

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**



**COMPORTAMIENTO MORFOMÉTRICO DE *Dendrocalamus asper* (BAMBÚ)  
ESTABLECIDO EN UN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**PRESENTADO POR:**

**CYNDY MINERVA MEZA TUESTA**

**Tingo María – Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 122-2024-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 19 de diciembre de 2024, a horas 11:00 a.m. en el Laboratorio de Semillas de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

**“COMPORTAMIENTO MORFOMÉTRICO DE *Dendrocalamus asper* (BAMBÚ) ESTABLECIDO EN UN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA”**

Presentado por la Bachiller: **CYNDY MINERVA, MEZA TUESTA**, 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, la sustentante queda apta 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, 26 de diciembre de 2024

  
Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO  
PRESIDENTE

  
Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA  
MIEMBRO

  
Ing. MSc. ANDY W. VELA ZEVALLOS  
MIEMBRO

  
Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE  
ASESOR

  
Ing. FRITS PALOMINO VERA  
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 037 - 2025 - 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:

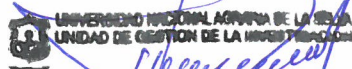
Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
COMPORTAMIENTO MORFOMÉTRICO DE <i>Dendrocalamus asper</i> (BAMBÚ) ESTABLECIDO EN UN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA	CYNDY MINERVA MEZA TUESTA	15 % Quince

Tingo María, 30 de enero de 2025



Dr. Tomas Menacho Mallqui

C.C. Archivo

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES

#### RENOVABLES



#### TESIS

<b>Universidad</b>	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
<b>Facultad</b>	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
<b>Escuela</b>	: Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
<b>Título</b>	: Comportamiento morfométrico de <i>Dendrocalamus asper</i> (Bambú) establecido en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
<b>Autor</b>	: Cyndy Minerva Meza Tuesta
<b>Asesores</b>	: 1. Dr. Ytavclerh Vargas Clemente 2. Ing. Frits Palomino Vera
<b>Objetivo general</b>	: Evaluar el comportamiento de una plantación de <i>D. asper</i> establecida en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
<b>Programa de investigación</b>	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología.
<b>Línea de investigación</b>	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, recursos naturales, bienes y servicios ecosistémicos.
<b>Eje temático</b>	: Manejo de flora, vegetación y sistemas integrales de producción
<b>Lugar de ejecución</b>	: Tingo María
<b>Duración del trabajo</b>	: <b>Fecha de inicio:</b> 18/04/2023 <b>Fecha de término:</b> 18/05/2024
<b>Financiamiento</b>	: <b>Propio</b> (X) <b>FEDU</b> ( <u>X</u> ) <b>Externo</b> ( )
<b>Presupuesto</b>	: S/. 2158,90

Tingo María – Perú  
2024

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL  
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE  
Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

<b>Universidad</b>	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
<b>Facultad</b>	:	Facultad de Recursos Naturales Renovables
<b>Título de tesis</b>	:	Comportamiento morfométrico de <i>Dendrocalamus asper</i> (Bambú) establecido en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
<b>Autor</b>	:	Cyndy Minerva Meza Tuesta
<b>Asesor de tesis</b>	:	1. Dr. Ytavclerh Vargas Clemente 2. Ing. Frits Palomino Vera
<b>Escuela Profesional</b>	:	Recursos Naturales Renovables
<b>Programa de investigación</b>	:	Valoración de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología.
<b>Línea(s) de investigación</b>	:	Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, recursos naturales, bienes y recursos ecosistémicos.
<b>Eje Temático</b>	:	Manejo de flora, vegetación y sistemas integrales de producción
<b>Lugar de ejecución</b>	:	Tingo María
<b>Duración</b>	:	Inicio : 18 de abril 2023 Término : 18 de mayo del 2024
<b>Financiamiento</b>	:	FEDU : S/0.00 Propio : S/. 2 158,90 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, 2024.

Br.  Cyndy Minerva Meza Tuesta

Tesista

Dr.  Ytavclerh Vargas Clemente

Asesor

## DEDICATORIA

A mi madre, Malli Tuesta Lozano, por ser el pilar fundamental de mi vida. Tu sacrificio, tu amor incansable y tus enseñanzas han sido la fuerza que me ha permitido llegar hasta aquí. Gracias por tu fe inquebrantable en mí, por enseñarme que no hay límites cuando se persigue un sueño con dedicación y valentía.

A mis hijos, Dayana y Yoshua, que son la razón de mi esfuerzo y de mi constante superación. Cada paso que doy en este camino está marcado por su amor y su energía. Este logro es tanto suyo como mío, porque su presencia ha sido mi mayor motivación y el anhelo de ofrecerles un futuro mejor.

A mis mentores y profesores, cuya guía, conocimientos y apoyo han sido esenciales en este largo proceso. Gracias por brindarme no solo enseñanzas académicas, sino también por confiar en mi potencial y ayudarme a crecer como investigador y como persona.

A mis compañeros, con quienes compartí momentos de trabajo y también de crecimiento personal. Juntos, hemos creado una comunidad de aprendizaje que ha enriquecido profundamente esta experiencia.

A todos ustedes que, con su apoyo, paciencia y compromiso, han hecho posible que alcance este gran logro. Esta tesis es, en su esencia, un tributo a cada uno de ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme un entorno académico que fomenta la investigación, el desarrollo y la excelencia. Agradezco profundamente a todos los docentes, investigadores y personal administrativo que, con su dedicación y profesionalismo, han contribuido al crecimiento de mi formación académica y al desarrollo de este proyecto.

A mi madre, Malli Tuesta Lozano, por su amor incondicional, su sabiduría y su constante apoyo. Gracias por ser mi principal fuente de inspiración, por tu sacrificio y por enseñarme que la perseverancia y la pasión son clave para alcanzar cualquier meta. Este logro es, en gran parte, fruto de todo lo que me has brindado a lo largo de mi vida.

A mis hijos, Dayana y Yoshua, quienes me motivan a seguir adelante todos los días. Gracias por su paciencia, por su comprensión en los momentos de ausencia, y por darme su amor y alegría incondicionales. Este logro es también un homenaje a ustedes, quienes siempre están en mi corazón.

A mis mentores, por su guía incansable, por su apoyo académico y personal, y por fomentar en mí la curiosidad intelectual. Agradezco profundamente cada consejo, cada crítica constructiva y cada palabra de aliento. Su influencia ha sido clave en mi desarrollo como investigador y como persona, y este trabajo lleva consigo su sello.

A mis compañeros de investigación y amigos, quienes han sido una fuente constante de apoyo y colaboración. Gracias por compartir ideas, inquietudes y desafíos, por enriquecernos mutuamente y por ser parte esencial de este proceso. Juntos hemos superado obstáculos y alcanzado metas, y este logro también es fruto de nuestro trabajo colectivo.

A todas las personas que, de alguna u otra manera, han influido en mi vida académica y personal, gracias por su constante apoyo, por su confianza y por inspirarme a seguir siempre adelante.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo, la dedicación y el apoyo de todos ustedes. Mi más profundo agradecimiento, pues sin cada uno de ustedes, este logro no habría sido posible.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. El bambú .....	3
2.1.2. <i>Dendrocalamus asper</i> .....	3
2.1.3. Suelos.....	4
2.1.4. Conceptos de los indicadores.....	8
2.2. Estado del arte.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.1.1. Ubicación geográfica .....	17
3.1.2. Ubicación política .....	17
3.1.3. Características climáticas.....	17
3.1.4. Zonas de vida .....	18
3.1.5. Descripción del lugar .....	18
3.2. Materiales y equipos .....	19
3.2.1. Material biológico.....	19
3.2.2. Materiales e instrumentos .....	19
3.2.3. Equipos .....	19
3.3. Aspectos metodológicos .....	19
3.3.1. Enfoque del estudio .....	19
3.3.2. Tipo de investigación.....	19
3.3.3. Nivel de investigación .....	19
3.3.4. Diseño de investigación .....	20
3.3.5. Variable de estudio .....	20
3.3.6. Población .....	20
3.3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.3.8. Procedimiento para recolección de datos.....	20
3.3.9. Análisis estadísticos.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27

4.1.	Comportamiento vegetativo de una plantación de <i>D. asper</i> en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva .....	27
4.1.1.	Diámetro de la copa de las matas de <i>D. asper</i> .....	27
4.1.2.	Diámetro de la base de las matas de <i>D. asper</i> .....	28
4.1.3.	Altura de la mata de <i>D. asper</i> .....	30
4.1.4.	Número de culmos por mata de <i>D. asper</i> .....	31
4.1.5.	Altura del culmo de <i>D. asper</i> .....	33
4.1.6.	Número de entrenudos por culmo de <i>D. asper</i> .....	34
4.1.7.	Diámetro de culmo de las matas de <i>D. asper</i> .....	35
4.2.	Propiedades físicas y químicas del suelo degradado con una plantación de <i>D. asper</i> en la Universidad Nacional Agraria de la Selva .....	37
4.2.1.	Aspectos físicos .....	37
4.2.2.	Aspectos químicos .....	48
4.3.	Correlación entre las variables morfométricas de <i>D. asper</i> establecidos en un suelo degradado .....	52
V.	CONCLUSIONES .....	57
VI.	PROPUESTAS A FUTURO .....	58
VII.	REFERENCIAS .....	59
	Anexos .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Ubicación geográfica y altitud. ....	17
2. Registro de datos para determinar la velocidad de infiltración. ....	24
3. Estadísticos descriptivos del diámetro de copa (m) de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	27
4. Estadísticos descriptivos del diámetro de la base de las matas (m) de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	29
5. Estadísticos descriptivos de la altura de las matas (m) de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	30
6. Estadísticos descriptivos del número de culmos en matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	31
7. Estadísticos descriptivos de la altura del culmo (m) de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	33
8. Estadísticos descriptivos del número de entrenudos de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	34
9. Estadísticos descriptivos del diámetro de culmo (cm) de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	35
10. Estadísticos descriptivos de la densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	37
11. Estadísticos descriptivos de la densidad real ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	39
12. Estadísticos descriptivos de la porosidad (%) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	44
13. Estadísticos descriptivos de la humedad (%) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	45
14. Estadísticos descriptivos del contenido de arena (%) en la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	47
15. Estadísticos descriptivos del contenido de limo (%) en la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	47
16. Estadísticos descriptivos del contenido de arcilla (%) en la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	48

17.	Estadísticos descriptivos del nivel de pH en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	48
18.	Estadísticos descriptivos del nivel de materia orgánica (%) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	49
19.	Estadísticos descriptivos del nivel de nitrógeno (%) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	50
20.	Estadísticos descriptivos del nivel de fósforo disponible (ppm) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	50
21.	Estadísticos descriptivos del nivel de potasio disponible (ppm) en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	51
22.	Prueba de correlación entre las variables morfométricas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	53
23.	Matriz de consistencia. ....	66
24.	Plantas georreferenciadas de los bambúes. ....	67
25.	Ficha de registro de datos del diámetro y altura del culmo de las plantas de bambúes. ....	68
26.	Diámetro de copa de las matas de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	70
27.	Diámetro de la base de las matas de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	71
28.	Altura total de las matas de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	72
29.	Cantidad de culmos por matas de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	73
30.	Cantidad de entrenudos/culmo de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	74
31.	Diámetro del culmo de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	75
32.	Altura total de los culmos de <i>D. asper</i> durante un periodo de 12 meses. ....	76
33.	Velocidad de infiltración del punto uno en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2023. ....	77
34.	Velocidad de infiltración del punto uno en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2024. ....	77
35.	Velocidad de infiltración del punto dos en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2023. ....	78
36.	Velocidad de infiltración del punto dos en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2024. ....	79
37.	Velocidad de infiltración del punto tres en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2023. ....	80

38.	Velocidad de infiltración del punto tres en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2024. ....	81
39.	Velocidad de infiltración del punto cuatro en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2023.....	81
40.	Velocidad de infiltración del punto cuatro en el suelo de una plantación de <i>D. asper</i> durante el año 2024.....	82
41.	Factores climáticos cercanos al lugar de ejecución de la tesis.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación política del BRUNAS. ....	18
2. Esquema del proceso para determinar la dimensión del diámetro de copa. ....	21
3. Comportamiento del diámetro de copa de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	27
4. Comportamiento del diámetro de la base de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	29
5. Comportamiento de la altura de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	30
6. Comportamiento del número de culmos en matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	32
7. Comportamiento de la altura del culmo de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	33
8. Comportamiento del número de entrenudos de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	34
9. Comportamiento del diámetro de culmo de las matas de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	36
10. Densidad aparente en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	38
11. Densidad real en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	39
12. Velocidad de infiltración en la muestra de suelos uno de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	40
13. Velocidad de infiltración en la muestra de suelos dos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	41
14. Velocidad de infiltración en la muestra de suelos tres de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	41
15. Velocidad de infiltración en la muestra de suelos cuatro de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	42
16. Porosidad en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	44
17. Humedad en suelos de la parcela de <i>D. asper</i> durante 12 meses. ....	46
18. Resultado del ensayo a las muestras de suelos del año 2023. ....	83
19. Resultado del ensayo a las muestras de suelos del año 2024. ....	84
20. Ubicación política y dispersión de las plantas de <i>D. asper</i> . ....	85
21. Materiales e instrumentos utilizados para la recolección de datos. ....	87
22. Nivelación del infiltrómetro de doble anillo. ....	87

23.	Lectura de datos de la cantidad de agua desplazada por infiltración. ....	88
24.	Muestreo de suelos en tres profundidades empleando cilindros metálicos.....	88
25.	Muestras de suelos para determinar la densidad aparente.....	89
26.	Visita a la plantación de <i>D. asper</i> por parte de los miembros del jurado calificador.....	89
27.	Medición del diámetro basal del culmo de <i>D. asper</i> .....	90
28.	Medición de la proyección de copa de una mata de <i>D. asper</i> .....	90
29.	Medición de la altura de mata y diámetro del culmo de <i>D. asper</i> .....	91
30.	Registro de los datos correspondientes a las matas de <i>D. asper</i> . ....	91
31.	Extracción de submuestra de suelos con el tubo muestreador. ....	92
32.	Medición del perímetro basal de la mata de <i>D. asper</i> . ....	92
33.	Medición del diámetro basal de un brote nuevo de <i>D. asper</i> . ....	93
34.	Codificación de un culmo nuevo de <i>D. asper</i> . ....	93
35.	Culminación de la primera evaluación de las matas y muestreo de suelos en la parcela en estudio. ....	94

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de una plantación de *Dendrocalamus asper* establecida en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María; se consideró una plantación de *D. asper* establecida hace cinco años ubicada en la unidad Académica del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) localizada en el distrito de Rupa Rupa del departamento de Huánuco, siendo sometidos las matas y culmos a mediciones trimestrales por 12 meses y complementada con las propiedades del suelo. Entre los resultados, el diámetro de copa de las matas, diámetro de la base de las matas, altura de la mata, número de culmos/mata, altura del culmo, número de entrenudos por culmo y diámetro de los culmos registraron incrementos de sus valores mientras transcurría el tiempo de evaluación; las propiedades del suelo como la densidad aparente y la humedad incrementan sus valores a mayor profundidad del suelo, mientras que, la densidad real y la porosidad disminuye a mayor profundidad de muestreo; para el caso del pH, fósforo y potasio disponible fueron de niveles bajos, pero para el caso de la materia orgánica y nitrógeno su nivel fue medio y alto. Además, se contrastó correlación significativa entre los indicadores morfométricos de la mata y los culmos. Se concluye que, *D. asper* presenta comportamiento favorable en suelos degradados traducidos en la ganancia de sus dimensiones y para el caso de los suelos se mantienen estables sus propiedades debido a la edad temprana de esta gramínea.

**Palabras clave:** crecimiento, correlación, culmos, matas, plantación.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the behavior of a *D. asper* plantation established on degraded soil at the National Agrarian University of the Jungle, Tingo María. A *Dendrocalamus asper* plantation established five years ago at the Academic Unit of the Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), located in the Rupa Rupa district of the Huánuco department, was considered. The clumps and culms were subjected to quarterly measurements for 12 months, complemented by soil properties analysis. Among the results, the crown diameter of the clumps, base diameter of the clumps, clump height, number of culms per clump, culm height, number of internodes per culm, and culm diameter showed increases in their values over time. Soil properties such as bulk density and moisture increased with soil depth, while particle density and porosity decreased with increasing depth. The levels of pH, available phosphorus, and potassium were low, but organic matter and nitrogen levels were medium and high. Additionally, a significant correlation was found between the morphometric indicators of the clump and the culms. It is concluded that *D. asper* shows favorable behavior in degraded soils, as evidenced by its dimensional growth, and that soil properties remain stable due to the early age of this grass species.

**Keywords:** growth, correlation, culms, clumps, plantation.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, existe una preocupación por las evidencias de degradación de los ecosistemas naturales que viene conllevando a la pérdida de las funciones ambientales y la productividad por causas de disturbios, de los cuales no se pueden recuperar sin asistencia antropogénicas. En Latinoamérica y el país existe limitada información publicada referente al comportamiento morfométrico de *D. asper* en suelos degradados, solamente se cuentan con recomendaciones genéricas sobre el crecimiento y su manejo en condiciones de vivero y en campo definitivo.

