$  : Cantidad de culmos vivos al inicio del estudio

T : Tiempo expresado en años

Para el análisis de los datos, se consideró únicamente el periodo de 24 semanas, equivalente a 0,5 años. La fórmula de la mortalidad se aplicó de manera acumulativa por semanas en Ms Excel 2010, generando valores de tasa de mortalidad en la primera semana, a los 15 días, 21 días, 28 días, y así sucesivamente hasta los seis meses de duración de las mediciones. Estos valores se utilizaron para construir una curva que representa el comportamiento de la mortalidad a lo largo de medio año.

Adicionalmente, se incluyó de manera similar la determinación de los culmos reclutas de forma semanal. A excepción de la mortalidad, se eliminaron los valores de los brotes nuevos encontrados en la primera evaluación debido a la falta de información sobre la edad de estas unidades. Aunque eran culmos nuevos, los resultados se agregaron a la curva de mortalidad, generando así dos curvas para analizar el comportamiento a lo largo del tiempo en la plantación de *G. angustifolia*.

Para el análisis de los datos de ambas variables correspondientes a cada mata de bambú, se utilizó el último valor de la mortalidad y reclutamiento donde la fórmula consideró como tiempo a 0,5 años (24 semanas), a dichos valores porcentuales se le

sometieron a la estadística descriptiva en el paquete estadístico SPSS v 27, en donde las medidas de dispersión calculadas fueron:

- Valor N o cantidad de datos que representaban a la cantidad de matas de bambúes evaluadas en la plantación.
- Mínimo, que representó al valor mínimo o más bajo de la mortalidad o reclutamiento en una determinada mata.
- Máximo, que representó al valor máximo o más alto de la mortalidad o reclutamiento en una determinada mata.
- El promedio aritmético, obtenido mediante la sumatoria de los datos sea la mortalidad o reclutamiento y dividida con la cantidad de matas evaluadas.
- El coeficiente de variación, obtenida mediante la expresión:

$$CV = (DE/promedio) * 100$$

Siendo:

CV : Coeficiente de variación

DE : Desviación estándar

Promedio : Promedio aritmético de la muestra

Con estos estadísticos calculados, se plasmaron en una tabla y también se elaboró una gráfica de barras donde se utilizó el promedio aritmético acompañado de las barras de error obtenidos en base a los valores de la desviación estándar de los datos para ambas variables indicadas con la que se buscó la facilidad de análisis visual de los resultados.

### **3.2.3.3. Determinación del estado sanitario de los culmos en la plantación de *G. angustifolia***

En caso del estado fitosanitario, se procedió a verificar cada culmo nuevo y en caso de encontrar algún daño ocasionado por insectos o fauna silvestre (Bovis, 2020, Orozco et al., 2020 y Mercedes, 2006), se anotó la cantidad de culmos y el posible causante de ello, debido a que se trató de una variable tipo discreta (cantidad de culmos con daños), en la hoja de cálculo Ms Excel 2010 se elaboró un diagrama de sectores en porcentajes contenidas de cuatro categorías como son:

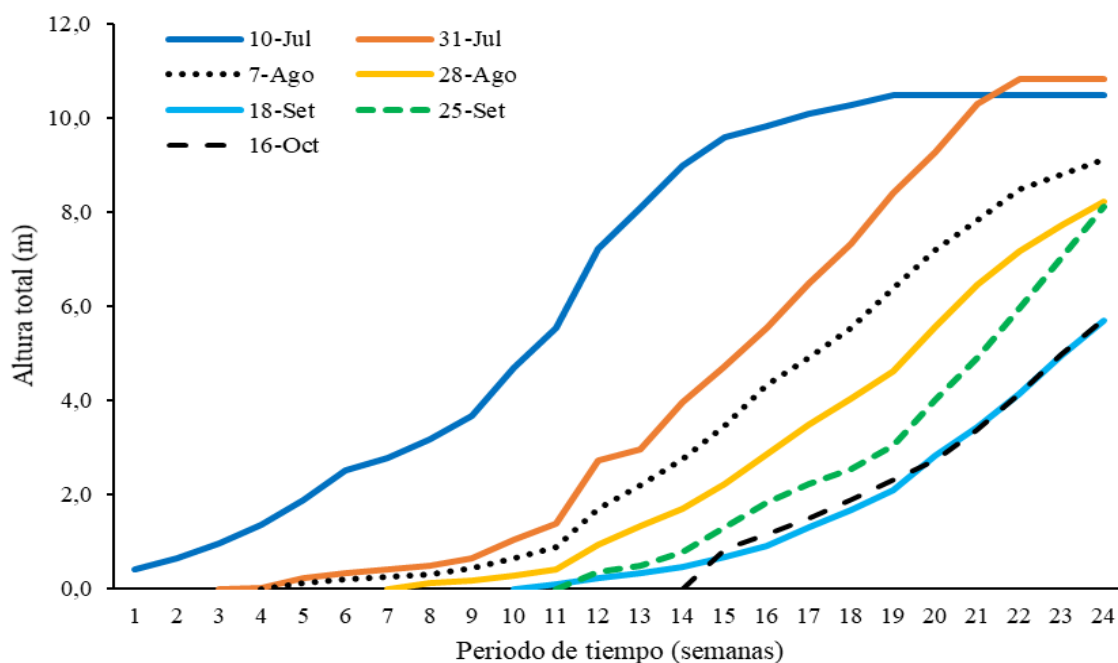
- Culmo vivo y sano.
- Culmo vivo y perforado.
- Culmo muerto.
- Culmo muerto y perforado.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Crecimiento de la altura, diámetro y la cantidad de culmo por mata en la especie *G. angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo

###### 4.1.1. Crecimiento de la altura total en culmos de *G. angustifolia*

La curva de crecimiento de los culmos de bambú exhibe diversos comportamientos, destacándose un crecimiento más acelerado en los períodos iniciales de precipitación. Además, se observa una mayor altura en los culmos que emergen en tiempos más recientes (**Figura 5**).



**Figura 5.** Comportamiento de la altura total en los culmos de *G. angustifolia*.

Se observó una alta variabilidad en el comportamiento de la altura total de los culmos (**Figura 5**). Esto se debe a que las matas de bambú aún son jóvenes. En este sentido, Camargo et al. (2011) destacan que se pueden encontrar diferencias en los valores de la longitud de los culmos en matas de bambú hasta aproximadamente los 9 años, similar a lo encontrado en bosques naturales de Guadua.

En cuanto al tiempo necesario para que un culmo alcance su altura máxima, este resulta ser variable. Es notable que los culmos más recientes alcanzaron una altura mayor en comparación con los culmos más antiguos (**Figura 5**), esta característica es peculiar debido a que las matas que fueron objeto de estudio eran jóvenes. Bovis (2020) informó

respuestas que indican un tiempo mayor necesario para que los culmos suela alcanzar su longitud total en matas maduras ubicadas en el distrito Rupa Rupa, donde se necesitaron en promedio 223 días (7,45 meses) desde la emergencia de los brotes hasta que alcanzaron su altura máxima.

En la proyección de las curvas de crecimiento de los culmos, se registró que no superaron los 10,84 m de longitud (**Figura 5**), esto es menor a lo reportado por Oblitas (2022) en la región de Amazonas, donde la altura presentó un rango desde 8,50 m hasta 16,75 m, con un promedio de 11,71 m, siendo estos datos basados en culmos tanto verdes como maduros, con edades comprendidas entre tres y cinco años, este reporte ratifica la alta variabilidad encontrada en las matas del bambú en estudio, existiendo diferencias de edades de los culmos y también los culmos son de diferentes longitudes no siendo todos aptos para su comercialización, pero que cumplen funciones de mantener vivos a las matas ya que generalmente muchos culmos de longitudes menores dan origen a brotes que crecerán como culmos de mayor longitud.

En el análisis descriptivo, se observan diversos promedios de crecimiento semanal en los brotes nuevos, siendo el más alto el 10 de julio y el más bajo el 18 de septiembre. Además, estos valores presentaron una alta variabilidad, con un coeficiente de variación que supera el 37,19%. También se registraron valores en las que el crecimiento semanal fue del 0% (**Tabla 1**).

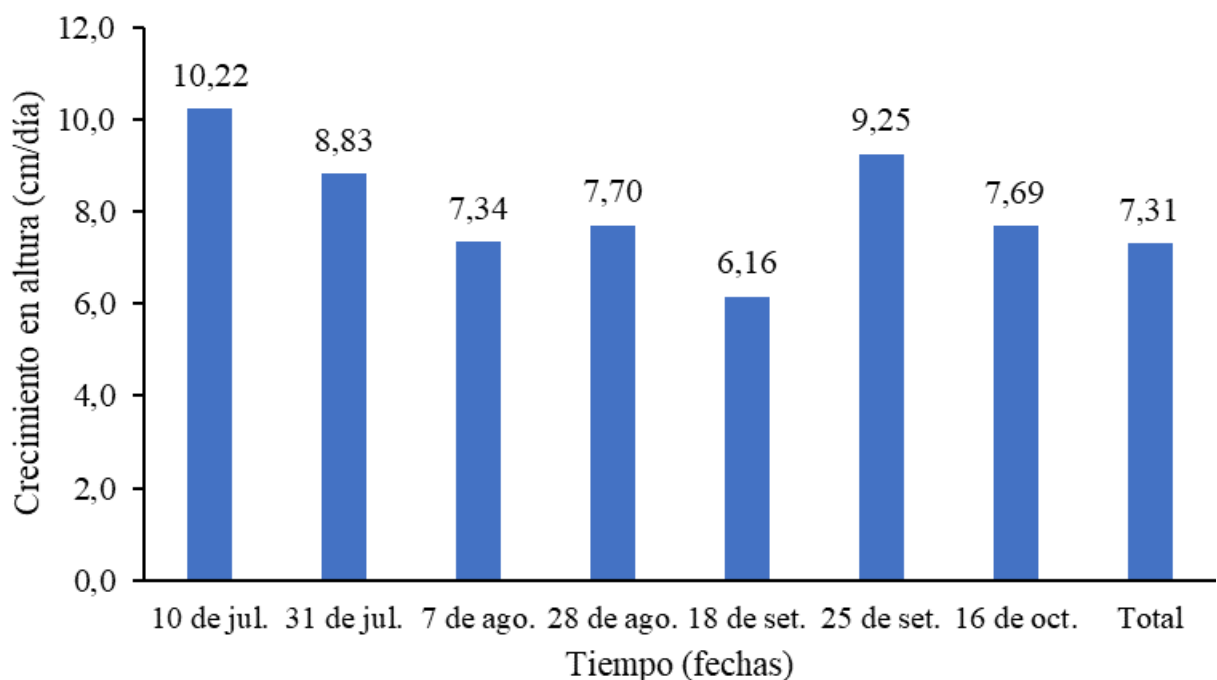
**Tabla 1.** Características descriptivas del crecimiento semanal en altura total de los culmos de *G. angustifolia*.