En ese contexto, cuando se refiere al comportamiento morfométrico del bambú, es una pregunta con abundantes interrogantes debido que en muchos casos se generalizan los antecedentes o se tergiversan los comentarios sin sostener una base científica que lo respalda (información secundaria), ya que no se puede ofrecer una respuesta adecuada debido a que existen muchas especies y cada una con su particularidad.

En la provincia de Leoncio Prado se viene fomentando el manejo de bambúes a pequeña escala y una de la especie con menor acogida es el *D. asper*, lo que conlleva a tener vacíos de información sobre el comportamiento de la especie establecida en suelos degradados. Particularmente en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional (BRUNAS), se cuenta con plantaciones de *D. asper* en suelos no degradados desde hace muchos años que a la fecha se traducen en matas maduras. Solamente hace aproximadamente cuatro años se estableció una plantación con la especie antes indicada en suelos degradados (ex-cocales), de las cuales no se tiene información en relación a su comportamiento vegetativo bajo estas condiciones.

Tomando en consideración esta realidad, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el comportamiento morfométrico de *D. asper* establecido en un suelo degradado de la UNAS, Tingo María?

La investigación se justifica porque permitirá generar información valiosa con respecto al comportamiento de una plantación de *D. asper* establecida en un suelo degradado, y en base a dicha información posibilitar la toma de decisiones por los entes pertinentes y propiciar planes de reforestación en la sub región de selva alta, donde se evidencia la existencia de extensas áreas de terrenos degradadas, más aún, cuando se difunden en forma aislada a través de ciertos profesionales o instituciones a nivel nacional que con las plantaciones bambúes en general es posible mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos que en algún momento hayan perdido sus condiciones naturales.

Por lo tanto, la información generada de la investigación es importante para quienes tengan interés en ellos y tomen decisiones asertivas para futuros proyectos y posibles aplicaciones como estudiantes, técnicos, investigadores y sobretodo los alcaldes o encargados en los gobiernos regionales que tengan interés y puedan incentivar programas de plantaciones y manejo de *D. asper* en suelos degradados.

En este contexto, se plantea los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

Evaluar el comportamiento de una plantación de *D. asper* establecida en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

**Objetivos específicos:**

- Describir el comportamiento vegetativo de una plantación de *D. asper* en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Determinar las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con una plantación de *D. asper* en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Determinar la correlación entre las variables morfométricas de *D. asper* establecidos en un suelo degradado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. El bambú

Los bambúes son plantas pertenecientes a la familia de las gramíneas (*Poaceae*). Se encuentran de forma herbáceos y otros leñosos, que crecen en culmos (cañas o tallos) al año, con alturas de 1 a 60 m y diámetro de hasta 30 cm muy aproximado en la base. La mayoría son rectos, pero algunas especies cuentan con tallos flexionados en las puntas, unos crecen en forma adheridos, formando espesuras impenetrables y otros en forma lineal (Rodríguez & Ruiz, 2016).

#### 2.1.2. *Dendrocalamus asper*

##### 2.1.2.1. Descripción general

A la especie *D. asper* se le considera que posee ciertas propiedades y cualidades ideales para su uso, tal es así que, es fácil propagarlas, se regeneran de manera increíble, se desarrollan de manera rápida, madura rápidamente y de breve rotación (Wenyue, 1987). Su culmo es recta, ligero, sólido, duro, con elevado contenido de fibras y su trabajabilidad es sencillo, es excelente para distintas aplicaciones especializadas. Por ser versátil a los distintos ambientes del Perú, hay muchos bambúes que se distribuyen en todo el Perú, existiendo muchas especies por reconocer, específicamente en el bosque húmedo de montaña del Ande tropical (Londoño, 2001).

##### 2.1.2.2. Taxonomía

En base a Cronquist (1981), la especie se clasifica en:

- Reino : PLANTAE
- División : MAGNOLIOPHYTA
- Familia : POACEAE
- Subfamilia : Bambusoideae
- Género : *Dendrocalamus*
- Especie : *D. asper* (Schult.) Backer

##### 2.1.2.3. Descripción botánica

De forma natural o en plantaciones se las encuentra entre los 0 hasta 1 500 msnm, donde se registra 2 400 mm de precipitación media anual. Suelen desarrollarse favorablemente en distintos tipos de suelos, inclusive en medios arenosos y de mucha acidez, pero posee inclinación favorable a un suelo bien drenado. *D. asper* suelen alcanzar longitudes entre los 20 hasta 39 m y su diámetro fluctúa entre 20 hasta 30 cm. Su pared

del culmo es tipo tubular con su grosor entre 0,5 hasta 2,0 cm y el entrenudo dista desde 30 hasta 45 cm, siendo el rizoma paquimorfo (Valdez, 2010).

Los resultados muestran que las propiedades macroscópicas de *D. asper* cambian dependiendo de la altura del tallo. El diámetro internodal externo y el grosor de la pared disminuyen gradualmente con la altura del tallo. La longitud de los entrenudos aumenta inicialmente desde la parte inferior hasta la parte media del tallo y disminuye en la zona superior. Las propiedades físicas también cambian dependiendo de la altura del tallo

Malanit (2009) señala que, las propiedades macroscópicas de *D. asper* cambian dependiendo de la altura del culmo, el diámetro internodal externo y el grosor de la pared disminuyen gradualmente con la altura del culmo. La longitud de los entrenudos aumenta inicialmente desde la parte inferior hasta la parte media del culmo y disminuye en la zona superior. Las propiedades físicas también varían según la altura del culmo.

### **2.1.3. Suelos**

Mc Clure (1955), menciona que no se conocen bambúes que se desarrollen en suelos salinos. Las condiciones que se consideran adecuadas para el bambú son las siguientes: texturas francas, franco-arcillosas, franco-limosas, arcillas-limosas; suelos fértiles, bien drenados con alto contenido de nitrógeno, con alto contenido de materia orgánica, pH entre 5 y 6,5, pobres en fósforo, medianos en potasio, altos en contenido de aluminio, hierro, manganeso, bajos en contenido de calcio y magnesio.

#### **2.1.3.1. Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. Las principales propiedades físicas del suelo son el color, la textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo (Rucks et al., 2004).

De acuerdo al Departamento de agricultura de los Estados Unidos, se entiende por textura del suelo, a las proporciones en porcentaje de las fracciones de limo, arena y arcilla. Estas fracciones minerales son de interés edafológico precisamente por las partículas menores a 2 mm de diámetro. Mayores a estas son denominados “modificadores

texturales” incluyendo a carbonatos, materia orgánica, saturación de sales. Por tanto, la textura del suelo es un indicador físico que guarda relación con la capacidad de intercambio, estructura, permeabilidad, retención del agua, porosidad, aireación, densidad aparente y real (USDA, 1999).

La densidad aparente (DA) y la densidad real (DR) se expresa así

$$DA = Ms/Vt$$

$$DR = Ms/Vs$$

Donde:

Ms: Masa o peso de sólidos

Vs: Volumen de sólidos

Vt: Volumen total

El grado de compactación de un suelo se define por su densidad real, la cual permanece estable incluso cuando ha sido sometido al uso constante de maquinaria pesada que compacta la capa arable. A diferencia de la densidad real, que no se ve afectada ya que el volumen de los sólidos permanece inalterado, la densidad aparente es más variable debido a la inestabilidad estructural del suelo. Por ejemplo, un suelo recién arado tendrá valores de densidad aparente más bajos, mientras que, al finalizar la cosecha, estos valores aumentarán significativamente, especialmente si durante las actividades agrícolas se emplearon equipos pesados. Esto demuestra que la densidad aparente es un indicador dinámico que cambia en función de la estructura del suelo. Además, su variabilidad está influenciada por factores como el pisoteo del ganado, el uso de maquinaria agrícola y las condiciones climáticas.

Las clases texturales se determinan a partir de las diversas combinaciones de las fracciones de arena, arcilla y limo. Estas combinaciones pueden ser prácticamente infinitas, aunque, para fines de caracterización de suelos, se han establecido doce clases texturales estándar, organizadas en función del aumento de la proporción de fracción fina (Zavaleta, 1992).

La composición mineral de los suelos es relativamente constante, lo que permite estimar la densidad real en un rango de 2,6 a 2,7 g/cm<sup>3</sup> para cualquier tipo de suelo. En contraste, la densidad aparente está directamente influenciada por el grado de compactación o porosidad del suelo, siendo un valor altamente variable y dependiente de su textura. Por ejemplo, los suelos arenosos y arcillosos suelen presentar densidades aparentes cercanas a 1,7 g/cm<sup>3</sup>, mientras que los suelos francos oscilan entre 1,5 y 1,7 g/cm<sup>3</sup> (USDA, 1999).

La temperatura del suelo está determinada por la cantidad de

radiación neta que alcanza su superficie, la cual resulta del balance energético entre las ondas cortas y largas. Esta radiación neta depende de factores externos al suelo, como la radiación global disponible, el albedo, y el balance de radiación infrarroja, que varía según la temperatura y las emisiones tanto de la atmósfera como de la Tierra.

Por otro lado, la resistencia a la penetración del suelo está influenciada por su compactación, un fenómeno que ocurre cuando se ejerce presión o carga sobre la superficie. Esto puede deberse al pisoteo de animales y personas, así como al uso inadecuado de maquinaria agrícola, como tractores, particularmente en condiciones de suelo húmedo (Sandoval et al., 2006).

### **2.1.3.2. Propiedades químicas del suelo**

Las propiedades químicas del suelo desempeñan un papel crucial en las interacciones suelo-planta, ya que influyen en la calidad del agua, la capacidad de amortiguación del suelo y la disponibilidad de agua y nutrientes tanto para las plantas como para los microorganismos (Acevedo et al., 2005). Para evaluar estas propiedades, se recomienda utilizar indicadores clave como el contenido de materia orgánica (MO), carbono y nitrógeno orgánico, pH, conductividad eléctrica (CE), y los niveles disponibles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos indicadores son esenciales para reflejar estándares de fertilidad del suelo, los cuales son determinantes para la producción de cultivos.

De todos los indicadores, la materia orgánica del suelo se considera el más significativo para evaluar su calidad. Este componente es fundamental porque contribuye a mantener la estructura del suelo, favorece la retención de agua, promueve la actividad biológica mediante la presencia de organismos y actúa como una reserva nutritiva esencial (Chen, 2000). Además, la materia orgánica es clave para seleccionar un conjunto mínimo de datos necesarios para caracterizar la calidad del suelo de manera precisa. Por lo tanto, garantizar niveles adecuados de materia orgánica no solo mejora la fertilidad del suelo, sino que también apoya prácticas agrícolas sostenibles al optimizar las condiciones para el desarrollo de los cultivos y la funcionalidad del ecosistema del suelo.

El pH del suelo es una propiedad fundamental que influye indirectamente en los procesos de absorción de nutrientes por las plantas, ya que actúa como un indicador del grado de acidez o alcalinidad del suelo. Este parámetro se clasifica en ácido, básico o neutro y se mide en una escala que, para los suelos, generalmente varía entre 3,5 y 9,0, evitando valores extremos como 0 o 14 (Bautista, 2004).

La mayoría de los cultivos agrícolas crecen de manera óptima en un rango de pH entre 5,5 y 7,5, aunque esto puede variar según la especie y variedad vegetal.

El objetivo de la aplicación de abonos es, con frecuencia, neutralizar la acidez del suelo, acercándolo a un pH neutro, lo cual es ideal para garantizar la fertilidad y aptitud para el cultivo (Bautista, 2004).

El pH del suelo también tiene un impacto significativo en los procesos biológicos y la actividad microbiana, ya que estos se ven favorecidos dentro de rangos específicos. Así, el pH no solo afecta la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, sino que también regula la salud y productividad del ecosistema del suelo (Bautista, 2004).

Aquellos valores pH menores o igual a 5,0, son indicadores que el suelo presentan deficiencia en elementos como: calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), hidrogeno ( $\text{H}^+$ ) o por el contrario es referente del que el suelo sufre de elementos tóxicos como:  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , etc. (Fassbender y Bornemisza, 1987).

Las formas minerales del nitrógeno en el suelo provienen generalmente de la descomposición de los residuos orgánicos de Nitrógeno, materiales frescos orgánicos, abonos orgánicos, humus etc. Estas formas por lo general son Nitrógeno Amoniacal ( $\text{N}^-\text{NH}^{+4}$ ) y Nitrógeno Nítrico ( $\text{N}^-\text{NO}^{-3}$ ). Estos procesos biológicos y minerales ocurren debido a la influencia de los macro y microorganismos existentes en el suelo. La determinación de Nitrógeno total en el suelo se realiza mediante el método de Kjeldhal clásico o Kjeldhal modificado en algunas ocasiones (Calderón, 1999).

La deficiencia de fósforo (P) en los suelos de regiones tropicales y subtropicales es un problema crítico que limita significativamente la producción de cultivos. Esta carencia constituye una de las restricciones más importantes para la agricultura en estas zonas. El fósforo total presente en el suelo proviene principalmente del material parental o de la aplicación de fertilizantes y abonos. Los materiales parentales suelen contener fosfato de calcio, que se hidroliza progresivamente durante el proceso de formación del suelo, liberando fósforo disponible para las plantas (Arzuaga et al., 2005).

En cuanto al potasio del suelo, existen diversos métodos analíticos para determinar su contenido. Entre ellos, uno de los más utilizados a nivel mundial es el método basado en el uso de ácido sulfúrico, que permite una medición eficiente y precisa de este elemento esencial para el crecimiento vegetal.

Por otro lado, la determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de un suelo es un proceso que involucra varios pasos. Inicialmente, la CIC se satura utilizando sodio. Luego, se elimina el sodio no intercambiable a través de un lavado con alcohol. Finalmente, se extrae todo el sodio mediante acetato de amonio, y su concentración se mide por absorción atómica. Este procedimiento permite evaluar la capacidad del suelo para

retener y liberar nutrientes esenciales para las plantas, siendo un indicador clave de su fertilidad (Calderón, 1999).

#### **2.1.4. Conceptos de los indicadores**

##### **2.1.4.1. Morfometría**

La morfometría es un conjunto de técnicas, procedimientos y métodos, utilizados para determinar atributos configuracionales, en base a ellos, conocer el sistema de relaciones espaciales que caracterizan a las formas de un área cualquiera (Pedraza, 2001). Así mismo, Marani (2010), menciona que es una herramienta para investigar en profundidad los cambios en forma y tamaño de los objetos a fin de evaluar patrones distribucionales, evolutivos, filogenéticos, entre otros.

##### **2.1.4.2. Suelo degradado**

La degradación del suelo se define como la pérdida de sus propiedades esenciales para el adecuado desarrollo y productividad de los cultivos. Este proceso ocurre cuando no se mitigan las influencias naturales negativas o no se aplican prácticas agrícolas sostenibles. Como consecuencia, la estructura y fertilidad del suelo disminuyen, afectando su capacidad para sustentar el crecimiento de las plantas. Si el deterioro continúa, los suelos pueden volverse inadecuados para la agricultura (Graetz, 2004).

Uno de los principales efectos de la degradación del suelo es la dificultad para el enraizamiento de las plantas, lo que impacta directamente la disponibilidad de nutrientes esenciales. Además, la capacidad del suelo para retener agua se reduce, complicando aún más el desarrollo de los cultivos. En estas condiciones, los fertilizantes pierden eficacia, lo que obliga a aumentar su aplicación para mantener niveles similares de producción, incrementando los costos y afectando la sostenibilidad del sistema agrícola (FAO, 1994).

La degradación también conlleva una serie de impactos negativos adicionales. Entre ellos, la estructura del suelo se ve comprometida, formándose agregados más inestables con tendencia a la destrucción y dispersión de los coloides. Este deterioro estructural agrava aún más los problemas relacionados con la retención de agua y nutrientes, acelerando el proceso de degradación (Bienes y Márquez, 2003). Por ello, es esencial implementar estrategias de manejo sostenible que prioricen la conservación de la estructura y fertilidad del suelo para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

##### **2.1.4.3. Culmo**

Eje aéreo segmentado de los bambúes, formado por nudos y entrenudos, que emerge del rizoma. Consta de cuello, nudos y entrenudos. Es el equivalente a

un árbol (Londoño, 2021). En muchas especies este eje puede tener correlación entre sus características como el diámetro y longitud (Ordóñez-Prado et al., 2023).

#### **2.1.4.4. Densidad aparente del suelo**

Indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas (Rahman, 1996).

#### **2.1.4.5. Densidad real del suelo**

La densidad real de las partículas densas del suelo varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65 (Rahman, 1996).

#### **2.1.4.6. Infiltración del suelo**

Se denomina infiltración al proceso de entrada de agua en el suelo. Durante una tormenta la relación que hay entre el ritmo de aporte de agua a la superficie del suelo y el de infiltración determina que proporción de agua entra en el suelo y cual queda en superficie disponible para la escorrentía superficial (Monsalve, 1999).

#### **2.1.4.7. Porosidad del suelo**

Fracción agua/gases. Los espacios o poros que hay entre partículas sólidas (orgánicas e inorgánicas) del suelo, contienen diversas cantidades de dos componentes inorgánicos clave: el agua y el aire. El agua es el principal componente líquido de los suelos y contiene sustancias minerales, oxígeno (O<sub>2</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en disolución, mientras que la fase gaseosa en los suelos está constituida por aire. Dependiendo del contenido de humedad del suelo, los poros se encuentran ocupados por agua o por aire (Aguilera, 1989).