Estadísticos	Semanas de emisión de brotes						
	10-Jul	31-Jul	7-Ago	28-Ago	18-Set	25-Set	16-Oct
Mínimo	1,40	4,00	0,00	0,90	8,00	13,00	30,50
Máximo	225,90	162,70	161,70	167,00	102,00	109,00	85,00
Media	71,56	61,79	51,39	53,93	43,14	64,74	53,83
Desviación	47,88	42,95	40,92	37,66	26,97	34,88	20,02
CV (%)	66,90	69,50	79,63	69,83	62,53	53,88	37,19

CV: Coeficiente de variación

Durante el mes de julio, se registró un crecimiento diario superior en los culmos nuevos, seguido de una disminución hacia mediados de septiembre. A fines de septiembre, se observó un nuevo incremento. En términos generales, el crecimiento promedio

de esta especie es de 7,31 cm (**Figura 6**), este resultado resultó ser inferior al informado por Bovis (2020) para la misma especie de bambú, donde el máximo promedio de aumento en la altura de los culmos por día alcanza los 17,54 cm, generalmente observado a los 154 días (5,13 meses) después de la emergencia del culmo por tratarse de matas adultas que fueron evaluadas. Generalizar un promedio para el crecimiento de los culmos es una acción muy subjetiva, ya que los incrementos diarios muestran un comportamiento similar a una curva normal, concluyendo que, en los primeros días de haber emergido, el aumento de la altura es mínimo, luego se incrementa el valor y finalmente suele disminuir.

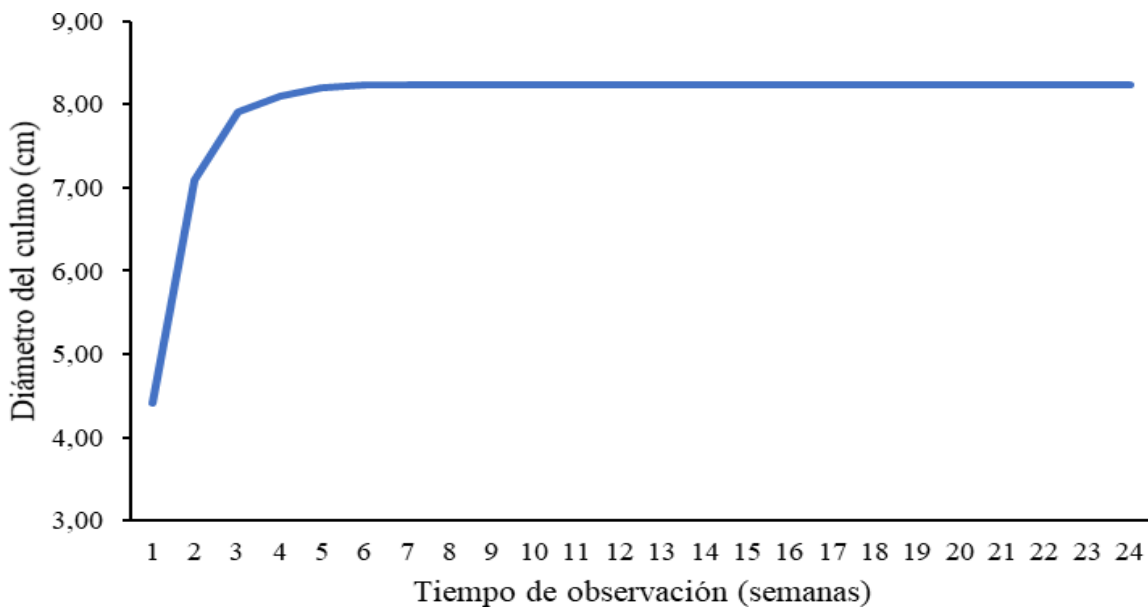


**Figura 6.** Crecimiento medio diario en altura total de los culmos de *G. angustifolia*.

El crecimiento en altura diario de los culmos varía según cada individuo, dependiendo de la fecha de emergencia y la edad de la planta. Esta información se presenta en un estudio realizado por Pachamora (2019), quien buscó estimar la altura comercial en plantaciones de *G. angustifolia*. Entre los factores limitantes para que los culmos alcancen este objetivo, se observó que el incremento en altura durante los primeros 30 días oscila entre 4 cm y 6 cm en un periodo de 24 horas. Una vez que un culmo ha alcanzado los 90 cm de altura, la media del crecimiento diario se eleva al rango de 9 cm a 11 cm en cada 24 horas. Estos rangos son significativos, ya que algunos culmos emergidos (**Figura 6**) en diferentes fechas de evaluación presentaron incrementos de altura que concuerdan con lo indicado por el autor mencionado.

#### 4.1.2. Crecimiento del diámetro en culmos de *G. angustifolia*

El análisis agrupado por semanas revela un comportamiento inicial del diámetro basal de los culmos que es notablemente prolongado; sin embargo, posteriormente, los valores diametrales se uniformizan. Además, se observa que los culmos más recientes o cercanas a los días con mayor precipitación logran alcanzar diámetros superiores en comparación con los culmos más antiguos (**Figura 7**).



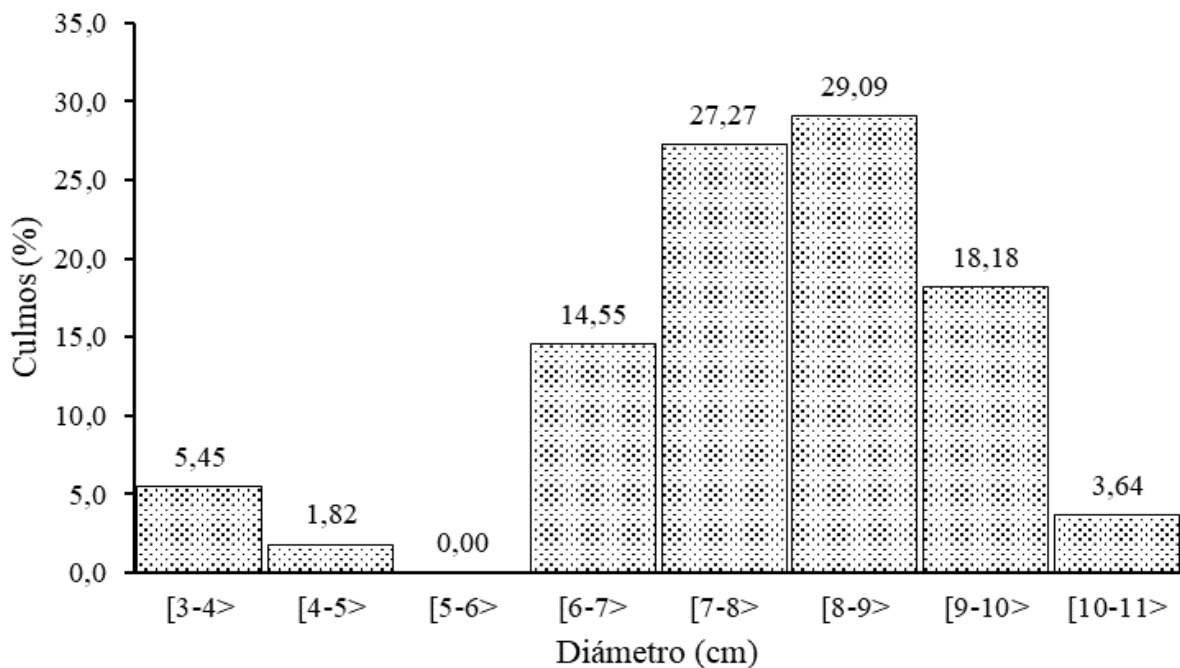
**Figura 7.** Comportamiento del diámetro basal de los culmos de *G. angustifolia*.

El crecimiento del diámetro es notablemente rápido durante los primeros períodos de emergencia del culmo, y esto se atribuye a que las mediciones se llevaron a cabo a 50 cm sobre el suelo. Con el paso del tiempo, se evidencia una estabilización en el valor del diámetro del culmo. Además, al observar el transcurso de las semanas desde el inicio del estudio hasta los 6 meses, se nota que los últimos culmos que emergen suelen tener un diámetro mayor (Figura 7), lo cual podría confirmar que la mata continúa en crecimiento. En relación con esto, Aguirre-Cadena et al. (2018) señalan que, a los 5 años, los culmos presentan diámetros similares, ya que la especie de bambú estudiada no experimenta crecimiento secundario. Varios autores indican de manera general que el brote de bambú inicia su crecimiento con un diámetro definido, pero no aclaran que esta afirmación se refiere a los culmos que ya han alcanzado una edad aproximada de un mes. Esto se debe a que, al emerger, los brotes en la parte apical tienen un diámetro menor, ya que son más delgados y también presentan hojas modificadas que causan ligeras variaciones en las dimensiones finales que tendrá un culmo maduro.

La distribución de los culmos en relación al diámetro revela mayores valores concentrados entre 7 y 9 cm, mientras que los valores más bajos se encuentran agrupados por debajo de 6 cm, así como también los culmos que superan los 10 cm de diámetro (Tabla 2 y Figura 8), ratificando estos datos que las matas en estudio fueron jóvenes, mientras que en matas adultas el rango fluctúa desde 6 cm hasta 16 cm como lo reportó Pachamora, (2019) en el distrito de Aramango de la provincia Bagua al evaluar una plantación de la misma especie en estudio.