#### **2.1.4.8. Humedad del suelo**

Se refiere a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje. El drenaje ocurre por la transmisión del agua a través de los poros mayores de 0,05 mm de diámetro; sin embargo, la capacidad de campo puede corresponder a poros que varían entre 0,03 y 1 mm de diámetro. El concepto se aplica únicamente a suelos bien estructurados donde el drenaje del exceso de agua es relativamente rápido; si el drenaje ocurre en suelos pobremente estructurados. Para Tenelanda et al. (2018) la humedad del suelo se incrementa respecto al aumento de profundidad, entre los 5 cm hasta 75 cm de profundidad.

#### **2.1.4.9. Textura del suelo**

La textura de un suelo se define por las proporciones de

partículas minerales inorgánicas de diferentes tamaños —arena, limo y arcilla— expresadas como porcentajes en peso. Estas proporciones tienen un impacto significativo en las propiedades y el comportamiento del suelo. La textura influye directamente en muchas reacciones físicas, químicas y biológicas, ya que determina la extensión de la superficie disponible para estas interacciones. Además, afecta características esenciales como la plasticidad, la permeabilidad, la facilidad de labranza, la retención de humedad, la fertilidad y la productividad del suelo. Estas propiedades pueden variar considerablemente según la región geográfica, destacando la importancia de la textura en la funcionalidad y manejo de los suelos (Buckman y Brady, 1966).

#### **2.1.4.10. Materia orgánica del suelo**

La materia orgánica del suelo corresponde a su componente orgánico, compuesto por restos vegetales y animales en diferentes etapas de descomposición, tejidos y células de organismos vivos en el suelo, además de sustancias generadas por dichos organismos. La fracción más estable de esta materia orgánica es el humus, resultado de la descomposición avanzada de la mayoría de los residuos vegetales y animales incorporados al suelo. Este componente orgánico desempeña un papel crucial al regular los procesos químicos que ocurren en el suelo, influir en sus propiedades físicas y ser el eje central de casi todas las actividades biológicas que involucran a la microflora y fauna del suelo (Bornemisza, 1982).

## **2.2. Estado del arte**

Existe un aproximado de 1 200 tipos de bambúes que presentan diversas variedades de tonalidades, registrándose en color verde, borgoña, dorado, negro y azul. Algunas especies logran alcanzar un crecimiento diario hasta 30,5 cm (Figueroa y Sardiña, 2009).

Según Muñoz et al. (2021), en su estudio, “Plantación de cuatro especies de bambú establecidas en el trópico seco de Michoacán, México”, consideraron entre sus objetivos la evaluación de su supervivencia y el crecimiento para cuatro especies de bambúes que se establecieron bajo condiciones del trópico seco en el estado de Michoacán; y la comparación del incremento (IMA) para la altura total y el diámetro respecto a los demás taxones del trópico que utilizan en plantaciones comerciales de dicha entidad. Se estudiaron a *Guadua aculeata*, *Guadua inermis*, *Guadua amplexifolia* y *Guadua angustifolia*, establecidos en un diseño completo randomizado donde los tratamientos fueron las cuatro especies distribuidos en cuatro repeticiones/especie; la unidad experimental lo conformaron 25 matas. Se evaluaron la altura total (At), el diámetro basal del tallo (DBT) y la tasa de supervivencia; reportando para los 400 días que *G. inermis* obtuvo 99% de supervivencia donde la At creció 2,12 m y el DBT registró un promedio de 21,27 mm.

Banerjee et al. (2011), en su estudio titulado “Un método de dos pasos para la propagación masiva acelerada de *D. asper* y su evaluación en campo”, tuvo como objetivo optimizar un protocolo para la multiplicación masiva de *D. asper*, utilizando explantes de segmentos nodales *in vitro* seguido de su posterior multiplicación *in vivo*. Para cumplir con este propósito, se llevó a cabo una evaluación de campo para observar el comportamiento de las plantas así planteadas teniendo como resultado, las plántulas exitosas en el campo produjeron abundantes brotes múltiples y crecieron exuberantemente, adquirieron una apariencia arbustiva y ganaron una altura de planta de 1,5 – 2,0 m, en el primer año. En ese momento el número promedio de cañas por arbusto era de 11. Aunque, no se tuvieron mucho cuidado, después de cuatro años las plantas triunfaron sobre la mortalidad inicial y crecieron bien con 25 tallos por arbusto alcanzando una altura promedio de 4,5 m. mostrando un 85% de supervivencia. Quedando claro a partir de este estudio que *D. asper* generado *in vitro* se desempeñó de manera muy prometedora.

Arbeláez (1996), en su estudio titulado “Relación entre los caracteres morfométricos del culmo de la *Guadua angustifolia* Kunth. Colombia”. Se identificaron los caracteres morfológicos del culmo perteneciente a la *G. angustifolia* y se relacionaron entre los mismos, con fines de que se obtengan patrones guías para los procesos de planear su aprovechamiento en actividades de construcción. Se utilizó 381 culmos cortados durante los años 1993 y 1997 procedentes de plantaciones naturales de *G. angustifolia* del Centro Agropecuario Cotové en la Universidad Nacional que se localiza en el municipio de Antioquia en la altitud de 550 msnm, con una temperatura media de 26,3 °C, la precipitación acumulada anual de 1 244 mm considerado como bosque seco Tropical (bs-T). Como resultado reportan promedios en altura total de 20,68 m, altura libre de 10,69 m, altura estimada de 0,56p (p corresponde al perímetro del culmo a 1,5 m desde la base), diámetro máximo de 12,10 cm, diámetro de la base en 10,87 cm y 24,4 mm correspondiente al espesor de la pared en la base.

Gallardo et al. (2008), estudiaron el “Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *G. angustifolia*, Kunth, empleadas en la propagación. Perú - La Merced”. Plantearon entre sus objetivos la evaluación del diámetro de los esquejes de *G. angustifolia* relacionadas respecto a su supervivencia y la vigorosidad durante la fase de vivero; utilizaron esquejes con diámetro variable durante la siembra y procedieron a medir como indicadores a la cantidad de esquejes que sobrevivieron, la longitud del brote y los diámetros de las yemas. Entre los resultados, fue registrado como mejor tratamiento al T<sub>4</sub> con una supervivencia a 110 días de sembrado del 75,5% de plantones vivos, en la cantidad de brotes alcanzó 7,50 brotes, en longitud de los brotes obtuvo 32,50 cm, en la cantidad de hojas fue 13,50 hojas/brote y para el

diámetro del tallo fue 3,70 cm. Para propagar *G. angustifolia* se necesita esquejes con 20 mm de diámetro y 30 cm de longitud, con el cual se optimiza su crecimiento inicial de los plantones y se tiende a reducir la tasa de mortalidad del esqueje sembrado. El grado de vigor de los plantones se relacionan al incremento del diámetro de los esquejes, siendo el mayor valor 20 mm, debido a que cuando supera dicho diámetro hasta 25 mm se observó disminución del vigor en los plantones; de manera similar, para el caso de la supervivencia del esqueje sembrado, suelen estabilizarse desde los 80 días de sembrado, mostrando mayor incremento de brotes a los 90 días de la siembra y posteriormente se detuvo. Las evoluciones del diámetro en los brotes fueron similares en casi todos los tratamientos, recién asado los 90 días es notorio la diferencia de crecimiento en los T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respecto a los demás tratamientos.

Entre los reportes de que la tasa de crecimiento de un brote que emerge de una mata adulta y crece hasta un valor de 1,0 m/día solamente correspondería a *Phyllostachys bambusoides* cuando se encuentra bajo condiciones edafoclimáticas ideales. Además, en el caso de especies que alcanzan grandes tamaños en altura como 20 o 30 ms, los brotes anuales suelen alcanzar dicha altura durante los 2 hasta 3 meses de haber emergido (Caro, 2017).

Ruiz y Arévalo (2004), realizaron una descripción de las especies de bambúes que se encuentran en el BRUNAS, describieron a *D. asper* reportando a las cañas o tallos que presentaban un tono verde opaco (presencia de líquenes) cuando el culmo está desarrollado (maduro) y de color verde claro en el caso de encontrarse en fase de maduración, se perciben por su tamaño enorme al compararlas con las demás especies. Alcanzan alturas entre 20 hasta 38 m, donde los diámetros fluctúan desde 12 hasta 18 cm, el culmo en la parte base y media es limpia sin presencia de ramas laterales, las ramas no poseen mucho grosor y se las observa a partir del tercio superior hasta la parte apical. Las paredes de los culmos tienen grosores desde 2,0 hasta 2,5 cm considerando la abertura sobre normal de 10 cm. Su rizoma es de tipo paquimórfico y cestiposo, debido a que suele enmarcar un macollo con brotes periféricos, que se traen al mundo desde los rizomas y que suelen desarrollarse desde 6 hasta 8 cañas/m<sup>2</sup>. Suelen extenderse de manera desinhibida y contundente por el suelo.

Bovis (2020), en su tesis denominada “Modelización matemática del crecimiento del diámetro y altura de cañas de *G. angustifolia* en el Fundo Agrícola de la UNAS, región Huánuco”, tuvo como objetivo la elaboración de un modelo matemático con la cual se reflejaría el crecimiento diametral y de la altura de los culmos de *G. angustifolia*; procedió a medir la altura total en periodos de tiempo semanales a un grupo de 105 brotes emergidos en el periodo de ejecución de la tesis, seguidamente realizó el análisis mediante la correlación de Spearman con fines de determinar relación alguna y luego se generó el modelo curvilíneo donde se

expresó el comportamiento de *G. angustifolia*. Como resultado, esta especie logra alcanzar su altura total en un tiempo de 7,45 meses donde los culmos registran longitudes entre 16,40 a 30,20 m, en el caso del diámetro del culmo se registró como valor mínimo 7,32 cm y el valor máximo fue 16,07 cm, siendo el promedio 11,90 cm y posterior a 120 días de haber emergido el brote el promedio desciende ligeramente a 11,87 cm.

Mas (2010), realizó una tesis cuyo título fue siembra de tres especies de bambú a través de secciones de culmo en un área deforestada del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, su objetivo consistió en que se conozca la siembra de *Gigantochloa apus*, *Bambusa vulgaris* variedad *vittata* y *D. asper* a través de la cantidad de brotes, la altura total, la tasa de prendimiento y mortalidad. El estudio se realizó bajo un diseño en bloque completo al azar, siendo los datos sometidos a un ANVA para contrastar la hipótesis y luego la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan. En el resultado se registró diferencias estadísticas significativas en donde sobresalió la cantidad de brotes en la especie *B. vulgaris* variedad *vittata* proseguido del *D. asper* y en menor cantidad *G. apus* con promedios de 2,00, 1,78 y 0,00, respectivamente. Para el caso de la altura, *D. asper* sobresalió, siendo proseguido por *B. vulgaris* variedad *vittata* y *G. apus* con medias de 153,00 cm, 102,75 cm y 0,00 cm, respectivamente.

Decipulo et al. (2009) expusieron en el congreso sobre “*Manejo silvicultural del bambú en Filipinas y Australia para brotes y madera*” las experiencias de manejar macollas de *D. asper* con 15 años de edad en Bukidnon, Filipinas, en donde el suelo inicial presentaba el pH de 5,2 y 4,75 a profundidades de 0 a 10 y 10 a 20 cm respectivamente, la materia orgánica registró valores superiores a 6,9% y 2,95%, el fósforo asimilable fue de 4,3 ppm y 1,1 ppm, mientras que el potasio extraíble presentó 121 ppm y 96 ppm para las dos profundidades de muestreo respectivamente; la vegetación circundante inmediata incluía *Chromolaena* sp., helechos y pequeños árboles de *Cassia spectabilis*. Evaluaron la productividad de *D. asper* en respuesta a diferentes aplicaciones de fertilizantes y mantillo, así como a la intensidad de la cosecha, durante un período de 6 años. La producción de brotes de bambú comestibles aumentó con los tratamientos de fertilizante y mantillo; también se produjeron más brotes en macollas con un mayor número de culmos de 1 y 2 años. El tratamiento con retención de todos los brotes y culmos causó congestión y redujo la producción de brotes. La cosecha de brotes comestibles fue antagonista a la obtención de un alto rendimiento de culmos; se logró un alto rendimiento de biomasa solo si se retuvo la mayoría de los brotes para producir culmos de 2 años para la cosecha. Los rendimientos promedio de biomasa de peso seco de los culmos fueron superiores a 40 t/ha/año.

En el BRUNAS, Panduro (2013) estudió distintos sistemas de uso del suelo entre los cuales se encontraba una parcela de *D. asper*, obteniendo resultados de la muestra de los suelos con 23,68% de arena, 43,04% de limo, 33,28% de arcilla con las cuales se catalogan como un suelo arcilloso en donde el pH determinado fue 4,12, la materia orgánica fue 3,05%, el nitrógeno fue 0,14% y en el caso del fósforo fue 1,41%.

Barboza (2022) realizó un estudio de metanálisis para determinar el efecto de los bambúes (subf. Bambusoideae) para controlar la erosión, encontrando en el suelo un incremento hasta del 6,6 % más en lo que respecta a la materia orgánica en una parcela de bambú al compararla con un suelo sin bambú, el 80% de raíces y rizomas se localizan entre la superficie y los 30 cm de profundidad, crecen óptimamente entre los 600 a 2000 m s.n.m. con humedad relativa desde 75% hasta los 85%, su pH oscila de 3,5 hasta 6,5, creciendo en suelos aluviales donde se presenten texturas de franco-arcillosa, franco-limosa, así como franco arenosa.

En Cuba, Amaro et al. (2019) diagnosticaron la evolución de un suelo degradado donde se cultivaron *Nicotiana tabacum* (tabaco), en donde reportaron que la densidad aparente del suelo no perturbado registró 1,09 g/cm<sup>3</sup>, suelo en manejo sostenible de tierras con 1,25 g/cm<sup>3</sup> y suelo en agricultura tradicional con 1,38 g/cm<sup>3</sup>. Concluyeron que, el suelo degradado en áreas donde cultivan *N. tabacum* de Pinar del Río, tienen la posibilidad de que se reviertan su situación cuando se introducen en su manejo, principios de agricultura de conservación donde se incluyen acciones de manejo sostenible de tierras.

Lozano et al. (2010) estudiaron el cambio ocurrido de las propiedades químicas en suelos al introducir pasturas de cobertura *Brachiaria dictyoneura* (BD), *Centrosema macrocarpum* (CM) comparados con la vegetación de la sabana natural (SN); encontraron que hubieron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de pastura introducida y las profundidades de muestreo; dicha diferencia estuvo asociado al efecto de la cantidad y calidad de cada cobertura en el pH y los nutrientes extraídos. Para la SN se evidenció la afectación de las propiedades edáficas a causa de la quema. Concluyeron que, las propiedades se ven favorecidas cuando el cultivo de cobertura es gramínea y otras cuando es leguminosa.

En otras especies de bambúes establecidos en suelos degradados se tiene el reporte de Cairo et al. (2018), quienes utilizaron a *Bambusa vulgaris* y reportaron al culminar el estudio que, el aporte de la biomasa por parte de dicha especie suele presentar valores nutricionales que favorecen la recuperación de los suelos, mejorando significativamente las actividades biológicas y también para unos indicadores de consistencia así como estructura, que es el reflejo de la contribución en recuperar dicho sistema edáfico.

En Argentina, Broz et al. (2021) estudiaron el comportamiento morfométrico en

el primer año de *D. asper* al ser establecidos en diferentes densidades de plantación (100, 200 y 400 matas/ha). De manera general obtuvieron promedios de la circunferencia a la altura del cuello de la mata de 60,58 cm, altura de la mata en 2,48 m, diámetro del culmo en 1,73 cm y 5,46 culmos por cada mata, además estas características fueron similares en los distanciamientos establecidos.

En Costa Rica, Montiel y Sánchez (2006) citan que estudiaron a *D. asper* que se encontraban establecidos dos parcelas donde el suelo fue Areno-limoso ubicado a 100 m s.n.m. y 400 m s.n.m.

En Ecuador, Chuquimarca y Dávila (2016) determinaron que el cultivo de *D. asper* se consideraría sustentable y amigable al medioambiente por tener menor uso del agua al compararlas a otras especies como las maderables de en dicho país que se usan con el mismo fin; además, esta especie suele crecer rápido por tal razón suele necesitar mucha agua durante los primeros años después de establecerse, llegando a una edad adulta entre los cinco a seis años cuando poseen condiciones favorables como una tasa máxima de infiltración de la precipitación de 10 mm/día.

Sharma et al. (2024) determinaron las propiedades fisicoquímicas del suelo de seis especies de bambúes en una plantación de 14 años y una parcela de control en la región de Terai de los Himalayas Centrales, dentro de los mismos se encontraba *D. asper*, en donde las muestras de los suelos fueron extraídos en base a las profundidades de 0 a 40, 40 a 80 y de 80 hasta 120 cm, encontrando como resultados que hubo incrementos de los valores en la densidad aparente, densidad real y nivel del pH, mientras que disminuyeron los valores en el porcentaje de porosidad, conductividad eléctrica, fósforo disponible y potasio disponible en el suelo.