**Tabla 2.** Distribución de los culmos por clases diamétricas en *G. angustifolia*.

Categorías del diámetro (cm)	Culmos (unidad)	Culmos (%)
[3-4>	3	5,45
[4-5>	1	1,82
[5-6>	0	0,00
[6-7>	8	14,55
[7-8>	15	27,27
[8-9>	16	29,09
[9-10>	10	18,18
[10-11>	2	3,64
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100,00</b>



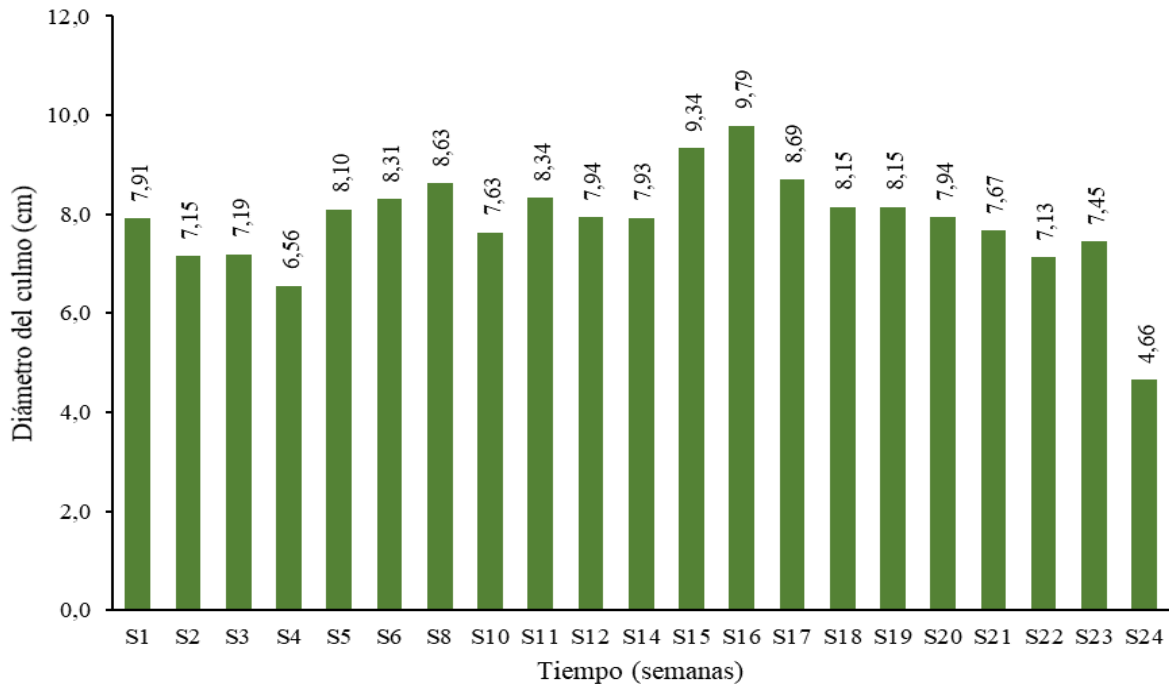
**Figura 8.** Histograma de las clases diamétricas de los culmos de *G. angustifolia*.

El diámetro de los culmos medidos a 50 cm sobre el suelo osciló alrededor de los 8,24 cm. Estos datos fueron bastante homogéneos con coeficientes de variaciones muy bajas, a excepción del dato heterogéneo observado en la mata 8 (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Caracterización del diámetro basal de los culmos de *G. angustifolia* por matas.

Matas	N	Mínimo	Máximo	Media (cm)	Error est.	Desviación est.	CV (%)
1	2	7,77	7,80	7,78	0,02	0,02	0,29
2	1	8,15	8,15	8,15			
3							
4							
5	3	7,77	8,98	8,19	0,39	0,68	8,31
6							
7	1	9,58	9,58	9,58			
8	2	4,58	8,05	6,32	1,73	2,45	38,83
9							
10	2	7,58	7,83	7,70	0,13	0,18	2,34
11							
12							
13	1	8,63	8,63	8,63			
14	3	8,31	9,04	8,56	0,24	0,41	4,83
15							
16							
17	2	6,84	8,98	7,91	1,07	1,51	19,06
18	2	7,03	9,29	8,16	1,13	1,60	19,57
19	4	6,68	9,42	8,51	0,64	1,27	14,92
20							
21	5	7,13	9,61	8,42	0,41	0,92	10,89
22	1	8,15	8,15	8,15			
23	3	9,71	10,92	10,28	0,35	0,61	5,91
24	5	6,53	7,99	7,44	0,26	0,59	7,90
25	3	6,56	8,12	7,28	0,45	0,79	10,80
26	4	8,31	9,58	8,98	0,26	0,52	5,81
27	1	8,40	8,40	8,40			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>4,58</b>	<b>10,92</b>	<b>8,24</b>	<b>0,17</b>	<b>1,13</b>	<b>13,77</b>

El diámetro basal de los culmos de *G. angustifolia* mostró variaciones a lo largo del tiempo de evaluación de las matas. En la semana 16, se encontraron culmos con diámetros mayores, mientras que en las semanas cuatro y 24, los valores fueron inferiores (**Figura 9**).



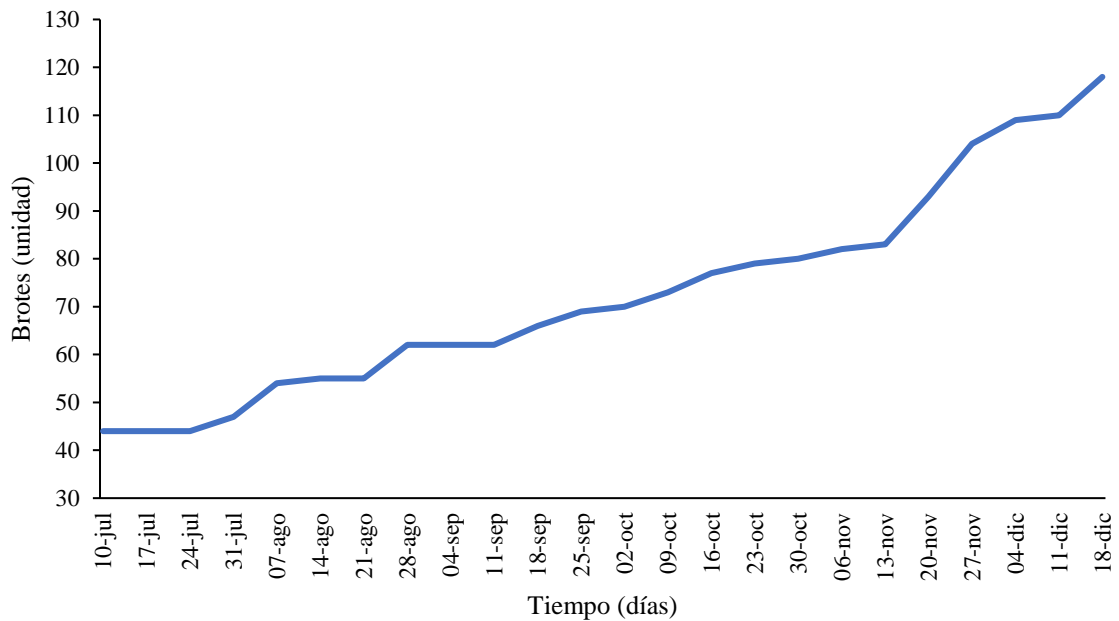
**Figura 9.** Variación en el tiempo del diámetro basal promedio de los culmos de *G. angustifolia*.

El 50,91% de los culmos nuevos presentaron diámetros superiores a los 8 cm, según se muestra en la **Tabla 2** y la **Figura 9**. Estos resultados difieren notablemente de los obtenidos por Camargo et al. (2011), quienes, en un estudio con la misma especie de bambú y una plantación de 7 años de edad, registraron solo un 4,6% de culmos con diámetros que oscilaban entre 8,3 y 8,4 cm. Esta disparidad podría atribuirse a las condiciones del entorno en el que se estableció la plantación, ya que el autor menciona que el terreno previamente era un pastizal, mientras que en nuestro estudio el terreno era una purma secundaria.

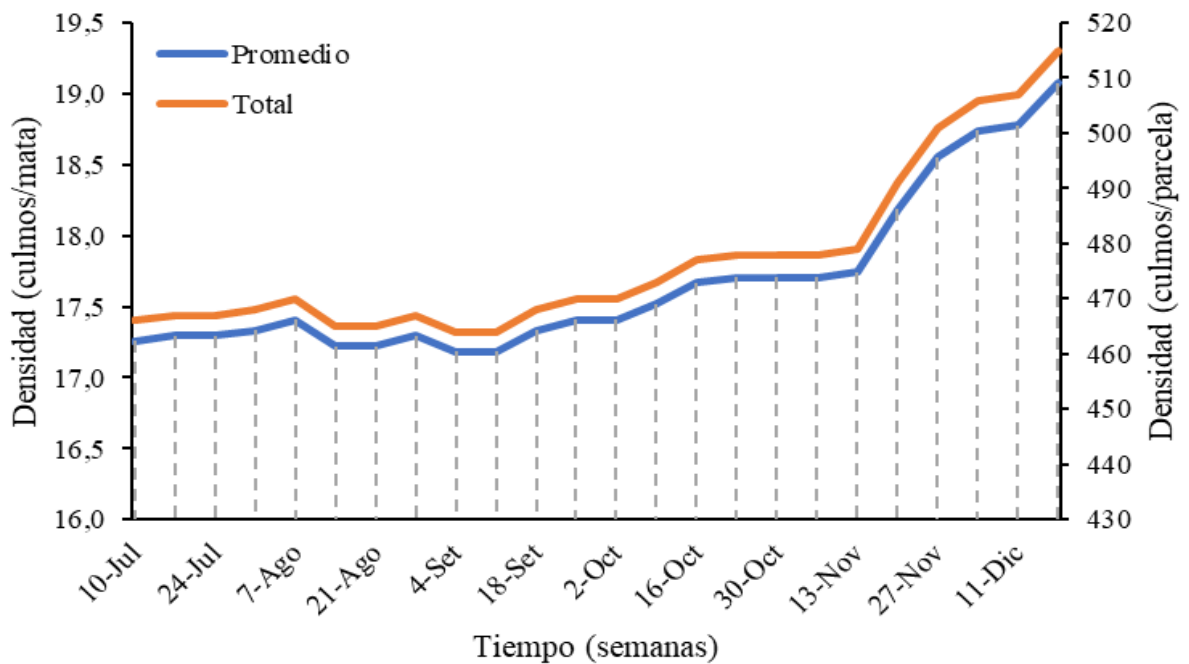
Otro de los aspectos que vinculados al diámetro de los culmos estaría representado por la edad de las matas, tal es así que en el estudio ejecutado por Bovis (2020), se encontró diámetros que fluctuaron desde los 7,32 cm hasta los 15,98 cm con una media de 11,8 cm, esto debido a que las matas fueron adultos con una edad aproximada de 50 años establecidos en suelos ligeramente ácido con un valor del pH de 6,17 y nivel medio de materia orgánica (2,20%).

#### 4.1.3. Cantidad de culmos en *G. angustifolia*

El aumento en la cantidad de culmos fue más notable a partir del 13 de noviembre. Además, este comportamiento se observó tanto en la cantidad de culmos por mata como en la cantidad de culmos por parcela, ratificando la existencia de una relación directa y positiva entre estas dos variables (**Figuras 10 y 11**).



**Figura 10.** Variación de la cantidad de culmos por semanas evaluada de *G. angustifolia*.



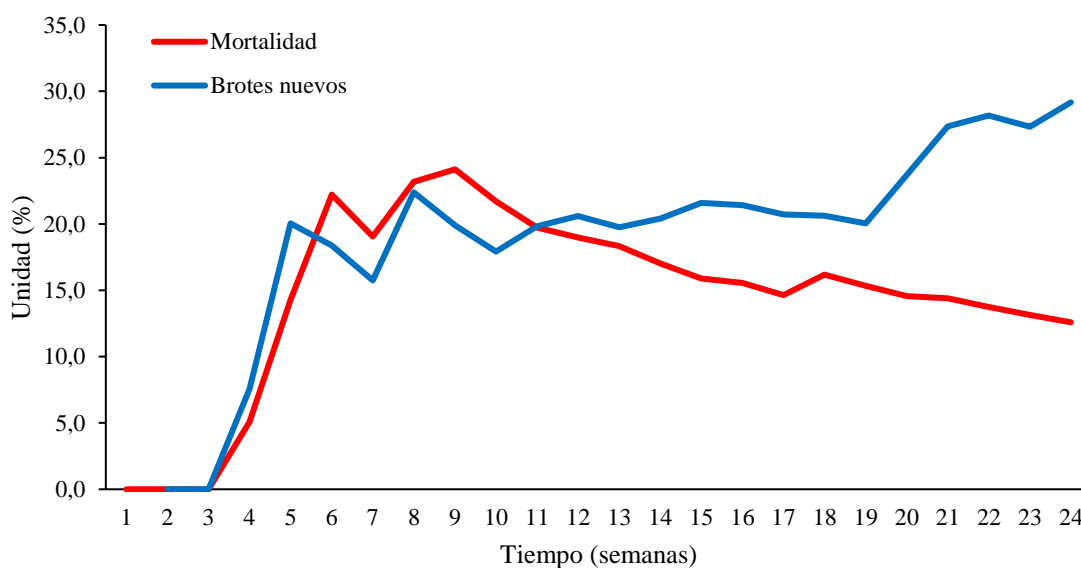
**Figura 11.** Variación de la cantidad de culmos de una plantación juvenil de *G. angustifolia*.

La edad de la mata es otro factor que posiblemente influye en la cantidad de culmos por planta. En la plantación bajo estudio, se contaba con matas jóvenes, las cuales con el tiempo presentan una menor cantidad de culmos reclutas. Esto se debe principalmente a que las matas más antiguas suelen requerir una mayor cantidad de nutrientes y espacio, ya que los culmos que emiten tienden a tener valores más altos en cuanto al diámetro basal y la altura total que alcanzarán (Camargo et al., 2011). En contraste, en matas recién establecidas, la cantidad de culmos que emergen suele ser mucho mayor debido a sus dimensiones más pequeñas.

Debido a la edad de las matas, se registró un incremento de la cantidad de culmos respecto al tiempo de evaluación (**Figura 11**), esto es comentado en el estudio de Oblitas (2022) que logró estimar una densidad de hasta 5 358 culmos por hectárea cuando las matas ya poseen una edad de aprovechamiento, aunque no detalla la presencia de los culmos si tiene o no algún vínculo con la cantidad de precipitación o se encuentra aglomerado en alguna época del año.

#### 4.2. Tasa de mortalidad en la plantación de *G. angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo

Durante las primeras tres semanas evaluadas, no se registró mortalidad ni brotes nuevos. A partir de la novena semana de evaluación, la tasa de mortalidad alcanzó valores cercanos al 25%. Posteriormente, se observa una disminución hasta la semana 24, mientras que el reclutamiento, a partir de la semana 10, tiende a seguir aumentando hasta la semana 24 (**Figura 12**).



**Figura 12.** Mortalidad y reclutamiento de una plantación juvenil de *G. angustifolia*.

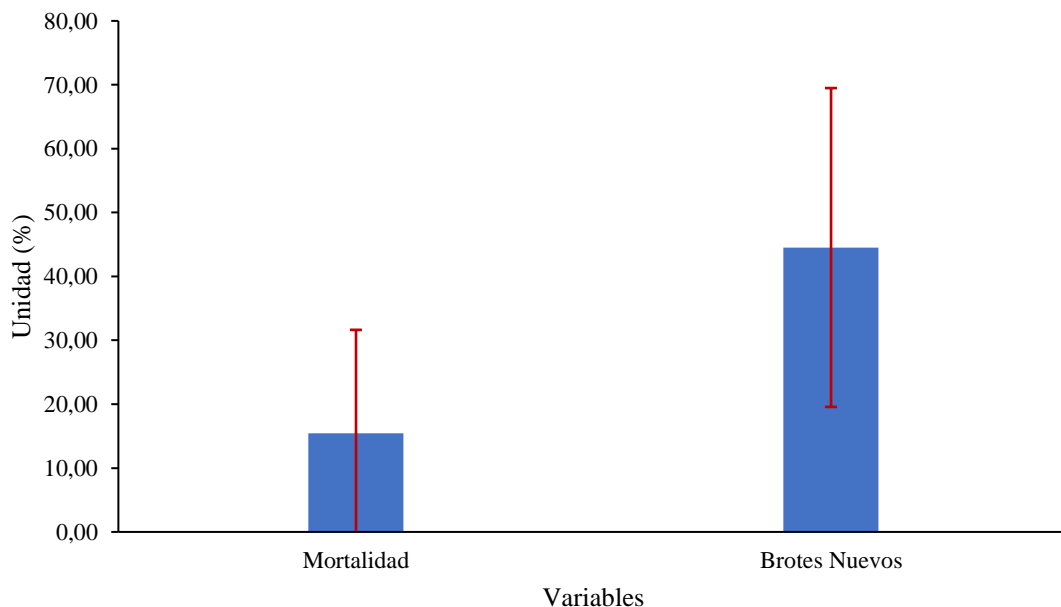
La mortalidad de los culmos fue muy elevada en las primeras semanas y posteriormente comenzó a disminuir (**Figura 12**), un comportamiento similar al que reporta Camargo et al. (2011) en una plantación de guadua con 7 años de edad. En ese estudio, las matas presentaron una mayor cantidad de culmos hasta el tercer año de establecimiento, pero la cantidad disminuyó a medida que avanzaban los años, llegando a una disminución sostenida hasta el séptimo año de duración del estudio. La estimación se realizó en culmos/h.

Con los valores obtenidos a los 6 meses de evaluación, se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables. Los resultados mostraron valores de cero para ambas variables, mortalidad y reclutamiento, y valores máximos muy elevados. Esto ha llevado a que el coeficiente de variación obtenga valores elevados, ratificando la alta heterogeneidad de los resultados (**Tabla 4** y **Figura 13**).

**Tabla 4.** Descriptivos de la mortalidad y reclutamiento por matas jóvenes de *G. angustifolia*.

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media (%)	EE	DE	CV(%)
Mortalidad	27	0	73,10	15,46	3,11	16,17	104,61
Brotos nuevos	27	0	107,86	44,53	4,80	24,95	56,04