En Ecuador, Fernández (2020) caracterizó plantaciones de *D. asper* en donde encontró que con 10 años de edad genera 2,2 brotes por planta, mientras que los de cinco años generan 2,3 brotes por planta. Además, las matas a los cinco años presentan 73% de culmos verdes y 27% de brotes, mientras que las matas a los 10 años presentaban 11% de brotes, 51% de verdes, 28% de maduros y 10% de sobremaduros.

En El Salvador, Zometa et al. (2021) reportaron una relación positiva existente entre el diámetro de los culmos de *D. asper* con el gradiente altitudinal, siendo solamente los culmos de 9,85 cm cuando se encuentran a una altitud de 4 m s.n.m. y llegan a medir hasta 18,42 cm a una altitud de 638 m s.n.m. Además, se encontró a los bambúes en suelos de clase II que suelen ser aceptable agrícolamente debido a que poseen aptitud para realizar cultivo intensivo, así como también se presenció en suelo de clase agrológica VII considerados como tierra marginal para uso agropecuario por ser inapropiada para el uso agropecuario siendo

relegada para propósitos de explotar el recurso forestal, en estos suelos se observó menor desarrollo en la longitud de los culmos debido a la mala calidad de los factores productivos.

Reátegui (2009), investigó el comportamiento de ciertos indicadores físicos, químicos y biológicos en áreas con cuatro sistemas de uso del suelo; reportó para un sistema con café registró su textura de franca arcillo limosa,  $0,9 \text{ g/cm}^3$  de densidad aparente,  $2,5 \text{ kg/cm}^3$  de resistencia, 5,58 de pH o moderadamente ácido, 2,75% de MO o nivel medio y 0,12% de N o nivel medio, 2,21 ppm en P o nivel bajo y 283,56 kg/ha para el K. En el caso del sistema de uso donde estuvo el bosque secundario registró  $1,1 \text{ g/cm}^3$  de densidad aparente, textura franco-arcillosa,  $1,5 \text{ kg/cm}^2$  de compactación, moderadamente ácido, bajo en MO (1,19%) y N (0,07%), nivel medio de P (7,85 ppm) y K (351,14 kg/ha). Mientras que, el suelo del sistema de uso de suelo con pastizal fue franca arcillosa, baja densidad aparente de  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , alta resistencia a la compactación ( $2,9 \text{ kg/cm}^2$ ), pH fuertemente ácido (5,36), bajo contenido de MO (1,97%) y N (0,09%), contenido medio de P (7,94 ppm) y K (339,22 kg/ha). Los suelos de maizal presentaron: textura franca arcillo limosa, baja densidad aparente ( $1,0 \text{ g/cm}^3$ ), resistencia de ( $1,7 \text{ kg/cm}^2$ ), pH fuertemente ácido (5,01), contenido medio de MO (2,15%) y N (0,10%), bajo contenido de P (0,98 ppm) y K (209,36). La correlación entre indicadores fisicoquímicos y macrofauna del suelo manifestó disminución de la temperatura del suelo, con una fuerte relación positiva con respecto a la abundancia, distribución y la actividad de la macrofauna en el suelo.

En México, Martínez-González et al. (2010) evaluaron el comportamiento de la humedad del suelo bajo diferentes coberturas vegetales: sitios con *Quercus* sp. (encinos), arbustos dominados por *Senecio* sp. (jarilla) y *Mimosa* sp. (uña de gato), *Eucalyptus* sp. (eucaliptos) y sin vegetación. Como resultados encontraron que, en la temporada seca, la humedad fue 8,3% en el lugar con arbusto y 8,7% en los encinos, mientras que 10,6% es sitios con eucaliptos y 9,9% cuando no hubo vegetación; además, mayor pérdida de humedad fue en el sitio sin vegetación (3,4%) y menos fueron en el sitio con eucalipto (-0,8%). En la temporada de lluvias, la humedad fue 16,6% en sitios con encinos y 15,4% en sitios con eucaliptos; los sitios con encinos (7,9%) y arbustos (7,2%) tuvieron mayor incremento de humedad.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El proyecto de tesis se ejecutó en una plantación de *D. asper* establecida en un suelo degradado ubicado en la parte alta de la Unidad Académica del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Territorialmente dicha unidad comprende una extensión de terreno de 217,22 ha, con una longitud perimetral de 6 935,36 m y una altitud de que oscila aproximadamente entre los 680 m s.n.m. hasta los 1080 m s.n.m. El área donde se encuentra establecida la plantación se ubica a una altitud promedio de 930 m s.n.m., el mismo que se sitúa a 1,21 km desde la ciudad de Tingo María a la margen izquierda teniendo en consideración la red vial de Tingo María hacia Huánuco.

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

**Tabla 1.** Ubicación geográfica y altitud.

Zona	18L
Este	391 508
Norte	8 971 216
Altitud	930 m s.n.m.

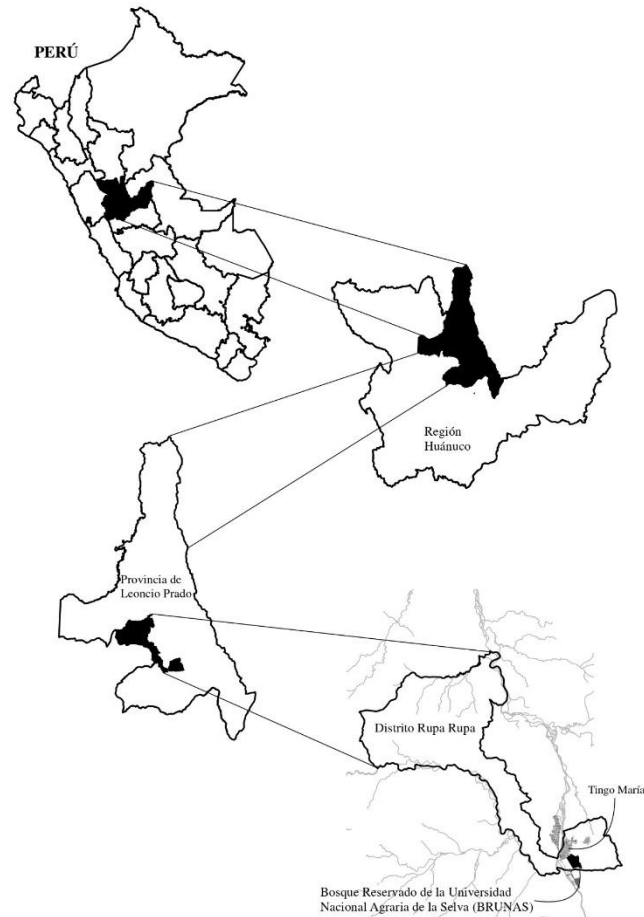
##### 3.1.2. Ubicación política

Departamento : Huánuco  
Provincia : Leoncio Prado  
Distrito : Rupa Rupa  
Ciudad : Tingo María

##### 3.1.3. Características climáticas

Las condiciones climáticas de la zona de acuerdo con el reporte de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñonez de la UNAS son: temperatura máxima 30,05 °C, mínima 20,7 °C, y media 25,6 °C, precipitación promedio 3 758 mm y una humedad relativa promedio del 84,0%.

Considerando el periodo de ejecución y de acuerdo a los datos climatológicos de la Estación Principal de Tingo María (Anexo), mayores temperaturas promedios se observó en los meses desde setiembre y octubre del 2023 y abril del 2024, mientras que la precipitación fue mayor en el mes de enero del 2024 con un a cumulado de 595,50 mm.



**Figura 1.** Ubicación política del BRUNAS.

#### 3.1.4. Zonas de vida

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático (Holdridge, 1987), el BRUNAS se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre-montano tropical (bmh – PMT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta. (Pulgar, 1987).

#### 3.1.5. Descripción del lugar

La plantación se encuentra establecida en suelos degradados donde por muchos años se cultivó *Erythroxylum coca* (coca). El terreno es de laderas con pendientes muy pronunciadas superando los 45° de inclinación, la misma que fue instalada en el mes de abril del año 2018 por la tesista Leyla Mercedes Guzmán Vásquez con plántones que fueron producidas en el Vivero de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, el sistema de plantación fue en fajas como método de utilizó las curvas a nivel en donde el distanciamiento entre plantas fue de 20 m, de manera similar lo consideraron espaciar las curvas de nivel cada 20 m. De acuerdo a los antecedentes, se utilizó dosificaciones de nitrógeno, fósforo y potasio

como fertilización inorgánico inicial donde para el periodo de seis meses no hubo repercusiones significativas en los tratamientos aplicados.

### **3.2. Materiales y equipos**

#### **3.2.1. Material biológico**

Para la evaluación del comportamiento morfométrico previsto para el presente estudio, se dispuso de la plantación de *D. asper* establecida en el BRUNAS y que presentaba una edad de cinco años desde su establecimiento.

#### **3.2.2. Materiales e instrumentos**

Se emplearon los siguientes instrumentos y materiales como: cinta métrica de 30 metros, cinta diamétrica, vernier, tubo muestreador de suelos, infiltrómetro de doble anillo, martillo de goma, flotador graduado, cruceta de conducción de esfuerzos, formularios para el registro de las evaluaciones, libreta de campo y bolsa de polietileno.

#### **3.2.3. Equipos**

Los equipos que se utilizaron en la investigación fueron: GPS marca Garmin modelo Map. 60 csx, equipo celular y cámara fotográfica digital.

### **3.3. Aspectos metodológicos**

#### **3.3.1. Enfoque del estudio**

La investigación ejecutada corresponde a un enfoque cuantitativo en razón que la recolección de datos se fundamenta en el comportamiento morfométrico de *D. asper*, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. Además, resulta ser apropiada debido a que se quiso estimar magnitudes del fenómeno denominado comportamiento de la especie en estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2023).

#### **3.3.2. Tipo de investigación**

En base al control de la medición de la variable en estudio (Supo y Zacarías, 2020) como es el comportamiento morfométrico, el estudio es prospectivo ya que se realizó mediciones controladas debido a que la tesista prosiguió protocolos estandarizados para la recolección de los datos, obteniendo disminuir el sesgo que se cometería al medir las variables con la cual se alcanzó mediciones más precisos y exactos lo que comúnmente lo denominan como datos primarios.

#### **3.3.3. Nivel de investigación**

Corresponde al nivel o alcance aplicativo, debido a que consistió fundamentalmente en hacer un seguimiento del comportamiento morfométrico de las matas de bambúes que se encontraban establecidas en suelo degradado. El estudio se caracterizó porque

estuvo orientada a que se resuelva el problema de la capacidad productiva de un suelo degradado mediante el establecimiento de las matas de bambúes en suelos degradados información que es un conocimiento tecnológico (Ñaupas et al., 2014).

#### **3.3.4. Diseño de investigación**

Para ejecutar la tesis se prosiguió un diseño no experimental de tipo longitudinal, en razón que no se realizó la manipulación deliberadamente de la variable (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2023), se realizó la observación del comportamiento y como se dio en su contexto de suelo degradado, exactamente cuando la plantación presentaba cinco años de edad, para que posteriormente estos datos fueran sometidos al análisis respectivo.

#### **3.3.5. Variable de estudio**

1. Suelo degradado
2. Comportamiento morfométrico

#### **3.3.6. Población**

La población estuvo constituida por 36 plantas de *D. asper* que se encuentran establecidas en un suelo degradado de la UNAS. Para el presente estudio se consideró evaluar a todas las unidades de estudio, siendo innecesario realizar el muestreo.

#### **3.3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

La técnica empleada fue la observación participante y para la medición del comportamiento morfométrico del *D. asper* se utilizó los instrumentos mecánicos de medición como el vernier, clinómetro, mira topográfica, cinta diamétrica y wincha.

#### **3.3.8. Procedimiento para recolección de datos**

##### **3.3.8.1. Descripción del comportamiento vegetativo de una plantación de *D. asper* en un suelo degradado**

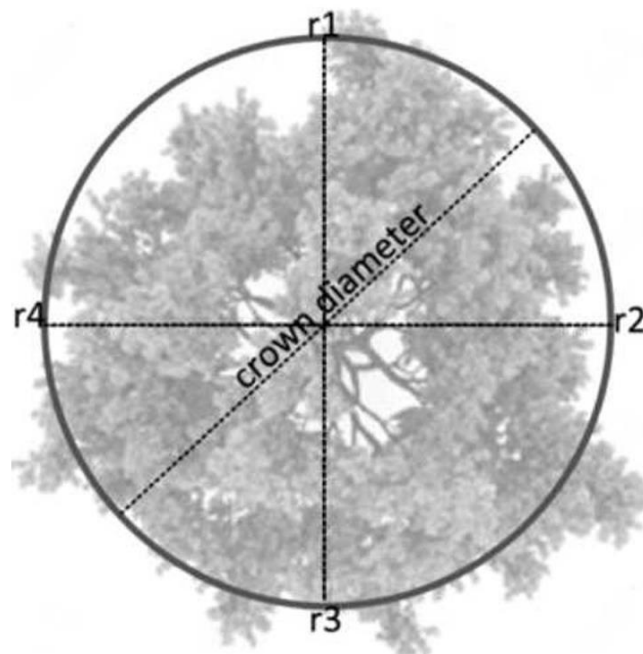
Para alcanzar el objetivo se realizó acciones como la recopilación de toda la información cartográfica existente del área de investigación, con el cual se elaboró un mapa base insertando toda la información (Figura 20 del Anexo), el mismo que permitió planificar la logística para la recolección de datos de campo; posteriormente se realizó el reconocimiento de la plantación de bambú y la verificación de la parcela con el apoyo de los asesores del presente estudio.

Se realizaron acciones corte de la vegetación que rebrotaba y crecía en las fajas donde se encontraban establecidas las matas de bambúes utilizando desbrozadora y machete, mientras que entre las fajas se mantuvo la vegetación intacta con fines de que no se causen perturbación excesiva ocasionada por el manejo de la plantación de bambú.

Para las acciones concernientes a la descripción de las matas y

culmos de los bambúes, se realizó la codificación de las matas de los bambúes y luego se procedió a realizar las mediciones de acuerdo a los indicadores considerados para el presente estudio por períodos trimestrales, empezando la primera evaluación en el mes de abril del año 2023 y la última evaluación en el mes de abril del año 2024, los indicadores a medir fueron los siguientes:

- **Diámetro de la copa de las matas.** Se realizó las proyecciones de los bordes de la copa de las matas en base a las orientaciones cardinales, luego se colocó una persona cogiendo el punto cero de la cinta métrica en el punto r1, siendo ayudada por otra persona que extendió la cinta hasta el punto r3 tomando lectura de dicha dimensión, luego de forma perpendicular a dicha orientación la primera persona se ubicó en el punto r2 extendiendo la cinta hacia el punto r4 por la siguiente persona en donde se realizó la toma de la segunda lectura (Figura 2). Para analizar los resultados del diámetro de copa por cada mata, se procedió a determinar el valor promedio de ambas medidas previas realizadas (Coombes et al., 2019).



Fuente: Coombes et al. (2019).

**Figura 2.** Esquema del proceso para determinar la dimensión del diámetro de copa.

- **Diámetro de la base de las matas.** Se realizó con el uso de la cinta métrica, la cual tenía que colocar circundante al perímetro

que formaban todos los culmos de la mata evaluada, se juntaba con el punto inicial y se anotaba el valor obtenido, para el análisis de los datos se procedió a determinar el diámetro de dicha circunferencia dividiendo entre 3,14159.

- **Altura de la mata.** Se procedió a escoger un culmo más sobresaliente por cada mata de bambú, luego se le procedió a realizar la medición empleando una wincha de 5 m para el caso de las matas pequeñas, mientras que en el caso de que las matas grandes que por lo general se observó en la última medición del estudio, se recurrió a emplear equipos de medición como es el caso de una mira telescópica.
- **Número de culmos por mata.** Se realizó mediante conteo directo la cantidad existente de los culmos por cada mata.
- **Altura del culmo.** Se realizó las mediciones de cada culmo existente por matas, siendo tomada en consideración la dimensión existente desde el límite superior del rizoma hasta la parte terminal del culmo.
- **Número de entrenudos por culmo.** Se realizó mediante conteo directo de la cantidad de entrenudos que presentan cada culmo de las matas de bambúes.

### **3.3.8.2. Determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con una plantación de *D. asper* en la Universidad Nacional Agraria de la Selva**

Para la descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo, la toma de muestras se realizó en dos momentos. La primera se realizó en el mes de abril 2023 y la segunda evaluación en el mes de abril del 2024.