CV: Coeficiente de variación



**Figura 13.** Mortalidad y reclutamiento por matas jóvenes de *G. angustifolia*.

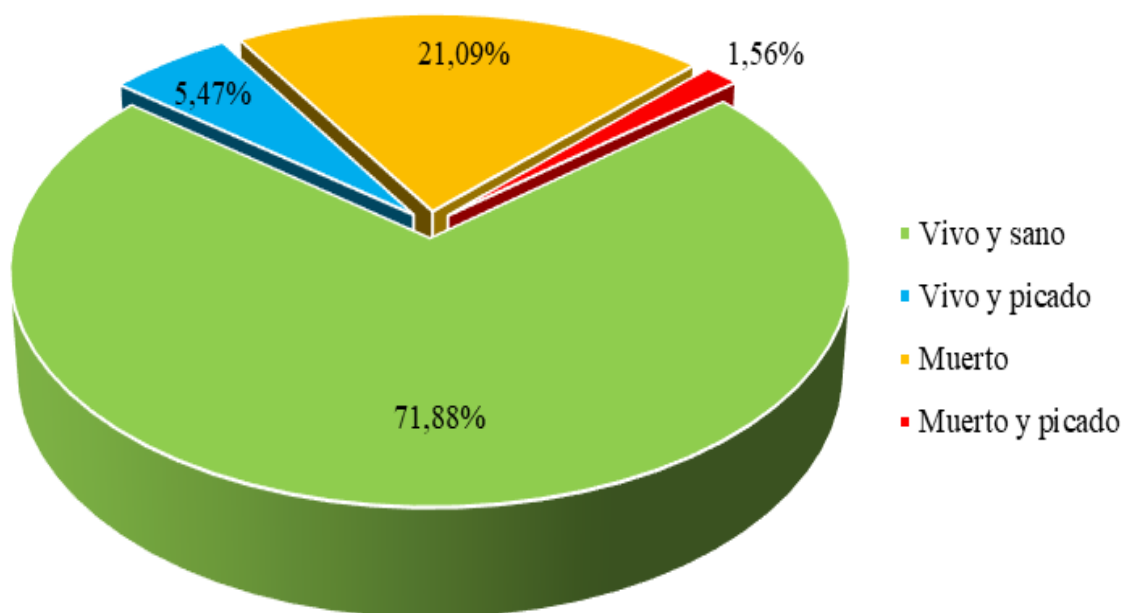
Los factores climáticos que podrían haber estado vinculados a la presencia de culmos muertos incluyen la temperatura y la precipitación. Se observó que la mortalidad aumentó cuando la precipitación disminuyó en las últimas semanas de evaluación, marcando el

inicio de la temporada anual de precipitación. Por el contrario, se registraron valores elevados de culmos muertos durante la temporada seca, caracterizada por la escasa presencia de lluvias. En relación con esto, la Fundación DANAC (2003) señaló que la tasa de mortalidad en esquejes de la parcela de bambú alcanzó el 70,0% debido a la presencia de escasez de lluvias. En contraste, Marín et al. (2008) informaron que la guadua sobrevivió hasta el mes de abril de 2005 con una tasa de supervivencia del 90%

La mortalidad en los culmos fue del 15,46% (**Tabla 4 y Figura 13**). Es importante señalar que no se observó mortalidad completa de ninguna mata, a diferencia de lo reportado en plantaciones de Costa Rica por Briceño (2017), quien encontró un alarmante 79,2% de mortalidad en 35,88 hectáreas establecidas. Esta disparidad puede ocurrir debido a la limitada atención en las parcelas, donde no se realizaron labores esenciales como el control de malezas. Además, el excesivo sombreado causado por otras plantas de mayor tamaño, la elección inapropiada del terreno debido a su elevado grado de compactación y el encharcamiento en lugares con poco drenaje contribuyeron a condiciones adversas. Estos factores difieren significativamente de las condiciones en la parcela considerada en el presente estudio.

#### 4.3. Estado sanitario de los culmos de *G. angustifolia* de una plantación juvenil en Tulumayo distrito de Pueblo Nuevo

El estado de salud de los culmos indica la presencia de mortalidad. En algunos casos de culmos vivos, se observaron aberturas causadas por insectos o sus larvas, lo cual también resultó en la muerte de algunos de ellos (**Figura 14**).



**Figura 14.** Estado fitosanitario de los culmos de *G. angustifolia*.

Según la observación de los culmos perforados, se considera que esos daños posiblemente fueron ocasionados por un coleóptero (**Figura 14**). Esta conclusión se basa en el estudio realizado por Jiménez y Valbuena (2011), quienes evaluaron una plantación de guadua en Colombia y encontraron ataques a los culmos nuevos por parte de dos especies de insectos. Entre ellas, un coleóptero y un lepidóptero, siendo este último responsable de causar dimensiones más extensas de daño en los culmos. Esto se debe al considerable tamaño del estadio adulto de la especie *Podischnus agenor* (Scarabaeidae), en comparación con las larvas del lepidóptero del género *Myelobia* sp. (Pyrilidae), que solo abrían pequeños orificios.

Debido a que los daños que sufren los culmos en las plantaciones de guadua son de baja incidencia, los registros generados hasta ahora no han enfatizado la identificación de la especie de insecto. Un ejemplo de esto es el manual del SEFOR (2021), que publicó experiencias en la región de Amazonas sobre este cultivo y señaló la presencia de larvas de insectos en brotes tiernos, pero no proporcionó el nombre científico de la especie causante del daño.

Hasta ahora, son escasas las experiencias documentadas sobre los daños causados a los culmos del bambú en nuestro estudio. Un ejemplo es el informe de Bovis (2020), quien destacó los daños provocados a los brotes recientes por *Dasyprocta fuliginosa* (añuje), ya que se alimentan de la parte central, inhibiendo así su crecimiento. En el caso de culmos muertos no hubo reportes posiblemente debido a que el estudio realizado por dicho autor consideró el periodo de alta precipitación (10-12-18 hasta 17-03-19) muy por el contrario el presente estudio abarcó en su mayor parte el periodo de estiaje o baja precipitación comprendida desde 10-07-2022 hasta 18-12-22, siendo la precipitación favorable para encontrar culmos sanos.

## V. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de la altura del culmo se comporta de manera diferente respecto al tiempo de registro que perduró el estudio, siendo 7,31 cm el crecimiento longitudinal diario del culmo, mientras que el valor del diámetro de los culmos en promedio fue 8,24 cm para la plantación de *G. angustifolia*. Respecto a la cantidad de culmos, se observa mayor cantidad a inicios del periodo de lluvias.
2. La mortalidad de los culmos se comporta muy variable en el tiempo debido a que el coeficiente de variación obtenida fue 104,61%, determinándose que en promedio hay 15,46% de dicha variable en las matas de *G. angustifolia*.
3. De todos los culmos contados, 5,47% de culmos vivos presentaban daños ocasionados por insectos y/o aves, mientras que el 1,56% de los culmos estuvieron muertos debido a que el agente causal fue la larva de *Podischnus agenor*.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Debido a que en la zona en estudio se tienen bien demarcados dos temporadas anuales, se deben realizar estudios para el registro de crecimiento de *G. angustifolia* tanto en la temporada seca y la temporada con elevada precipitación.
2. Realizar estudios sobre los factores que se encuentran vinculados con los culmos que emergen y no crecen en el transcurrir del tiempo ya que es una desventaja en la producción de culmos.
3. Realizar estudios sobre la nutrición y el crecimiento de culmos con la finalidad de obtener un paquete tecnológico adecuado para las condiciones de un suelo degradado y temporalmente inundado como la que se encuentra la plantación estudiada.
4. Elaborar modelos de crecimiento considerando factores edáficos, climáticos y silvícolas con la finalidad de facilitar el monitoreo del cultivo de *G. angustifolia* y tomar decisiones acertadas y oportunas.
5. Realizar estudios sobre los factores asociados al estado sanitario de los culmos nuevos y también su respectiva identificación de los animales e insectos vinculados al tipo de daño que ocasionan a los culmos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Cadena, J. F., Ramírez-Valverde, B., Cadena-Iñiguez, J., Juárez-Sánchez, J. P., Caso-Barrera, L., y Martínez-Carrera, D. (2018). Biomasa y carbono en *Guadua angustifolia* y *Bambusa oldhamii* en dos comunidades de la sierra Nororiental de Puebla, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1701-1708. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1701.pdf>
- Bovis, P. (2020). *Modelización matemática del crecimiento del diámetro y altura de cañas de Guadua angustifolia en el fundo agrícola de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Región Huánuco* [Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio institucional UNAS. [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1770/TS\\_PBR\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1770/TS_PBR_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Briceño, E. (2017). *Desarrollo de un modelo de producción de bambú guadua mediante la aplicación de técnicas silviculturales óptimas para la cuantificación del crecimiento y la capacidad de almacenamiento de carbono en plantaciones (Guadua angustifolia) en la Zona Sur de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9156>
- Calderón, N. L. (2012). *Evaluación del desarrollo de plántulas de bambú a partir de brotes procedentes de yemas primarias y secundarias de las especies Gigantochloa apus y G. verticillata, Patulul, Suchitepequez* [Tesis de Pregrado, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio URL. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/06/17/Calderon-Nilda.pdf>
- Camargo, J. C. (2006). *Growth and productivity of the bamboo species Guadua angustifolia Kunth in the coffee region on Colombia*. Cuvillier Verlag. [https://cuvillier.de/uploads/preview/public\\_file/4701/3865377726.pdf](https://cuvillier.de/uploads/preview/public_file/4701/3865377726.pdf)
- Camargo, J. C., Rodríguez, J. A., y Arango, A. M. (2011). Crecimiento y fijación de carbono en una plantación de guadua en la zona cafetera de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 61, 86-94. <https://n9.cl/zlmcm>.
- Carvajal-Vanegas, D., Calvo-Alvarado, J. C. (2013). Tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de vegetación en tres estadios sucesionales del bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10(25), 1-12.
- Cobos, J. A., y León, X. A. (2007). *Propiedades físicas-mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth y aplicación al diseño de baterías sanitarias del IASA II* [Tesis de Pregrado,

- Escuela Politécnica del Ejército]. Repositorio ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/1562/T-ESPE-025178.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EcoPlanet Bamboo. (2014). Commercial bamboo plantations as a tool for restoring landscapes. En J. Chávez & J. Roderick. (Eds.), *Towards productive landscapes* (pp. 139-145). Wageningen, Netherlands: European Tropical Forest Research Network.
- Facil, M. A., y Gomez, J. M. (2022). *Estimación de contenido de carbono de “Guadua Angustifolia Kunth” en plantaciones del Fundo Los Abuelos zona de El Tingo – Chontabamba 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2715/1/T026\\_71782337\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2715/1/T026_71782337_T.pdf)
- Fundación DANAC. (2003). Día de campo. Visita Estación. III Seminario Internacional de Bambú. Yaracuy 2003. Mimeografiado.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mc Graw Hill.
- Inbar E. (2012). *Regional Security Regimes: Israel and Its Neighbors*. Suny Press
- Jiménez, N. M., y Valbuena, H. D. (2011). *Entomofauna asociada y estudio de daños insectiles en plantación de Guadua angustifolia Kunth, en “La Hacienda La Guaira” municipio de Alvarado-departamento del Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad del Tolima]. Repositorio institucional UT. <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/a170548b-bfa9-44ef-88dd-816ac35b310e/content>
- Lallana, V. H. (2004). Unidad Temática 7: Crecimiento. *Cátedra de Fisiología vegetal*. Universidad Nacional de Entre Ríos. [http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV\\_2010/mat\\_did/UT7.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT7.pdf)
- Liese, W. (1985). *Bamboos-Biology, silvics, properties, utilization*. GTZ, AS-Druck, 6479, Schotten, Germany.
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Biotecnología vegetal*, 11(3), 143-154. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/881>
- Londoño, X. (2021). *Diversidad de bambúes en los Municipios de Florencia, Albania, San José de Fragua y Cartagena del Chaira del Departamento del Caquetá y Municipio La Macarena del Departamento del Meta – Colombia: Guía Técnica*. Organización Internacional del Bambú y Ratán (INBAR). <https://www.bambuturismo.com/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Especies-Bambu-Amazonia-Colombia.pdf>
- Malleux, J. (2009). *Informe sobre el inventario de poblaciones de bambú en el ámbito de influencia del proyecto*. OIMT y PERUBAMBU. [http://www.itto.int/files/itto\\_](http://www.itto.int/files/itto_)