La densidad aparente ( $\text{g/cc}^3$ ), fue determinado mediante el método del cilindro, en la cual se tuvieron que ubicar en cuatro puntos dentro de la parcela (repeticiones), luego se aperturó una calicata con dimensiones de 50 cm x 50 cm x 50 cm en donde en la parte lateral se colocaron los cilindros teniendo en consideración las categorías de 0 a 10 cm, luego entre los 10 a 20 cm y finalmente entre los 20 a 30 cm. Una vez extraído el muestreador del suelo se retiró el cilindro interior y se enrazó la muestra cortando cuidadosamente con un cuchillo el suelo excedente por encima y por debajo. Los cilindros

enrasados fueron rotulados, se trasladaron hacia el laboratorio en donde se las realizó el pesado y posteriormente se procedió a secarlos en estufa a 105 °C por 48 horas y posteriormente también se volvió a pesarlo para determinar su masa seca (Blake y Hartge, 1986; García, 2017). La fórmula a tener en consideración fue la siguiente:

Densidad aparente del suelo = Masa o peso seco del suelo (g)/ volumen del cilindro (cm<sup>3</sup>)

La humedad (%) o humedad gravimétrica viene a ser el peso de suelo ocupado por el agua; este indicador fue obtenido mediante los valores de peso húmedo y peso seco de las muestras de suelos obtenidos para la densidad aparente (García, 2017), la expresión utilizada fue la siguiente:

$$\text{Hg}(\%) = [\text{Peso del agua (g)}/\text{Peso seco del suelo (g)}] * 100$$

Siendo:

Hg(%) : Humedad gravimétrica

O también mediante la expresión matemática:

$$\text{H}(\%) = [(\text{PHs (g)} - \text{PSs (g)})/\text{PSs (g)}] * 100$$

Siendo:

H(%) : Humedad actual del suelo

PHs : Peso húmedo del suelo en gramos

PSs : Peso seco del suelo en gramos

La porosidad (%) o espacio poroso del suelo (García, 2017), se realizó su cálculo a través de la relación de la densidad real y densidad aparente, siendo la expresión considerada la siguiente:

$$\text{Porosidad (\%)} = [1 - \text{Da}/\text{Dr}] * 100$$

Siendo:

Da : Densidad aparente

Dr : Densidad real

La infiltración (cm/hora) se llevó a cabo mediante el proceso considerado por García (2017), debido a que se encontraba el terreno con pendiente, se realizó la nivelación con la ayuda de una pala, en donde se puso el cilindro sobre el suelo luego se procedió a presionando empleando un martillo de goma con la cual se le golpeaba a la cruceta de conducción de esfuerzos hasta que quede nivelado llegando hasta que haya profundizado unos 10 cm, luego se cubrió el suelo dentro del cilindro con un plástico. Seguidamente se ha tenido que echar suavemente el agua dentro del cilindro hasta casi llenarlo, y se anotó el valor hasta el nivel que alcanzó. Se le quitó el plástico y anotó la dimensión que se infiltraba el agua por periodos de cinco minutos; en el caso que descendía el volumen con rapidez, se procedió a

volver a llenar el agua al que se le denominó medida de carga y continuar con las anotaciones de las lecturas por cada cinco minutos, esta labor fue realizado hasta que se establezca la infiltración que por lo general ocurría entre los 90 a 95 minutos. Se repitió el mismo procedimiento en otros tres sitios para realizar las comparaciones de las diferencias en la velocidad de infiltración entre sitios, pero en las mismas condiciones de pendiente y suelo. Se realizó las anotaciones de los datos generados en una ficha de registro de datos (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Registro de datos para determinar la velocidad de infiltración.

Tiempo (min)	Intervalo		Altura (cm)	Diferencial (cm)	Infiltración acumulada (cm)	Infiltración (cm/min)	Infiltración (cm/h)
	de tiempo (min)						
1	2	3	4	5	6	7	8
5	5						
10	5						
...	...						

Fuente: García (2017)

Para el caso de la textura (%) y los indicadores de las propiedades químicas como el pH, los macroelementos y la materia orgánica, las muestras del suelo se llevaron al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en donde se les determinó sus valores respectivos. Además, para la interpretación, se les describió teniendo como base las categorizaciones plasmadas en el reverso de los resultados de análisis de las muestras de los suelos por parte del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología, y Universidad Nacional Agraria de la Selva (LASAE y UNAS, 2024), siendo estos las siguientes:

- Para el pH:
  - ✓ Extremadamente ácido, menor a 4,0.
  - ✓ Fuertemente ácido, entre 4,0 a 4,9.
  - ✓ Medianamente ácido, entre 5,0 a 5,9.
  - ✓ Ligeramente ácido, entre 6,0 a 6,9.
  - ✓ Neutro, 7,0
  - ✓ Ligeramente alcalino, entre 7,1 a 8,0.
  - ✓ Mediana alcalino, entre 8,1 a 9,0.

- ✓ Fuertemente alcalino, entre 9,1 a 10,0.
- ✓ Extremadamente alcalino, mayor a 10,0.
- Para la materia orgánica:
  - ✓ Bajo, menor al 2%
  - ✓ Medio, entre 2% hasta 4%
  - ✓ Alto, mayor al 4%
- Para el nitrógeno total:
  - ✓ Bajo, menor a 0,1%
  - ✓ Medio, entre 0,1% hasta 0,2%
  - ✓ Alto, mayor a 0,2%
- Para el fósforo disponible:
  - ✓ Bajo, menor a 7 ppm
  - ✓ Medio, entre 7 ppm hasta los 14 ppm
  - ✓ Alto, mayor a 14 ppm
- Para el potasio disponible:
  - ✓ Bajo, menor a 100 ppm
  - ✓ Medio, entre 100 ppm hasta los 240 ppm
  - ✓ Alto, mayor a 240 ppm

### 3.3.8.3. Determinación de la correlación entre las variables morfométricas de *D. asper* establecidos en un suelo degradado

Se utilizó la matriz de datos correspondiente a los indicadores de las características cuantitativas de las matas y los culmos, luego de determinó la relación existente entre dichos indicadores.

### 3.3.9. Análisis estadísticos

Se consideró el uso de la estadística descriptiva como las medidas de tendencia central y medidas de dispersión para las variables cuantitativas tanto de las matas de los bambúes, el culmo del bambú, las propiedades físicas, así como las propiedades químicas de los suelos. Los estadísticos descriptivos a calcular fueron los siguientes:

- Valor mínimo
- Valor máximo
- Promedio aritmético

$$Media = \frac{Suma\ de\ los\ datos}{Cantidad\ de\ datos}$$

- El coeficiente de variación

$$CV \% = \frac{DE}{X} \times 100$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación

DE: Desviación estándar

X: Media muestral

Para el caso de conocer la relación existente entre variables morfológicas de las matas y culmos de los bambúes, se utilizó la estadística inferencial donde la prueba empleada fue la correlación de Pearson en el caso de que los datos presentaban distribución normal y se optó por la correlación de Spearman cuando los datos no presentan distribución normal de los datos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Comportamiento vegetativo de una plantación de *D. asper* en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

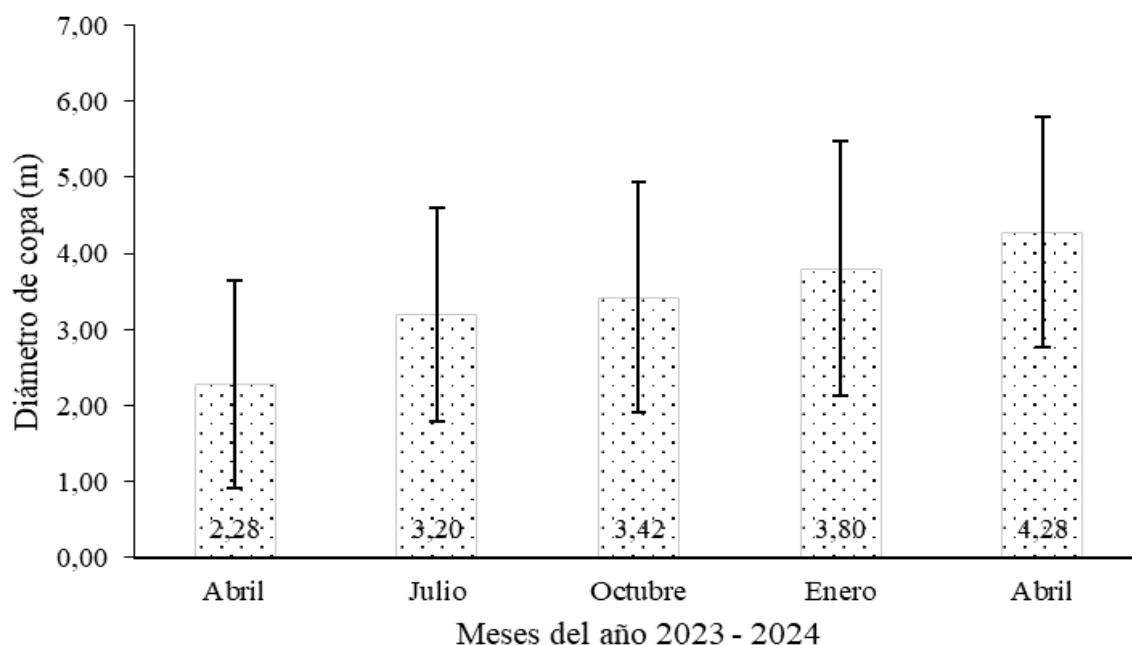
#### 4.1.1. Diámetro de la copa de las matas de *D. asper*

La copa de las matas de *D. asper* registraron un incremento de los valores promedios desde los 2,28 m en el mes de abril del año 2023 hasta los 4,28 m registrados para la evaluación final, además, se registra elevada variación de los datos en cada evaluación registrada debido a que el coeficiente de variación fue elevado (**Tabla 3** y **Figura 3**).

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos del diámetro de copa (m) de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	37	0,68	5,98	2,28	0,22	1,37	59,89
Julio	37	1,15	6,50	3,20	0,23	1,41	43,91
Octubre	37	1,46	6,71	3,42	0,25	1,52	44,40
Enero	37	1,81	8,25	3,80	0,28	1,68	44,06
Abril	37	1,94	7,81	4,28	0,25	1,52	35,53

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 3.** Comportamiento del diámetro de copa de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

El diámetro de copa de las matas de *D. asper* fue favorecido por el transcurso del tiempo, llegando al final del estudio a los 4,28 m de promedio, aunque se encontró una mata que logró medir 7,81 m, este componente de las matas es de suma importancia debido a que se incrementa el área donde los bambúes van a poder aportar con su biomasa de hojas y ramas caídas que mejorarían la calidad del suelo, esto lo corroboraron Cairo et al. (2018) que hicieron seguimiento por cinco años a una plantación de *B. vulgaris*, concluyendo que la actividad biológica en los suelos degradados fueron favorecidos de manera significativa por el aporte de hojarasca hasta una distancia de cinco metros desde la base de la mata.

A consecuencia de que cada mata presenta comportamiento diferente se encontró valores elevados del coeficiente de variación, esta particularidad también lo determinaron Broz et al. (2021) al realizar las evaluaciones de las características morfométricas en *D. asper*, a pesar de su corta edad de 12 meses posteriores al establecimiento en un suelo agrícola donde la variabilidad se vio reflejada en las características morfométricas desde los 28,79% hasta los 47,52%, este comportamiento no solo se observa debido a la edad de las matas sino también que es dependiente del momento en el que se realiza la evaluación de la variable, siendo un valor más homogéneo cuando hay culmos jóvenes en las matas en comparación cuando el culmo suele llegar a un estado de madurez superior y el tercio superior del culmo suele tener las hojas maduras y el culmo se inclina hacia la parte externa de la mata incrementándose de manera desmedida el valor del diámetro de la copa en las matas de bambúes.

A lo expresado en el párrafo anterior, Fernández (2020) ratifica la alta variabilidad de los datos expresados en el coeficiente de variación se debe a la heterogeneidad de las edades que presentan los culmos de bambúes entre matas y dentro de una misma mata, al respecto, dicho autor encontró que en matas de la especie en estudio que presentaban una edad de cinco años se encontró que hubo un 73% de culmos en estado verde y solamente el 27% restante correspondían a los brotes.

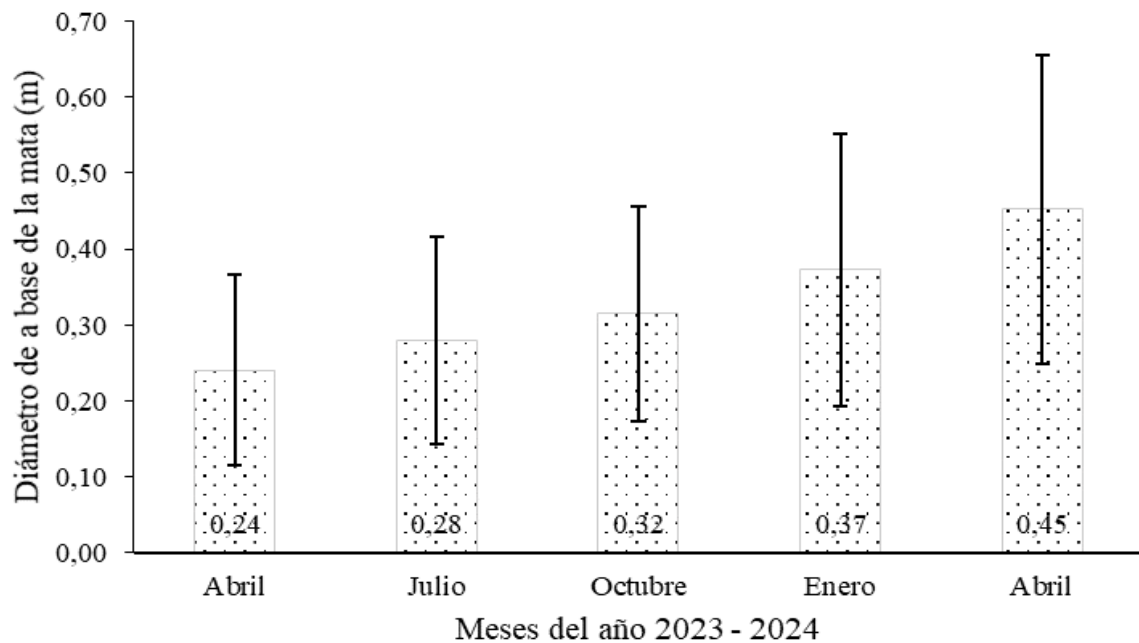
#### **4.1.2. Diámetro de la base de las matas de *D. asper***

El realizar las mediciones de la parte basal de las matas de *D. asper* fue notorio el incremento a pesar de presentar su rizoma paquimorfo debido a que en el tiempo iniciaban a incrementarse la cantidad de culmos emergentes, este comportamiento se observó al transcurrir el periodo de tiempo desde la primera evaluación; otro de los aspectos notorios fue la alta variabilidad en esta variable ya que hubo matas con pequeño diámetro basal y también matas con elevado valor diamétrico (**Tabla 4 y Figura 4**).

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos del diámetro de la base de las matas (m) de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	37	0,05	0,57	0,24	0,02	0,12	51,70
Julio	37	0,06	0,58	0,28	0,02	0,14	48,92
Octubre	37	0,10	0,67	0,32	0,02	0,14	44,77
Enero	37	0,10	0,81	0,37	0,03	0,18	48,06
Abril	37	0,16	0,86	0,45	0,03	0,20	44,81

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 4.** Comportamiento del diámetro de la base de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

El diámetro de las matas son muy dependientes de la cantidad de culmos que empiezan a emerger, a pesar de no ser elevados los promedios se observa un ligero incremento mientras transcurre la edad desde su establecimiento, estos resultados son inferiores en relación a los que mencionan Banerjee et al. (2011) cuando solamente en matas de cuatro años encontraron promedios de 25 culmos con la cual el valor del diámetro de la base en cada mata suele incrementarse de manera directamente proporcional, siendo una acción de suma importancia la técnica de propagación de esta especie para que se obtengan matas con diámetros basales grandes en menores tiempos con la cual se lograría colonizar un determinado medio donde se establecería esta especie de gramínea, reporte similar lo muestran Broz et al. (2021) con una media de 0,19 m a un año de establecido en un suelo con aptitud agrícola.

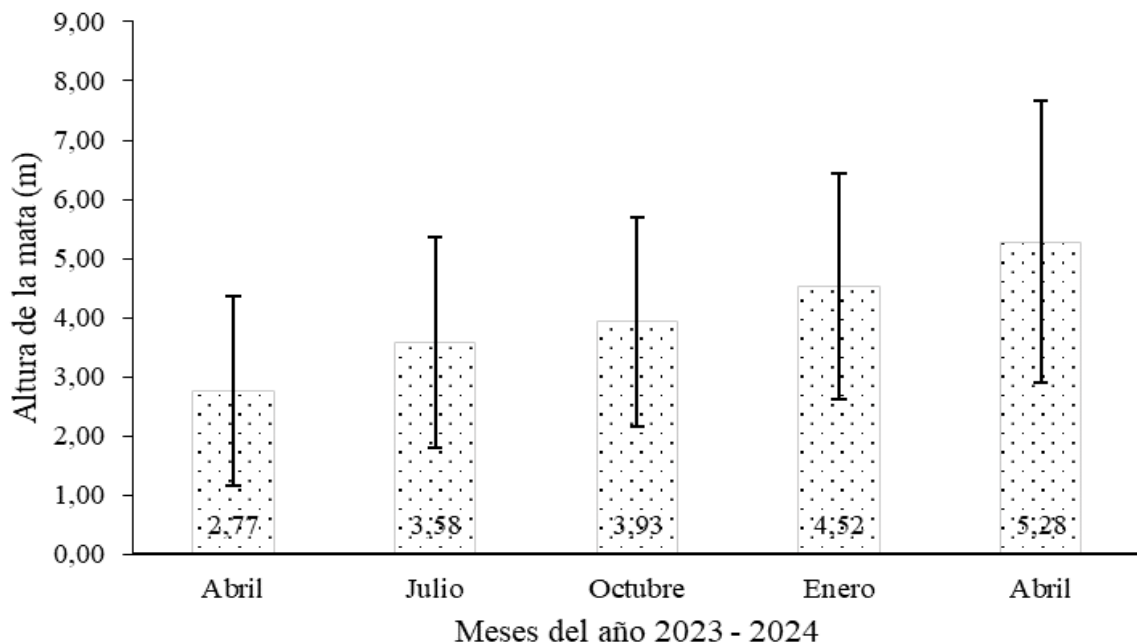
#### 4.1.3. Altura de la mata de *D. asper*

La altura de las matas de *D. asper* durante los 12 meses de seguimiento realizado fue reflejada mediante valores distintos de promedio, llegando hasta casi duplicar el valor entre el primer y última medición, aunque la variabilidad de los datos en cada periodo de medición fue muy heterogénea (**Tabla 5** y **Figura 5**).

**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos de la altura de las matas (m) de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	37	1,05	9,00	2,77	0,26	1,61	58,06
Julio	37	1,55	9,00	3,58	0,29	1,79	49,94
Octubre	37	1,93	9,00	3,93	0,29	1,76	44,72
Enero	37	2,28	10,40	4,52	0,31	1,91	42,24
Abril	37	2,52	12,92	5,28	0,39	2,38	44,99

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 5.** Comportamiento de la altura de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

A los cinco años de establecido (abril del 2023) el promedio de la altura total de las matas de *D. asper* fue 2,77 m (**Tabla 5** y **Figura 5**), mientras que en una plantación que se estableció con fines investigativos en Argentina por parte de Broz et al. (2021) encontraron de manera general que el promedio de la altura de las matas alcanzó los 2,28 m tan

solo en un año de edad luego del establecimiento, dicha diferencias de comportamientos es atribuido a las condiciones del lugar en especial a las características de suelos ya que en caso de la plantación en estudio sus suelos se encontraban rasgos de degradación donde los indicadores fueron inferiores respecto a lo publicado por el antecedente mencionado como por ejemplo en el caso del pH en dicho suelo fue 5,5 y en el presente estudio no supero a 4,65.

A pesar de mostrarse un incremento de la altura total de las matas de *D. asper* en el periodo de evaluación de la tesis (**Tabla 5 y Figura 5**), los promedios determinados suelen ser inferior a los reportes de plantaciones establecidas en suelos con mejores condiciones nutricionales, siendo uno de los reportes realizados por parte de Banerjee et al. (2011) en donde al momento de su establecimiento consideraron la aplicación de 10 kg de estiércol de corral por cada hoyo que lo consideraron como suplementación inicial y al cabo de un año registraban alturas entre 1,0 hasta 1,5 m, mientras que a los cuatro años de establecido registraron un promedio en altura total de 4,5 m, similar a lo reportado en la presente tesis recién en el mes de enero del 2024 cuando las matas presentaban una edad cercana a los seis años, siendo este comportamiento uno de los sustentos para que se sigan realizando labores de fertilización para que se logre el crecimiento de las matas con mayor rapidez hasta que logren estabilizarse con el ciclaje de nutrientes con el aporte de hojarasca que por lo general ocurre cuando las matas son adultas y hayan alcanzado su mayor dimensión.

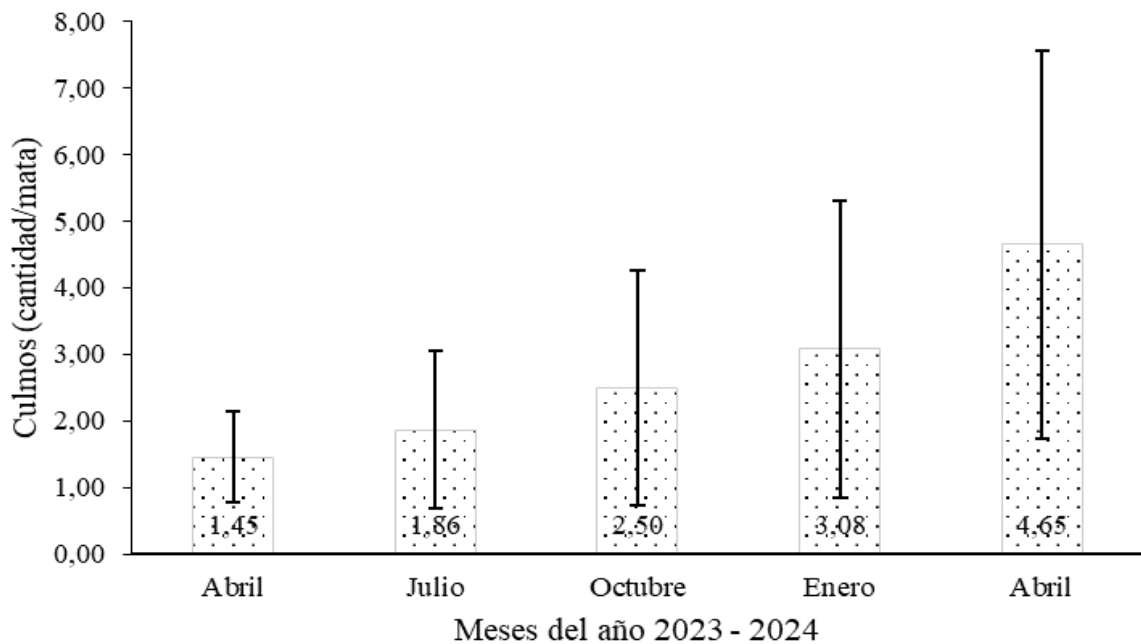
#### 4.1.4. Número de culmos por mata de *D. asper*

La cantidad de culmos que fueron contados que conformaban las matas de los bambúes se incrementaron a través del tiempo que perduró la tesis, comportamiento que ratifica la edad juvenil de las matas; se encontró matas donde solamente presentaban un culmo hasta una máxima de 13 culmos sin tener en cuenta al culmo proveniente desde el vivero, esta variabilidad de los datos se refleja en los valores altos del coeficiente de variación que superaron el 47,00% (**Tabla 6 y Figura 6**).

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos del número de culmos en matas de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	11	1,00	3,00	1,45	0,21	0,69	47,27
Julio	29	1,00	5,00	1,86	0,22	1,19	63,74
Octubre	34	1,00	7,00	2,50	0,30	1,76	70,50
Enero	37	1,00	9,00	3,08	0,37	2,23	72,32
Abril	37	1,00	13,00	4,65	0,48	2,92	62,76

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 6.** Comportamiento del número de culmos en matas de *D. asper* durante 12 meses.

La aparición de brotes que se convirtieron en culmos de las matas de los bambúes fue permanente siendo observadas durante todas las fechas que se realizaron los conteos, reportes muy discordantes con lo que encontraron Decipulo et al. (2009) en matas de 15 años de edad, resaltando que, la emergencia de brotes comenzó a principios del mes de junio, alcanzando su punto máximo a finales de julio, luego disminuyó en agosto y terminó a finales de septiembre o en algunas matas lo encontró hasta principios de octubre, dependiendo de la precipitación, de hecho, la precipitación registró influencia en la producción de brotes, ya que prácticamente no surgieron brotes durante los meses más secos, el comportamiento encontrado en la presente investigación puede estar atribuido a la edad de las matas debido a que en cada periodo trimestral que se accedía a la parcela para contar los culmos se encontraban brotes nuevos.

Los culmos por mata tienen dependencia de muchos factores como el suelo, tal es el caso de Banerjee et al. (2011) que al emplear fertilización inicial y establecer en un suelo que no estuvo degradado logró 25 culmos en cuatro años de edad, a esto se suma el método de propagación que emplearon los autores siendo el invitro con la cual se lograron generar mayor cantidad de culmos por mata, mientras que en el caso de la presente investigación cuando establecieron emplearon plántones producidos mediante esqueje en donde por lo general solo poseen uno a dos nudos de los cuales emergen los brotes y la mata posee menor cantidad de yemas para que emerjan brotes nuevos haciendo que la mata crezca más lenta.

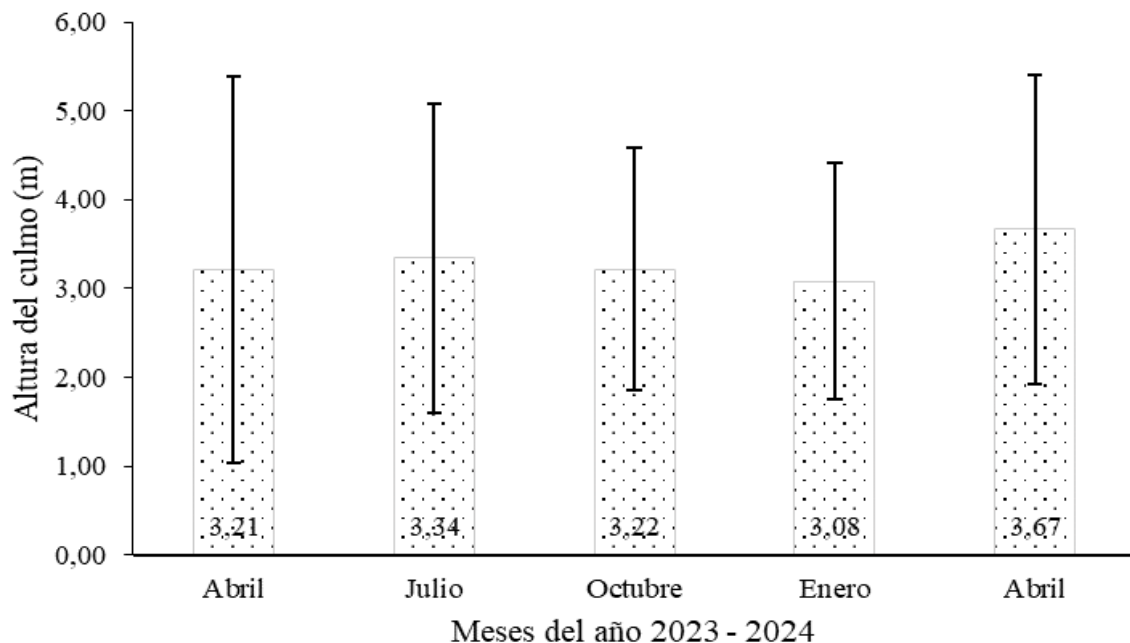
#### 4.1.5. Altura del culmo de *D. asper*

Al realizar las mediciones de los culmos de *D. asper* se determinó que los promedios fueron variables al transcurrir el tiempo, además dichos valores fueron muy heterogéneos debido a las distintas dimensiones que se observaban entre los culmos emergentes por cada mata evaluada (**Tabla 7** y **Figura 7**).

**Tabla 7.** Estadísticos descriptivos de la altura del culmo (m) de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	11	0,15	7,50	3,21	0,66	2,18	67,91
Julio	29	0,25	7,73	3,34	0,32	1,74	51,93
Octubre	34	1,63	7,27	3,22	0,24	1,37	42,66
Enero	37	1,25	7,90	3,08	0,22	1,33	43,26
Abril	37	1,48	9,09	3,67	0,29	1,74	47,43

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 7.** Comportamiento de la altura del culmo de *D. asper* durante 12 meses.

A pesar de su edad desde el establecimiento, las matas de *D. asper* aún no logran alcanzar su altura potencial de los culmos cuando son adultos en comparación a los valores reportados por Ruiz y Arévalo (2004) entre los 20 a 38 m de altura al describir matas adultas de esta especie creciendo bajo condiciones de Tingo María, esto aclara que las matas de

la plantación en estudio aún se encuentran en una edad juvenil ya que los culmos más altos presentaban 9,09 m de longitud y en otros casos hubo culmos que llegaban solamente a los 1,48 m en la última evaluación, generando elevada variabilidad de los datos lo que puede ser resultados a la adaptación de las condiciones edáficas del terreno.

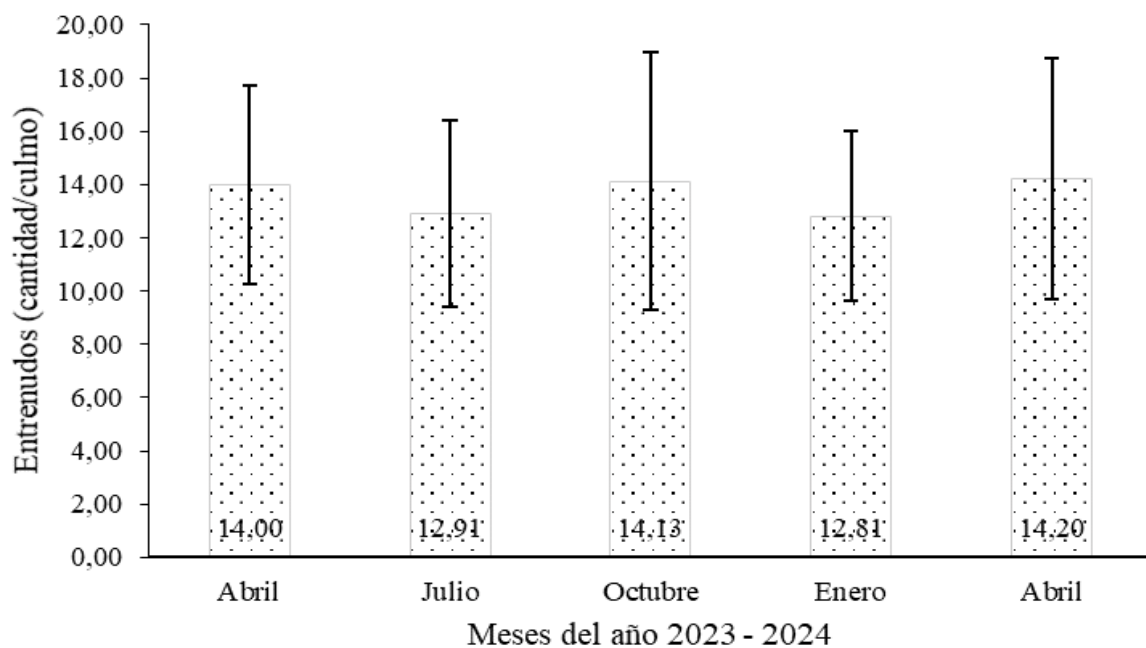
#### 4.1.6. Número de entrenudos por culmo de *D. asper*

Esta variable fue también que registró promedios muy variables al transcurrir el tiempo debido a que hubo presencia de brotes nuevos, además, también se registró variabilidad de los datos en cada evaluación realizada que se ve reflejada en los valores del coeficiente de variación (Tabla 8 y Figura 8).

**Tabla 8.** Estadísticos descriptivos del número de entrenudos de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	8	8,00	18,50	14,00	1,31	3,71	26,52
Julio	26	8,00	20,75	12,91	0,69	3,50	27,08
Octubre	35	5,00	26,00	14,13	0,82	4,86	34,39
Enero	37	4,00	18,00	12,81	0,52	3,19	24,90
Abril	37	7,80	27,86	14,20	0,74	4,52	31,84

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 8.** Comportamiento del número de entrenudos de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

Se observó una mata que registró mayor contenido de entrenudos con un valor de 27,86 nudos, esto es en cierta medida inferior a lo encontrado por Sharma et al. (2024) donde registró una media 35 entrenudos, esto se debe a que las matas evaluadas por dichos autores presentaron una edad adulta debido a que las plantas evaluadas presentaban una edad de 14 años desde su establecimiento, además el autor al realizar las comparaciones con las especies de *Dendrocalamus hamiltonii*, *Bambusa nutans*, *Bambusa bambos*, *Bambusa balcooa*, y *Dendrocalamus strictus*, encontrando que, la especie en estudio resultó presentar menor valor promedio de la cantidad de entrenudos.

Realizar el seguimiento de la cantidad de entrenudos es favorable con fines futuros de aprovechamiento del *D. asper* bajo condiciones similares de suelos, esto debido a que para Malanit (2009) dentro del culmo se observa que la longitud de los entrenudos aumenta inicialmente desde la parte inferior hasta la parte media del culmo y disminuye en la zona superior, las propiedades macroscópicas cambian dependiendo de la altura del culmo, el diámetro internodal externo y el grosor de la pared disminuyen gradualmente con la altura del culmo, además, las propiedades físicas también varían según la altura del culmo.

A pesar de que hay abundante información en los bambúes, aun se tienen limitados reportes en ciertas variables como es el caso de la cantidad de entrenudos en los culmos que están creciendo en suelos degradados, siendo esto acotado también por Barboza (2022) al recalcar que, una de las limitantes para su investigación realizada fue encontrar pocos estudios con datos cuantitativos vinculados con el bambú en suelos degradados.