- project\_db\_input/2869/Technical/INVENTARIO%20DE%20RODALES%20DE%20BAMBU%20%20AMAZONAS%20Y%20SAN%20MARTIN.pdf
- Marín, D., Guedez, Y., y Marquez de Hernandez, L. (2008). Las plantaciones de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y bambú (*Bambusa vulgaris* Wendland) de San Javier, estado Yaracuy, Venezuela: I. Aspectos climáticos y caída de hojarasca. *Rev. Fac. Agron.*, 25(2), 261-285. [https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Marin-4/publication/28246685\\_Las\\_plantaciones\\_de\\_guadua\\_Guadua\\_angustifolia\\_Kunth\\_y\\_bambu\\_Bambusa\\_vulgaris\\_Wendland\\_de\\_San\\_Javier\\_estado\\_Yaracuy\\_Venezuela\\_I\\_Aspectos\\_climaticos\\_y\\_caida\\_de\\_hojarasca/links/5d8d69b6299bf10cff12bf15/Las-plantaciones-de-guadua-Guadua-angustifolia-Kunth-y-bambu-Bambusa-vulgaris-Wendland-de-San-Javier-estado-Yaracuy-Venezuela-I-Aspectos-climaticos-y-caida-de-hojarasca.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Marin-4/publication/28246685_Las_plantaciones_de_guadua_Guadua_angustifolia_Kunth_y_bambu_Bambusa_vulgaris_Wendland_de_San_Javier_estado_Yaracuy_Venezuela_I_Aspectos_climaticos_y_caida_de_hojarasca/links/5d8d69b6299bf10cff12bf15/Las-plantaciones-de-guadua-Guadua-angustifolia-Kunth-y-bambu-Bambusa-vulgaris-Wendland-de-San-Javier-estado-Yaracuy-Venezuela-I-Aspectos-climaticos-y-caida-de-hojarasca.pdf)
- Marín, J., y Correa, J. (2010). *Evaluación de la remoción de contaminantes en aguas residuales en humedales artificiales utilizando la Guadua angustifolia Kunth*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/fb9fad44-3a82-4e2e-9669-9ad3ead6466c/content>
- Marulanda, M.L., Márquez, P., y Londoño, X. (2002). AFLP's analysis of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) in Colombia with emphasis in the Coffee Region. *Bamboo, Science & Culture. J. Amer. Bamboo Sc.*, 16(1), 32-42
- Mercedes, J. R. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*; Serie Recursos Naturales. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. <http://190.167.99.25/digital/bambu.pdf>
- Mognon, F. (2015). *Avaliação comportamental do crescimento, biomassa e estoque de carbono em espécies de bambú* [Tesis de Posgrado, Universidade Federal Do Paraná]. Repositorio UFPR. <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40030/R%20-%20T%20-%20FRANCELO%20MOGNON.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Oblitas, W. J. (2022). *Ecuaciones alométricas para la estimación de captura de co2 en plantaciones de Guadua angustifolia Kunth para diámetro y altura, en Aramango, Amazonas, 2020* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/5106/Tesis%20Wendoly%20Oblitas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dra. Gabriela Orozco, G., Ordóñez, C., y de Lira, R. C. (2020). *Metodología para la evaluación del crecimiento inicial de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en plantaciones forestales comerciales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Centro de Investigación Regional Pacífico- Centro Campo Experimental

- Tecomán. [https://www.researchgate.net/publication/363258094\\_METODOLOGIA\\_PARA\\_LA\\_EVALUACION\\_DEL\\_CRECIMIENTO\\_INICIAL\\_DE\\_BAMBU\\_Guadua\\_angustifolia\\_Kunth\\_EN\\_PLANTACIONES\\_FORESTALES\\_COMERCIALES](https://www.researchgate.net/publication/363258094_METODOLOGIA_PARA_LA_EVALUACION_DEL_CRECIMIENTO_INICIAL_DE_BAMBU_Guadua_angustifolia_Kunth_EN_PLANTACIONES_FORESTALES_COMERCIALES)
- Pachamora, E. (2019). *Modelamiento y redes neuronales artificiales para estimar la altura comercial en plantaciones de Guadua angustifolia Kunth en el distrito de Aramango, provincia Bagua – Amazonas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3139>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2022). *Datos Hidrometeorológicos en Huánuco. Estación: Tulumayo*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huanuco&p=estaciones>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR]. (2021). *Manual de manejo integral del bambú (Guadua angustifolia Kunth). Experiencias en la región Amazonas*. SERFOR. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/2310734-manual-de-manejo-integral-del-bambu-experiencias-en-la-region-amazonas>
- Sharma, B., Gato, A., Bock, M., Mulligan, H., & Ramage, M. (2014). Engineered bamboo: state of the art. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials*, 168(2), 57–67. <https://doi.org/10.1680/coma.14.00020>
- Soria, P., y Poppens, R. (2004). *El manejo de guaduales naturales para la transformación y comercialización de latillas*: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). <https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2004-el-manejo-de-guaduales-naturales-para-la-transformacion-y-comercializacion-de-latillas-validacion-de-tecnologia.pdf>
- Supo, J., y Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigación científica para las ciencias de la salud, las ciencias sociales y las ingenierías* (3 ed.). Bioestadístico EEDU EIRL.
- Valdez, D. (2016). *Cultivo de bambú*. Apuama. <http://apuama.org/wp-content/uploads/2016/10/02-David-Valdez-El-cultivo-del-bamb%C3%BA-1.pdf>
- Widmer, I. (1990). *Los bambúes biología, cultivo, manejo y usos*. CATIE. Proyecto de Silvicultura de Bosques Naturales. Costa Rica.
- Zea, P. R. (2013). *Percepciones locales versus evidencia científica sobre la relación entre el bambú y el agua en el Cantón Bucay, Provincia del Guayas, Ecuador* [Tesis de Posgrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio UCUEENCA. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3237/1/Tesis.pdf>

## **Anexo**



M	C	HT <sub>1</sub>	HT <sub>2</sub>	HT <sub>3</sub>	HT <sub>4</sub>	HT <sub>5</sub>	HT <sub>6</sub>	HT <sub>7</sub>	HT <sub>8</sub>	HT <sub>9</sub>	HT <sub>10</sub>	HT <sub>11</sub>	HT <sub>12</sub>	HT <sub>13</sub>	HT <sub>14</sub>	HT <sub>15</sub>	HT <sub>16</sub>	HT <sub>17</sub>	HT <sub>18</sub>	HT <sub>19</sub>	HT <sub>20</sub>	HT <sub>21</sub>	HT <sub>22</sub>	HT <sub>23</sub>	HT <sub>24</sub>	
5	2													18,5	35,5	48	68,7	105,2	135	168	235	291	356	416	483	
5	3														21,4	33	43,8	63,6	96,2	125	179	221	264	308	376	
5	4																15,4	23,8	34	45	61	88	121	157	203	
6	1																						13	23	38	
7	1	1,5	1,5	1,5	1,9	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,7	3,7	2,2	2,2	2,2	3	3	3	3	3,8	3,8	3,6	3,6	3,6	3,6	
7	2	3,4		4,1	4,2	4,5	4,7	4,7	4,9	4,9	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	
7	3															45,3	59,5	88,6	117,8	149	213	261	315	367	434	
8	1	7,5		8,1	8,1	8,4	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
8	2					1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,9	14,6	35,1	57,1	95,3	145,6	171	171	222	270	378	474	562	642	712	
8	3															16	24,1	32	42	61	81	117	148	206		
8	4																				18	27	38	51	71	
8	5																								17	
9	1	10,5	10,5	10,5	10,5	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
9	2	6,5		6,7	6,6	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
10	1	9,2	9,8	9,8	10	9,9	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	9,2	10,1	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	
10	2					17,8	25,3	25,3	38,5	49,8	80,9	116,4	231	306,1	384,1	480,6	575	427	705	810	875	920	920	920	920	
10	3								11,8	19,3	33,8	48,3	118,7	168,7	220,7	292,6	365	625	492	543	710	810	917	917	917	
10	4																				13	19	26	38	58	
10	5																								26	31
10	6																									17
11	1		11,1	11,1	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
11	2					1,1	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,6	2,4	2,6	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
11	3																				16	21	28	39	47	
11	4																				17	20	27	38	48	
11	5																					10	13	13	30	
11	6																					11	11	11	27	