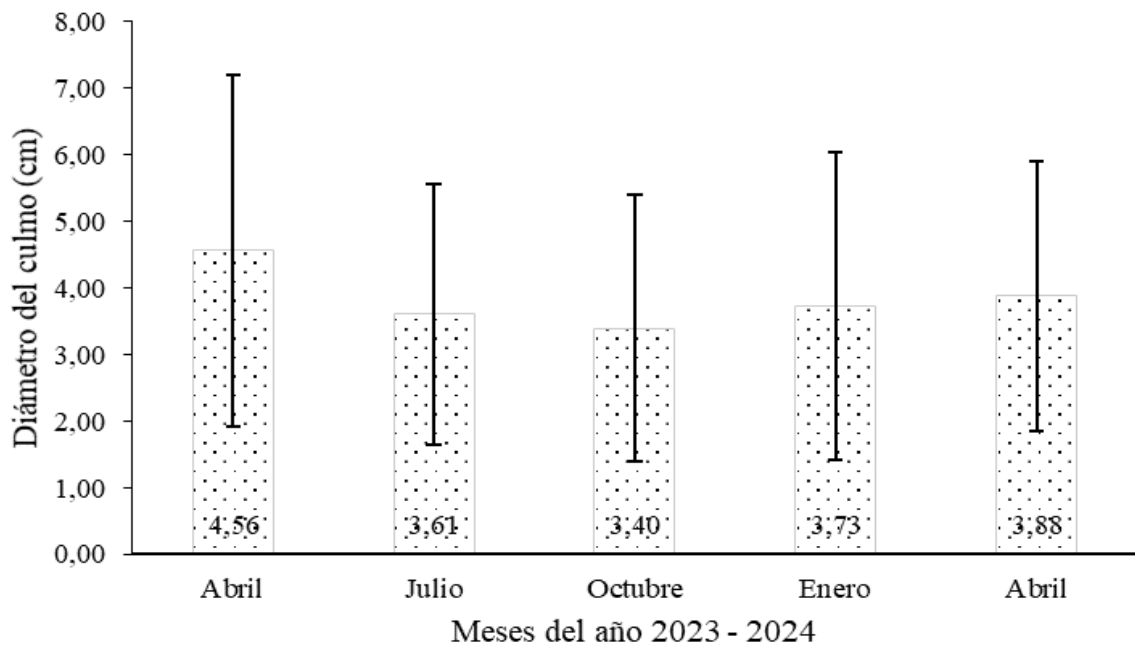
#### 4.1.7. Diámetro de culmo de las matas de *D. asper*

El diámetro de los culmos de *D. asper* registró promedios decrecientes en comparación a la primera medición realizada, siendo también observado la presencia de valores muy heterogéneos en cada evaluación realizada (**Tabla 9** y **Figura 9**).

**Tabla 9.** Estadísticos descriptivos del diámetro de culmo (cm) de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

Mes	N	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Desviación estándar	CV (%)
Abril	11	1,28	9,26	4,56	0,79	2,63	57,71
Julio	29	1,28	8,31	3,61	0,36	1,95	54,10
Octubre	34	1,27	8,32	3,40	0,34	2,00	58,94
Enero	37	1,32	11,14	3,73	0,38	2,31	61,86
Abril	37	1,66	10,66	3,88	0,33	2,03	52,32

N: Cantidad de datos; CV: Coeficiente de variación



**Figura 9.** Comportamiento del diámetro de culmo de las matas de *D. asper* durante 12 meses.

La emergencia de los culmos en las matas generó que los valores del diámetro sean variables, esto debido a que aún las matas son jóvenes y se encuentran recién emergiendo culmos gruesos debido a que en la última evaluación realizada a los seis años de establecido se encontró al menos un culmo con un diámetro de 10,66 cm (**Tabla 9**), siendo la mayoría de los reportes muy inferior a lo que encontraron Ruiz y Arévalo (2004) al caracterizar matas adultas bajo condiciones de Tingo María, obteniendo un rango de valores entre los 12 a 18 cm, a pesar de la corta edad estas matas se van acercando a dicho rango expresado pero por las características de los suelos lo vienen realizando de manera un poco más lenta que cuando la plantación estuviera en otro sitio con menor grado de degradación ocasionada por las quemas que realizan desde tiempos en dicha área que abarca el BRUNAS.

Los aspectos como las características edáficas de los suelos donde se establecen las plantaciones de *D. asper* van a general comportamientos divergentes, tal es el caso de que en Argentina Broz et al. (2021) al establecer en un suelo agrícola registró que el diámetro de los culmos en promedio fue 1,73 cm durante su primer año de establecido, lo cual al hacerle una proyección en comparación a la edad de la plantación evaluada, en un tiempo menor llegaría a superar dicho valor, esto debido a que se observó algunos culmos que aun llegaban a 1,66 cm a los seis años de edad en la parcela en estudio, siendo necesario seguir con labores complementarios como el uso de abonos provenientes de origen orgánico con fines de que se llegue a matas con características adultas en menor tiempo.

## 4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo degradado con una plantación de *D. asper* en la Universidad Nacional Agraria de la Selva

### 4.2.1. Aspectos físicos

#### 4.2.1.1. Densidad aparente

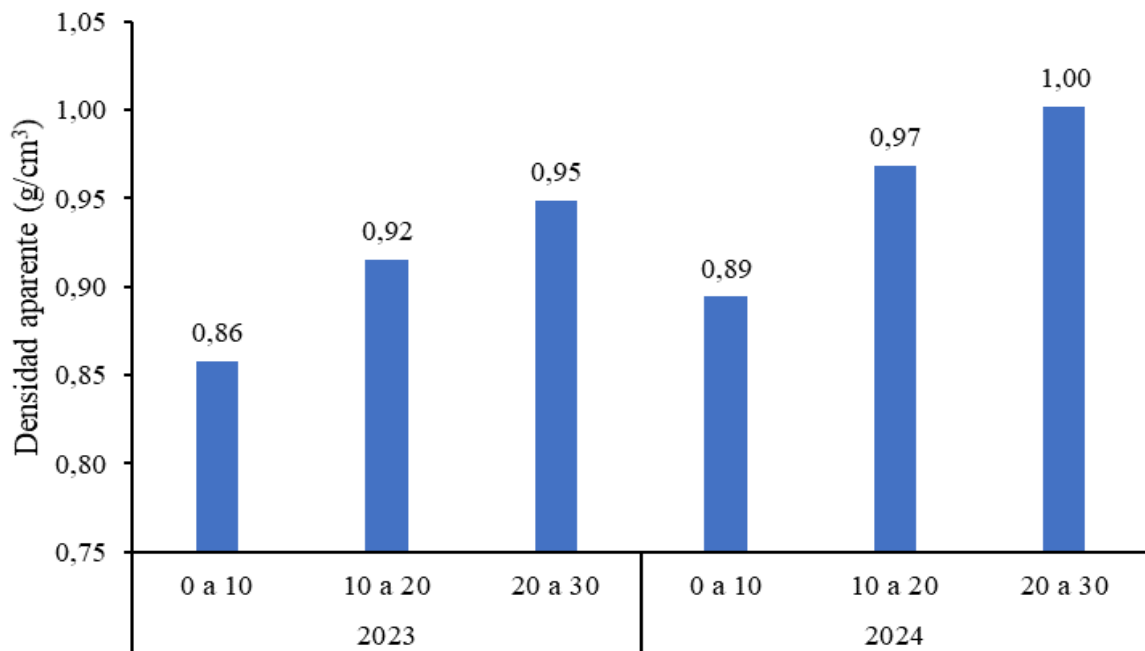
La densidad aparente en los suelos de la plantación de *D. asper* registró un incremento de sus valores mientras más fue la profundidad de muestreo, además hubo ligera superioridad de los valores durante el segundo muestreo respecto al primer muestreo realizado. Además, de acuerdo a coeficiente de variación, los valores fueron más variables en las muestras obtenidas de la parte más profunda del suelo (**Tabla 10** y **Figura 10**), al respecto Broz et al. (2021) realizaron el establecimiento de la especie estudiada sobre una parcela agrícola en donde el suelo presentaba un valor de  $1,16 \text{ g/cm}^3$  con la cual al transcurrir un año en campo definitivo, las matas presentaron características morfométricas muy favorables, con la cual ratifican el beneficio de la densidad aparente en el comportamiento de esta gramínea, siendo resaltante este indicador físico en la parcela en estudio pero no se determinó otros indicadores como la profundidad efectiva que debido a su ubicación se encontraba cerca a la parte más alta del BRUNAS donde hay predominancia de rocas con la cual su humedad del suelo no fue elevada, pero según reportes del autor en mención la profundidad efectiva fue superior a los 2 m garantizando un comportamiento favorable de las matas de bambúes establecidas.

**Tabla 10.** Estadísticos descriptivos de la densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Profundidad	Año	N	Media	DE	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
0 a 10	2023	4	0,86	0,06	0,03	0,79	0,93	6,94
	2024	4	0,89	0,03	0,02	0,86	0,93	3,57
	Total	8	0,88	0,05	0,02	0,79	0,93	5,52
10 a 20	2023	4	0,92	0,02	0,01	0,89	0,93	2,22
	2024	4	0,97	0,06	0,03	0,91	1,06	6,65
	Total	8	0,94	0,05	0,02	0,89	1,06	5,59
20 a 30	2023	4	0,95	0,13	0,06	0,84	1,10	13,56
	2024	4	1,00	0,10	0,05	0,90	1,10	10,15
	Total	8	0,98	0,11	0,04	0,84	1,10	11,39

N: repeticiones

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 10.** Densidad aparente en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Los suelos de la plantación de *D. asper* se caracterizaban por ser porosos debido al bajo valor de la densidad aparente obtenida, más aún en la parte superficial, esto es concordante con lo que el USDA (1999) resalta que, esta propiedad física del suelo se encuentra relacionada con la porosidad o soltura del mismo, siendo una realidad de dicha plantación ya que estos suelos no fueron sometidos en estos últimos años a acciones de maquinaria pesada o labores mecánicas que perjudicarían su densidad aparente pero si se observaron malas prácticas como la quema por parte de propietarios aledaños, razón por la cual, se ha realizado labores preventivos como la apertura de franjas cuya finalidad fuera la prevención de que una posible acción de quema perjudique la parcela y se garantice su permanencia en el tiempo.

Las diversas labores agrícolas que se aplican a los suelos suelen perjudicar el comportamiento de la densidad aparente del suelo, a pesar de que la zona donde se encuentra la parcela de *D. asper* tenía como antecedentes que en años anteriores se habían ejercidos cultivos ilícitos como *Erythroxylum coca* (coca), pero al pasar los años la vegetación existente favoreció en la recuperación del suelo, más aun con la plantación en estudio se busca acelerar la mejora de la propiedad física en mención, esto lo contrastan con el reporte de Amaro et al. (2019), quienes diagnosticaron la evolución de un suelo degradado donde se cultivaron *N. tabacum*, es menor en un suelo no perturbado ( $1,09 \text{ g/cm}^3$ ), elevándose los valores en suelos en manejo sostenible de tierras ( $1,25 \text{ g/cm}^3$ ) y suelo en agricultura tradicional ( $1,38 \text{ g/cm}^3$ ).

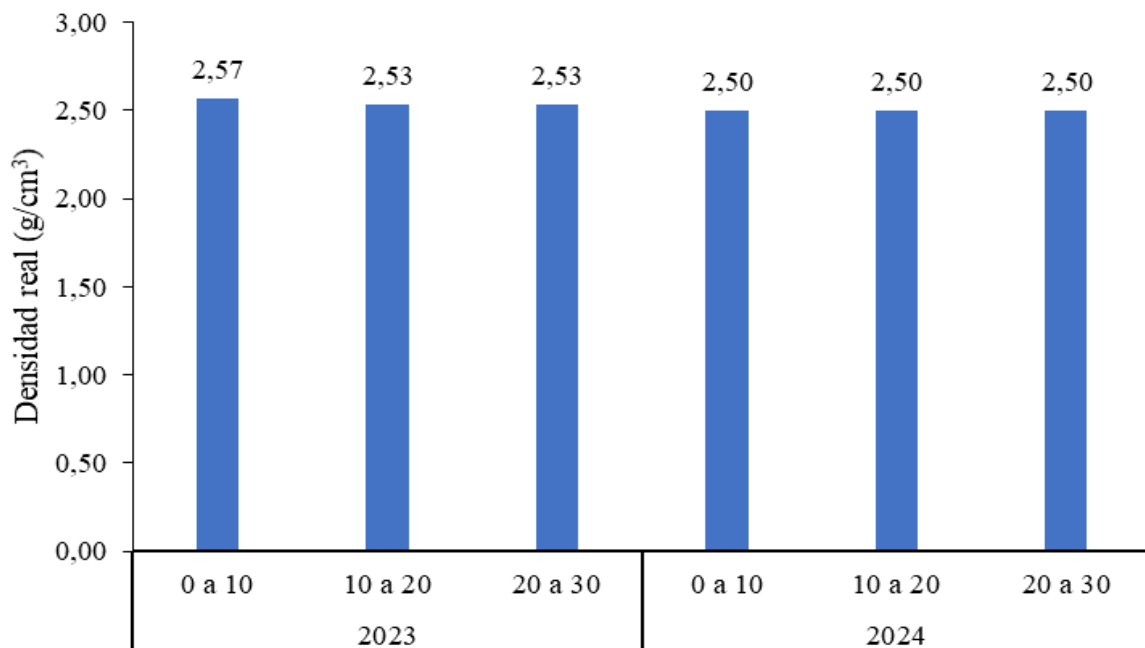
#### 4.2.1.2. Densidad real

La densidad real en los suelos de la plantación de *D. asper* registraron valores que fueron decreciendo mientras más se incrementaba la profundidad de muestreo, esto no fue similar en el año 2024 debido a que se registró valores similares. Asimismo, hubo homogeneidad de los resultados debido al valor alcanzado en el coeficiente de variación (**Tabla 11** y **Figura 11**).

**Tabla 11.** Estadísticos descriptivos de la densidad real ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Profundidad	Año	N	Media	DE	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
0 a 10	2023	4	2,57	0,08	0,04	2,50	2,63	2,96
	2024	4	2,50	0,00	0,00	2,50	2,50	0,00
	Total	8	2,53	0,06	0,02	2,50	2,63	2,40
10 a 20	2023	4	2,53	0,07	0,03	2,50	2,63	2,60
	2024	4	2,50	0,00	0,00	2,50	2,50	0,00
	Total	8	2,52	0,05	0,02	2,50	2,63	1,85
20 a 30	2023	4	2,53	0,07	0,03	2,50	2,63	2,60
	2024	4	2,50	0,00	0,00	2,50	2,50	0,00
	Total	8	2,52	0,05	0,02	2,50	2,63	1,85

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

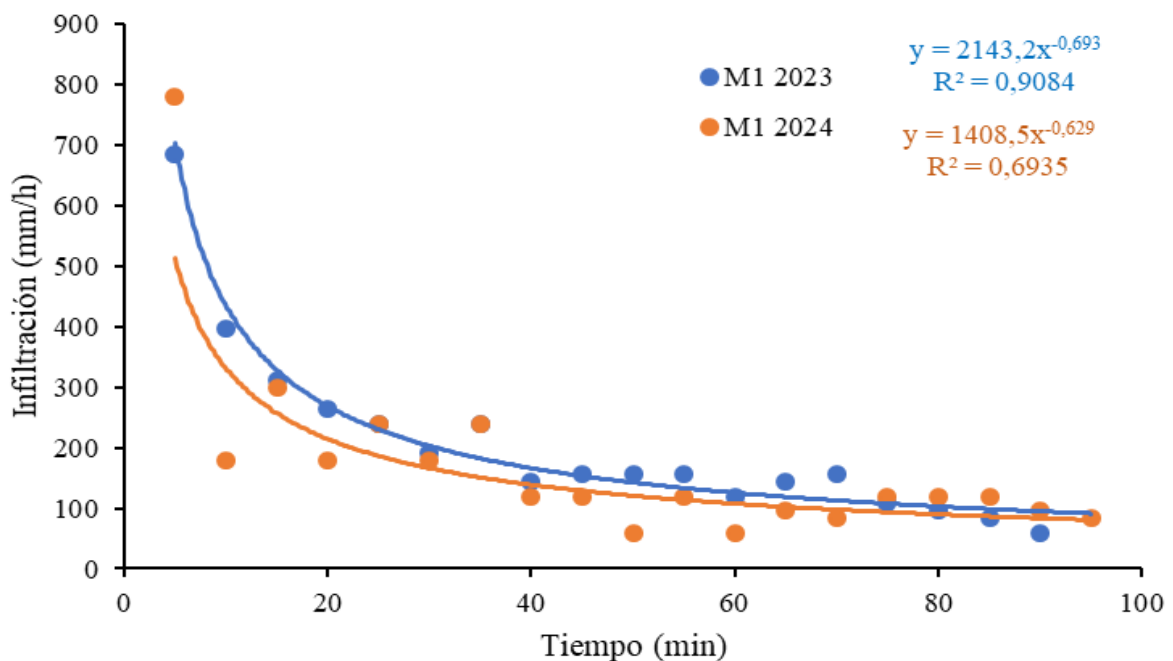


**Figura 11.** Densidad real en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La densidad real no fue superior a 2,57 g/cm, valor por debajo de lo encontrado por Sharma et al. (2024) en plantaciones de *D. asper* con 14 años de establecido donde la media obtenida fue de 2,71 g/cm<sup>3</sup>, posiblemente se le atribuye a que dichos suelos posean mayor cantidad de minerales pesados, mientras que en los suelos de la parcela en estudio la densidad real es más baja por la abundante materia orgánica en los suelos muestreados.