M	C	HT <sub>1</sub>	HT <sub>2</sub>	HT <sub>3</sub>	HT <sub>4</sub>	HT <sub>5</sub>	HT <sub>6</sub>	HT <sub>7</sub>	HT <sub>8</sub>	HT <sub>9</sub>	HT <sub>10</sub>	HT <sub>11</sub>	HT <sub>12</sub>	HT <sub>13</sub>	HT <sub>14</sub>	HT <sub>15</sub>	HT <sub>16</sub>	HT <sub>17</sub>	HT <sub>18</sub>	HT <sub>19</sub>	HT <sub>20</sub>	HT <sub>21</sub>	HT <sub>22</sub>	HT <sub>23</sub>	HT <sub>24</sub>
12	1	49,2	50,2	50,2	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
12	2	12,1	9,3	9,3	10,2	11,1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
12	3	0,5	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,7	2,7
12	4																						19	33	42
12	5																						15	24	31
12	6																								12
12	7																								10
13	1	0,6	2,5	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,7	2,7	2,7	3,1	3,8	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,4	4,4	4,4	4,4
13	2	5,5	5	5,5	5,5	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
13	3	5,9	2,1	5,9	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
13	4					33,9	54,1	54,1	86,8	123,4	185,8	237,5	399,2	478,2	567,2	640,3	775	876	945	1075	1153	1153	1153	1153	1153
13	5																				15	21	31	31	54
14	1	17,5	17,5	17,5	17,5	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
14	2	4,4	3,6	3,7	3,7	4,3	4,6	4,6	4,6	5,1	5,1	5,8	8,6	8,6	8,6	8,2	8,1	8,2	8,2	8,5	8,1	8,6	8,6	8,6	8,6
14	3	4,6	4,1	4,6	4,4	4,5	4,7	4,7	4,8	4,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,7	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1
14	4	43,4	64	63,8	78,5	87,5	101,1	101,1	118,8	132,4	141,1	157,3	178,6	178,6	179,6	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
14	5	80,1	124	182,6	242,3	338,1	426,1	426,1	533,4	592,1	745,6	837,6	930,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6	1003,6
14	6					11,1	15,8	15,8	24,4	33,6	45,8	56,8	125,5	157,5	202,5	307,3	412	475,6	557	640	754	815	913	963	1013
14	7								2,4	4,7	7,1	10,2	25,1	34,1	50,5	68,2	99,2	141	178	227	300	359	424	441	467
15	1																								23
16	1	8	8	8,1	8,2	8,1	8,5	8,5	8,6	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
16	2																				19	27	41	56	77
16	3																				17	26	30	45	59
16	4																					19	29	34	39
16	5																					12	18	37	50
17	1	5,4	5,4	5,4	5,4	5,6	5,8	5,8	5,9	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,4	5,4	5,4	5,2	5,2	5,2	5,4	5,4	5,4	5,4
17	2	9,5	8,9	9,6	9,6	9,1	9,2	9,2	9,2	9,8	9,9	9,9	8,6	8,6	8,6	10,5	10,5	10,5	10,7	10,7	10,7	10,3	10,3	10,3	10,3



M	C	HT <sub>1</sub>	HT <sub>2</sub>	HT <sub>3</sub>	HT <sub>4</sub>	HT <sub>5</sub>	HT <sub>6</sub>	HT <sub>7</sub>	HT <sub>8</sub>	HT <sub>9</sub>	HT <sub>10</sub>	HT <sub>11</sub>	HT <sub>12</sub>	HT <sub>13</sub>	HT <sub>14</sub>	HT <sub>15</sub>	HT <sub>16</sub>	HT <sub>17</sub>	HT <sub>18</sub>	HT <sub>19</sub>	HT <sub>20</sub>	HT <sub>21</sub>	HT <sub>22</sub>	HT <sub>23</sub>	HT <sub>24</sub>	
23	3				3,1	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9	5	4,9	5	5	5,3	5,8	6,1	M	M	M	M	M	M	M	M
23	4								4,2	6,1	6,1	10,5	19,2	31,2	44,3	56,3	71,2	103,1	134	168	239	297	362	448	513	
23	5											3,2	12,1	22,1	34,5	48,6	63,4	88,4	121	157	224	283	344	446	502	
23	6												19,1	33,1	46	57,5	71,6	102,3	131	156	227	285	352	418	488	
23	7												5,5	8,5	10,5	17,4	18,2	18,6	19	18,5	18,1	18	15	15	16	
23	8															12,3	13,1	13,2	12	13,5	13,1	M	M	M	M	
23	9																					19	27	41	49	
24	1	6,1	15,7	21,3	30,3	48,1	70,8	70,8	108,1	142,6	217,3	265,2	432,3	538,3	649	785,4	877	981	1064	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194
24	2	39,8	61,9	101,3	118,1	142,9	178,2	178,2	234,3	295,1	407,2	493,7	692,3	767,3	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910
24	3	31,8	45,6	71,6	108,9	173,1	240,7	240,7	312,1	364,6	487,7	574,6	756,8	846,8	985	985	985	985	985	985	985	985	985	985	985	985
24	4								33,8	46,1	74,6	116,2	255,6	338,6	420	535,3	662	767	986	9065	9065	9065	9065	9065	9065	9065
24	5																	16,8	18	23,5	48	87	151	183	213	
25	1	15,5	26,1	43,5	64,5	121,3	184,3	184,3	253,1	310,4	412,6	494,2	720,1	819,1	917	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4	1063,4
25	2						17,1	17,1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
25	3								28,8	38,6	61,3	90,4	211,6	281,6	242	436,6	546	651	754	830	920	1048	1048	1048	1048	
25	4												36,1	49,1	77	129,3	183	221,8	253	305	402	490	596	704	813	
26	1	15,5	15,4	15,5	15,4	15,5	15,6	15,6	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
26	2	5,5	5,5	5,5	5,4	5,5	5,7	5,7	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
26	3								12,6	16,8	27,8	40,1	79,1	134,1	175	239,4	315	388	435	501	585	674	805	894	985	
26	4								3,1	6,1	11,9	16,8	37,4	46,4	64	93,3	127	171	209	262	325	406	453	552	642	
26	5												17,9	37,1	47,1	66	95,5	130	178	215	263	338	405	465	567	636
26	6															25,2	37,6	49,1	61,1	78	105	152	192	242	276	343
27	1	13,2	18,9	20,3	39,5	54,9	82,4	82,4	120,3	159,1	229,3	290,3	487,7	516,7	649	807,3	840,3	964	1072	1186	1186	1186	1186	1186	1186	1186
27	2	18,1	18,5	18,5	19,6	20,1	20,2	20,2	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
27	3	1,1	1	1,1	1,1	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	2	2	2	2,5	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	
27	4																									20

HT: Altura total. M: Mortalidad. MP: Muerto y picado.

**Tabla 6.** Valores del diámetro basal de los culmos de *G. angustifolia*.

Mata	Culmo	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>11</sub>	D <sub>12</sub>	D <sub>13</sub>	D <sub>14</sub>	D <sub>15</sub>	D <sub>16</sub>	D <sub>17</sub>	D <sub>18</sub>	D <sub>19</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>21</sub>	D <sub>22</sub>	D <sub>23</sub>	D <sub>24</sub>	
1	1	2,26	4,93	6,37	8,05	7,77	7,77	7,8	7,8	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77
1	2																									
1	3				5,16	8,24	8,24	8,28	8,28	8,63	8,31	7,99	7,67	7,8	7,8	7,8	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799	7,799
1	4																							4,011	6,939	
2	1																									
2	2																									
2	3																			2,483	7,99	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149
2	4																							4,265	6,239	
2	5																									
2	6																									
3	1																									
3	2																									
3	3																									
3	4																									
3	5																									
3	6																									
4	1																									
4	2																									
4	3																									
4	4																									
4	5																									
4	6																									
5	1																									
5	2																4,58	8,658	8,658	8,945	9,04	9,104	9,104	8,945	8,976	







Mata	Culmo	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>11</sub>	D <sub>12</sub>	D <sub>13</sub>	D <sub>14</sub>	D <sub>15</sub>	D <sub>16</sub>	D <sub>17</sub>	D <sub>18</sub>	D <sub>19</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>21</sub>	D <sub>22</sub>	D <sub>23</sub>	D <sub>24</sub>				
22	1																												
22	2																		3,979	7,862	7,99	8,149	8,149	8,149	8,149				
23	1																												
23	2																												
23	3																												
23	4																5,47	10,31	10,31	10,44	10,35	10,22	10,22	10,22	10,22				
23	5																5,79	8,117	8,754	9,645	9,677	9,708	9,708	9,708	9,708				
23	6																5,89	10,28	10,28	11,01	10,85	10,92	10,92	10,92	10,92				
23	7																												
23	8																												
23	9																												
24	1						4,68	4,68	8,02	8,53	8,53	8,53	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,181	8,181	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99				
24	2		3,31	6,11	6,59	6,59	6,59	6,59	6,43	6,43	6,3	6,56	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,525	6,525	6,525	6,525	6,525	6,525	6,398	6,525				
24	3			4,49	7,07	7,19	7,19	7,19	7,19	7,1	7,1	7,1	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,194	7,194	7,194	7,194	7,194	7,194	7,194	7,194				
24	4										5,19	7,8	7,86	7,86	7,86	7,86	7,86	7,862	7,862	7,862	7,799	7,799	7,799	7,767	7,799				
24	5																						6,143	7,671	7,671	7,671			
25	1				3,66	6,81	6,94	6,94		7	7,03	7,03	7,03	7,03	7,03	7,03	6,56	6,56	6,557	6,557	6,557	6,557	6,557	6,557	6,557				
25	2																												
25	3											2,96	5,76	6,91	6,91	6,91	7,1	7,1	7,098	7,035	7,035	7,066	7,162	7,162	7,162	7,162			
25	4																5,25	6,56	7,99	7,99	8,085	7,99	7,99	8,053	8,053	8,053	8,117		
26	1																												
26	2																												
26	3																6,18	8,09	8,72	8,75	8,75	8,754	8,626	8,308	8,372	8,372	8,308	8,34	8,308
26	4																4,55	8,05	9,01	9,008	9,04	9,104	9,04	9,008	9,04	9,04	9,04		
26	5																4,65	8,15	9,64	9,645	9,581	9,708	9,581	9,581	9,581	9,581	9,581		



Mata	Semanas (desde 10-07-22 hasta 18-12-22)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12				1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13				1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
15																								
16									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17																								
18																1	1	1	1	1	1	1	1	1
19																		1	1	1	1	1	1	1
20																								
21																								
22													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4	4	4
24																								
25								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	0	0	0	2	7	13	13	18	21	21	21	22	23	23	23	24	24	28	28	28	29	29	29	29



Matas	Semanas (desde 10-07-22 hasta 18-12-22)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18	1													1	1					1	1			
19	1			1	2						1													
20																								
21	2			1							1							1	1				1	
22	1														1									
23	2			1				1			1	2			1							1		
24	3							1									1							
25	1					1		1				1												
26	2							2			1			1										
27	3																							1
Total	44	0	0	3	7	1	0	7	0	0	4	3	1	3	4	2	1	2	1	10	11	5	1	8

## Anexo 2. Fotografías



**Figura 15.** Banner informativo de la tesis.



**Figura 16.** Visita del asesor de la tesis.



**Figura 17.** Culmos afectados por larvas de insectos.



**Figura 18.** Parte apical de los culmos afectados.



**Figura 19.** Muestreo de suelos en la parcela evaluada.



**Figura 20.** Evaluación del diámetro de los culmos.



**Figura 21.** Segunda codificación de los culmos con hilo pabilo y micas de granito transparente.



**Figura 22.** Primera codificación de los culmos con pequeños carteles de madera.

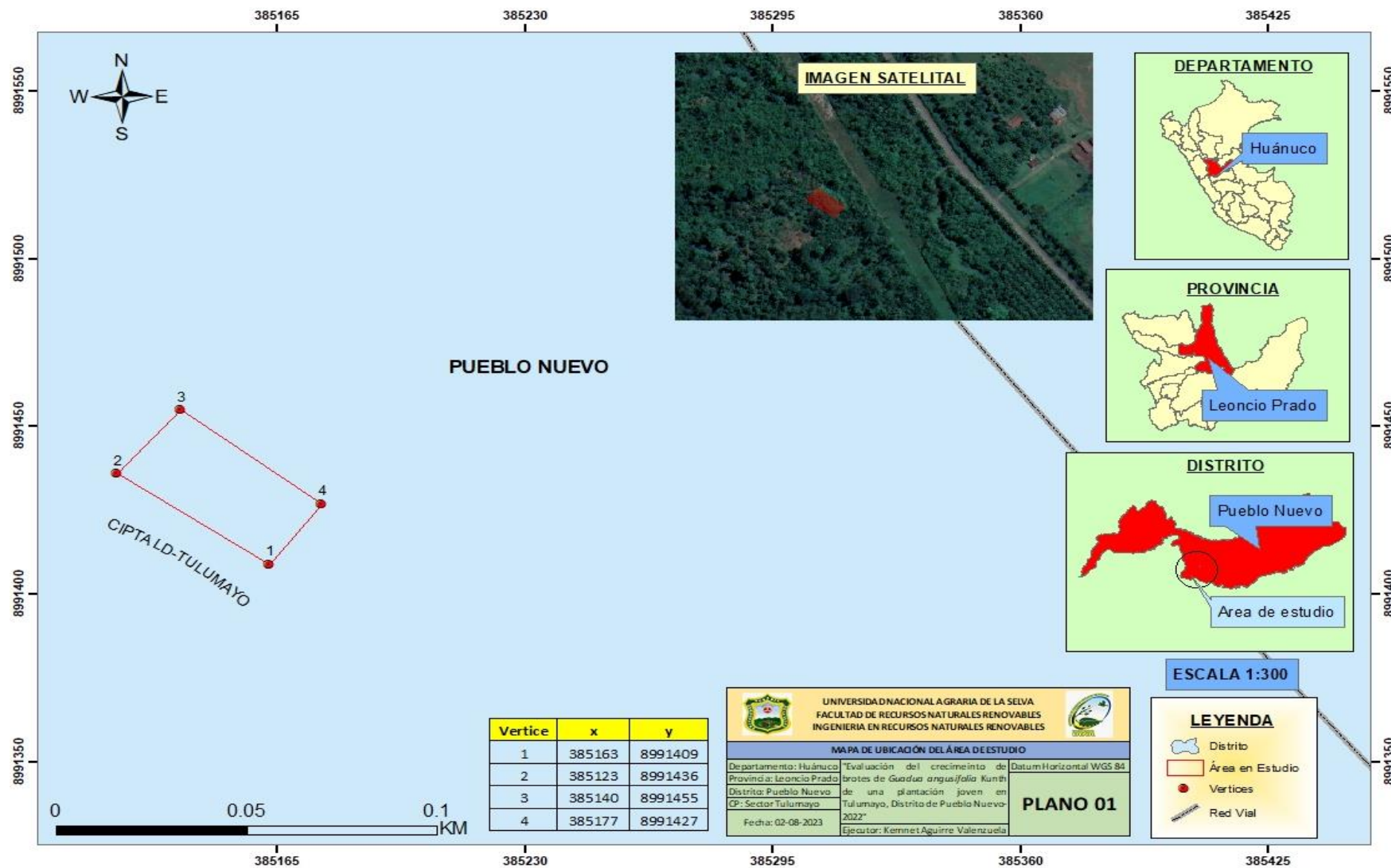


Figura 23. Mapa de ubicación de la parcela en estudio.



**Figura 24.** Toma de puntos de las 27 matas que se evaluadas.



**Figura 25.** Obtención de datos de la estación meteorológica Tulumayo.

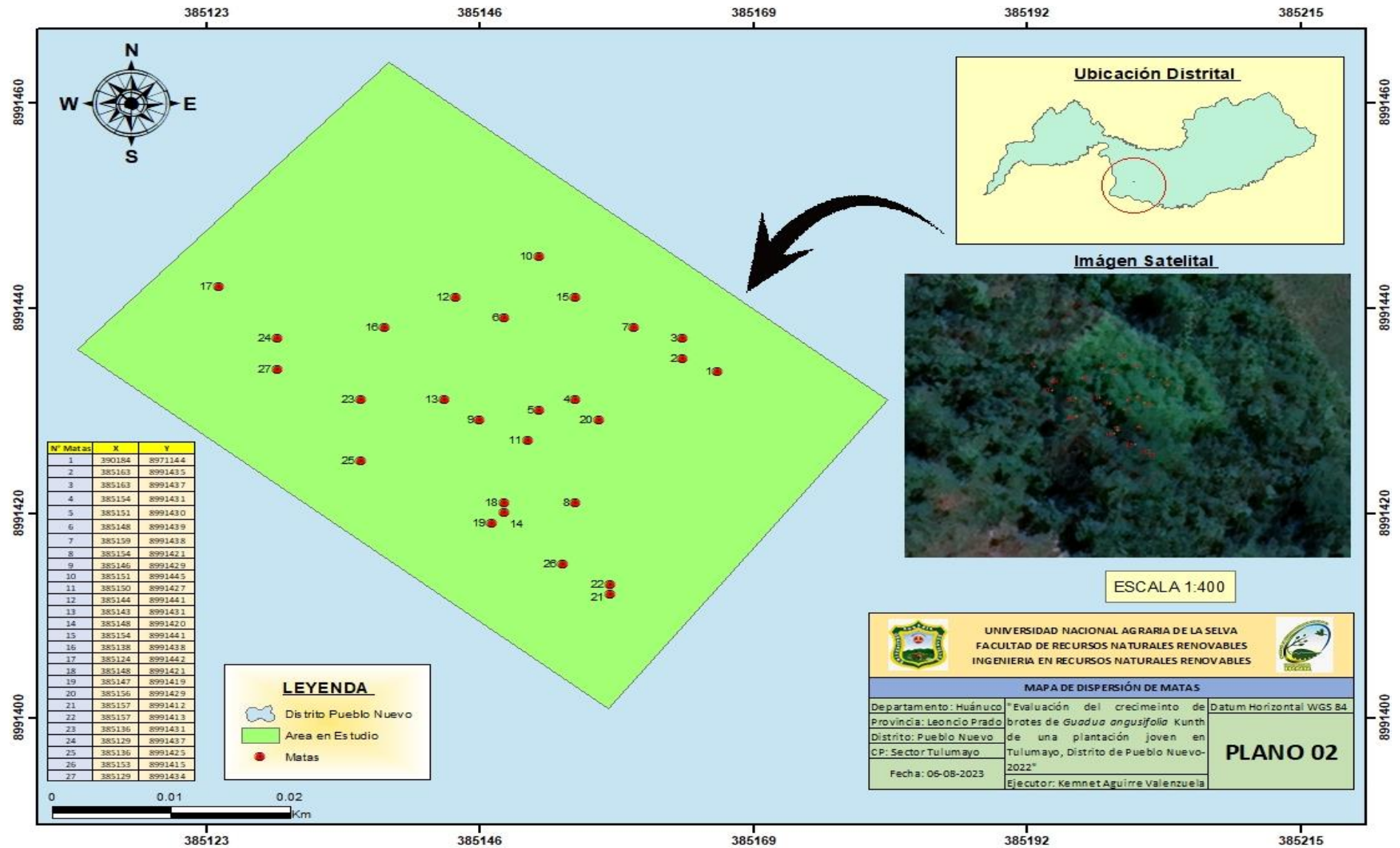


Figura 26. Mapa de dispersión de las matas evaluadas.



# ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



## 1. DATOS

SOLICITANTE:	AGUIRRE VALENZUELA KEMNET YEFERSON	MUESTREADO POR:	AGUIRRE VALENZUELA KEMNET YEFERSON
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	8/02/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INCICIO DE ENSAYO:	9/02/2023
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
SECTOR:	SAN JUAN DE TULUMAYO	RECIBO O FACTURA:	23004475
NOMBRE DE LA PARCELA:	CENTRO DE INVESTIGACION DE TULUMAYO - UNAS	OBSERVACIÓN:	BOLSA CON 1 KG DE MUESTRA

## 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO					pH	CE dS/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiabl es %	Acidos Cambia bles %	Saturación de Aluminio %
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural																			
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA DEL SOLICITANTE					1:1	1:1			disponible	CAMBIABLES Cmol(+)/kg													
1	S0124	BAMBU	26	29	45	Franco Arcillo Limoso	5.85	0.245	1.525	0.076	0.885	10.408	116.949	5.131	4.089	0.674	0.286	0.082	0.000	0.000	5.131	100.000	0.000	0.000	

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Ing° GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO

Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI

Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Figura 27. Resultado del análisis de los suelos muestreados en la parcela en estudio.



**Figura 28.** Evaluación de los culmos con la regla de madera.



**Figura 29.** Evaluación de los culmos con la wincha métrica.