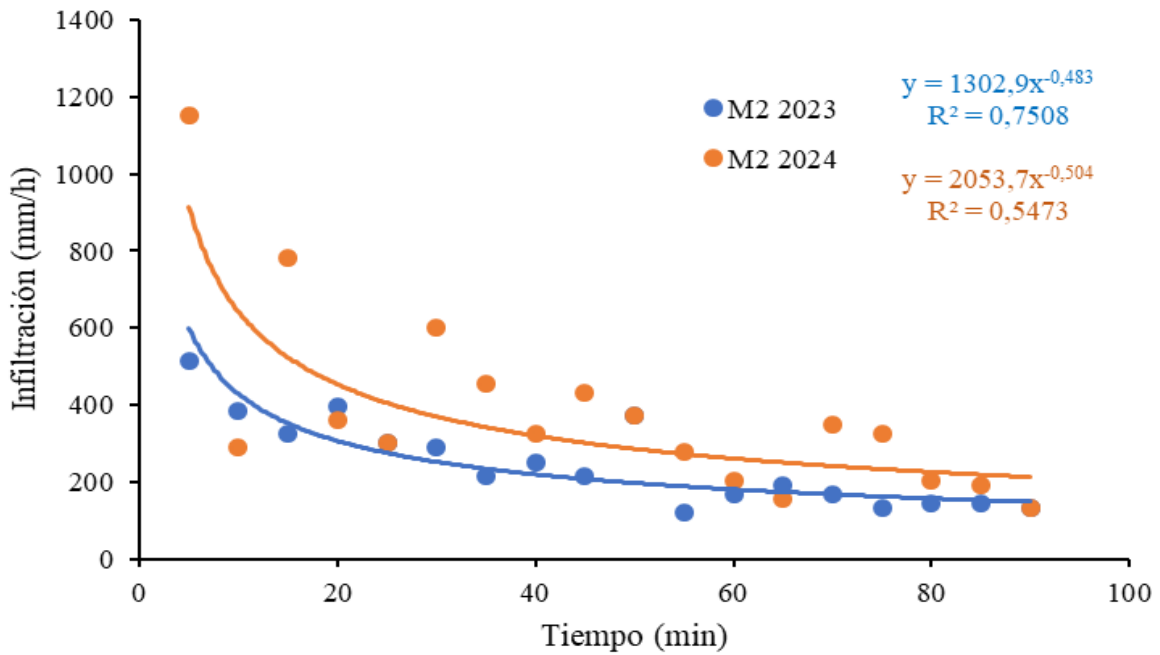
#### 4.2.1.3. Infiltración

La velocidad de infiltración en el primer punto de muestreo de los suelos de la plantación de *D. asper* registró una tendencia potencial en donde mayor pendiente se observó en la primera medición, siendo también más alta el coeficiente de determinación (**Figura 12**), el comportamiento de la mayor velocidad de infiltración en los primeros 10 min se debe a las características edáficas como es el valor del contenido de arena del suelo que fue 59,32%, concordante con los suelos de dos plantaciones donde se observó crecimiento adecuado de *D. asper* al tener suelos Areno-limoso (Montiel y Sánchez, 2006).



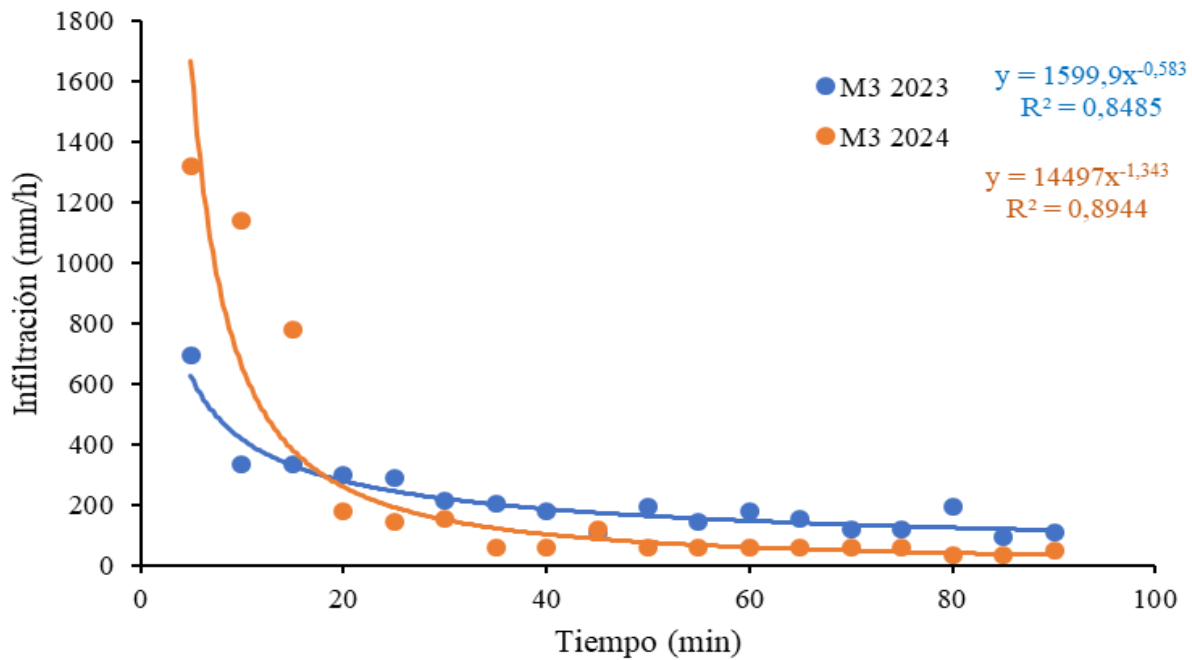
**Figura 12.** Velocidad de infiltración en la muestra de suelos uno de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La velocidad de infiltración en el segundo punto de muestreo de los suelos de la plantación de *D. asper* registró una tendencia potencial en donde mayor pendiente se observó en la última medición, mientras que más alta fue coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) fue registrada en la primera medición (**Figura 13**).



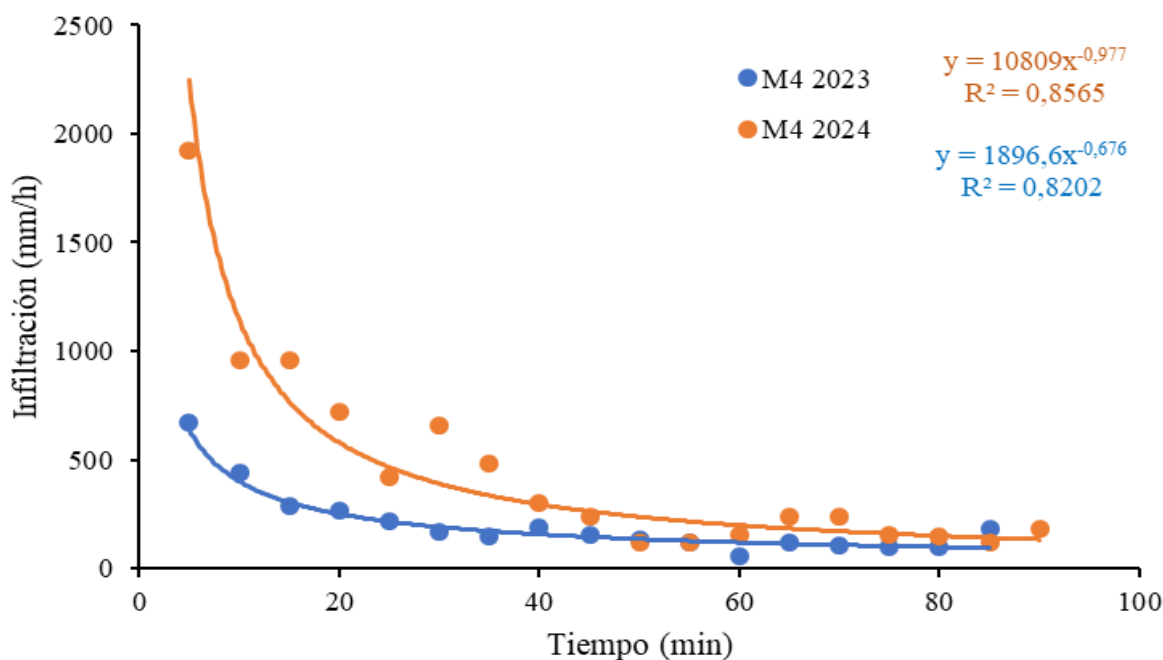
**Figura 13.** Velocidad de infiltración en la muestra de suelos dos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La velocidad de infiltración en el tercer punto de muestreo de los suelos de la plantación de *D. asper* registró una tendencia potencial en donde mayor pendiente se observó en la segunda medición, además de un elevado  $R^2$  (**Figura 14**).



**Figura 14.** Velocidad de infiltración en la muestra de suelos tres de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La velocidad de infiltración en el cuarto punto de muestreo de los suelos de la plantación de *D. asper* registró una tendencia potencial en donde mayor pendiente se observó en la segunda medición, siendo también más alta el coeficiente de determinación (**Figura 15**).



**Figura 15.** Velocidad de infiltración en la muestra de suelos cuatro de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La velocidad de infiltración suele estabilizarse a partir de los 60 min, esto es favorable para las matas de bambúes por encontrarse en las primeras etapas de desarrollo (Chuquimarca y Dávila, 2016), pero resultó favorable esta característica solamente en temporadas de elevada precipitación que ocurren entre los meses de noviembre a marzo donde la zona en estudio se recibió abundantes lluvias, pero este comportamiento no se mantiene permanente ya que en los demás meses del año suele disminuir la tasa de precipitación que limita el crecimiento de las plantas, a esto se suman condiciones como la pendiente del terreno que hace disminuir la velocidad de infiltración disminuyendo el crecimiento de los culmos. Al respecto se tuvieron que tomar acciones de manejo acorde al comportamiento de las lluvias evitando ocasionarles menor estrés a las matas en temporada seca, es por ello que a la fecha de la culminación del estudio se observan matas con características morfológicas favorables donde no hay muchas especies de porte alto en la zona en estudio, garantizando la recuperación de dicho lugar.

En el estudio realizado sobre los suelos con plantación de *D. asper*, se observaron mayores velocidades de infiltración en el año 2024 en comparación con lo determinado para el año 2023 (**Figuras 12 al 15**), lo que resulta un hallazgo interesante al considerar varios factores intervinientes. Un aspecto crucial que influye en este comportamiento es la disminución de materia orgánica observada en 2024, posiblemente atribuida a la mayor precipitación. Las lluvias intensas, particularmente en suelos con pendiente, pueden provocar el arrastre de la materia orgánica, afectando negativamente la estructura del suelo y su capacidad para retener esta valiosa componente.

La materia orgánica es conocida por su capacidad para mejorar la granularidad y la porosidad del suelo, optimizando su estructuración y disminuyendo la densidad aparente (Guevara y De La Torre, 2019). Al reducir la densidad aparente, el suelo permite un mayor paso de agua en menos tiempo, lo que habitualmente resulta en una mayor velocidad de infiltración. Sin embargo, en este caso, la reducción de la materia orgánica en 2024 podría haber tenido un efecto adverso en la capacidad del suelo para mantener estas propiedades, lo que sorprende al considerar que la infiltración fue más alta. Esto sugiere que otros factores como la estructura física del suelo, el contenido de arena, o la dinámica de las raíces de la vegetación de porte bajo asociada a *D. asper* podrían haber compensado parcialmente la pérdida de materia orgánica.

La investigación de Kómetter y Gálmez (2017) resaltan cómo la materia orgánica favorece el desarrollo de un sistema radicular denso y profundo, incrementando la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua. Sin embargo, este fenómeno no fue observado plenamente en los suelos donde se encontraba la plantación de *D. asper* en el año 2024, posiblemente esto ha ocurrido debido al arrastre de la materia orgánica por las abundantes lluvias registradas en los meses anteriores a la evaluación y las características del terreno, que presentaba una pendiente pronunciada. Estas condiciones podrían haber limitado el desarrollo del sistema radicular óptimo, lo que generalmente se asocia con una mayor capacidad de infiltración.

Además, se observa una diferencia marcada en la infiltración entre las épocas del año. En época seca, la formación de grietas en el suelo favorece la infiltración, ya que estas grietas actúan como canales preferenciales para el paso del agua. En contraste, durante la época húmeda, el sistema suelo-vegetación puede sellar estos canales de flujo, reduciendo así la infiltración (Guevara y De La Torre, 2019). En este sentido, aunque se registró mayor infiltración en 2024, es probable que en épocas de mayor precipitación el sistema haya respondido de manera diferente, reflejando un comportamiento más dinámico y complejo.

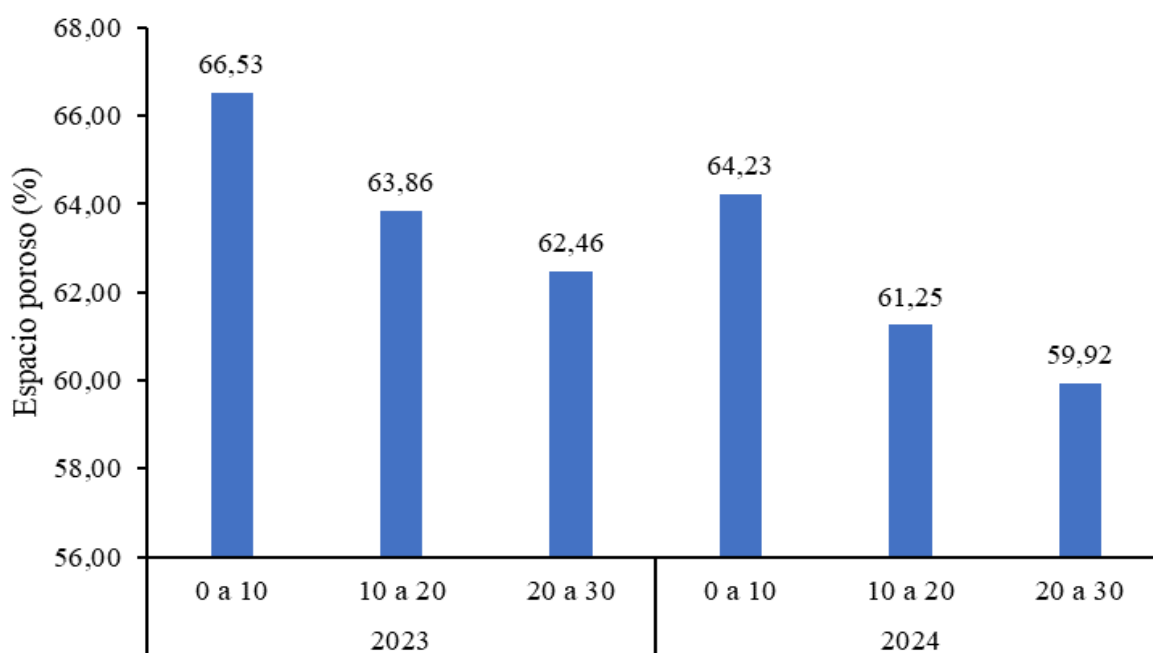
#### 4.2.1.4. Porosidad

El espacio poroso de los suelos de la plantación de *D. asper* registró una disminución mientras más profundo se realizó la toma de muestras, siendo estos datos muy homogéneos. En la evaluación final se registró ligero decrecimiento de los valores promedios al compararlas con la primera evaluación (**Tabla 12** y **Figura 16**).

**Tabla 12.** Estadísticos descriptivos de la porosidad (%) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Profundidad	Año	N	Media	DE	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
0 a 10	2023	4	66,53	2,97	1,49	62,75	70,00	4,47
	2024	4	64,23	1,28	0,64	62,85	65,52	1,99
	Total	8	65,38	2,45	0,87	62,75	70,00	3,74
10 a 20	2023	4	63,86	1,18	0,59	62,77	65,15	1,85
	2024	4	61,25	2,58	1,29	57,79	63,68	4,20
	Total	8	62,55	2,32	0,82	57,79	65,15	3,71
20 a 30	2023	4	62,46	5,67	2,84	55,97	68,18	9,08
	2024	4	59,92	4,07	2,03	56,02	64,01	6,79
	Total	8	61,19	4,77	1,69	55,97	68,18	7,79

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.



**Figura 16.** Porosidad en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Se registró que la porosidad disminuye mientras más profundo fue el muestreo de los suelos, esto fue concordante con lo que encontró Sharma et al. (2024) en suelos con 14 años de establecido *D. asper*, en donde registró valores de 54,60% a una profundidad de 0 a 40 cm, 52,10% entre los 40 a 80 cm y 47,70% a una profundidad de 80 a 120 cm, existiendo diferentes causas por las cuales pudiera ocurrir este comportamiento, siendo uno de ellos el peso del suelo, a medida que se desciende en el perfil del suelo, las capas superiores ejercen presión sobre las capas inferiores, compactando naturalmente el suelo, esta compactación reduce el volumen de poros, lo que disminuye la porosidad, también puede ser a que haya menos espacio entre partículas, en las profundidades, las partículas del suelo tienden a estar más apretadas entre sí debido a la compactación, lo que reduce el espacio disponible para los poros. Otro de los factores es debido a que a mayor profundidad se encuentra menor actividad biológica, así como también la disminución del contenido de materia orgánica como los restos de plantas y animales.

#### 4.2.1.5. Humedad

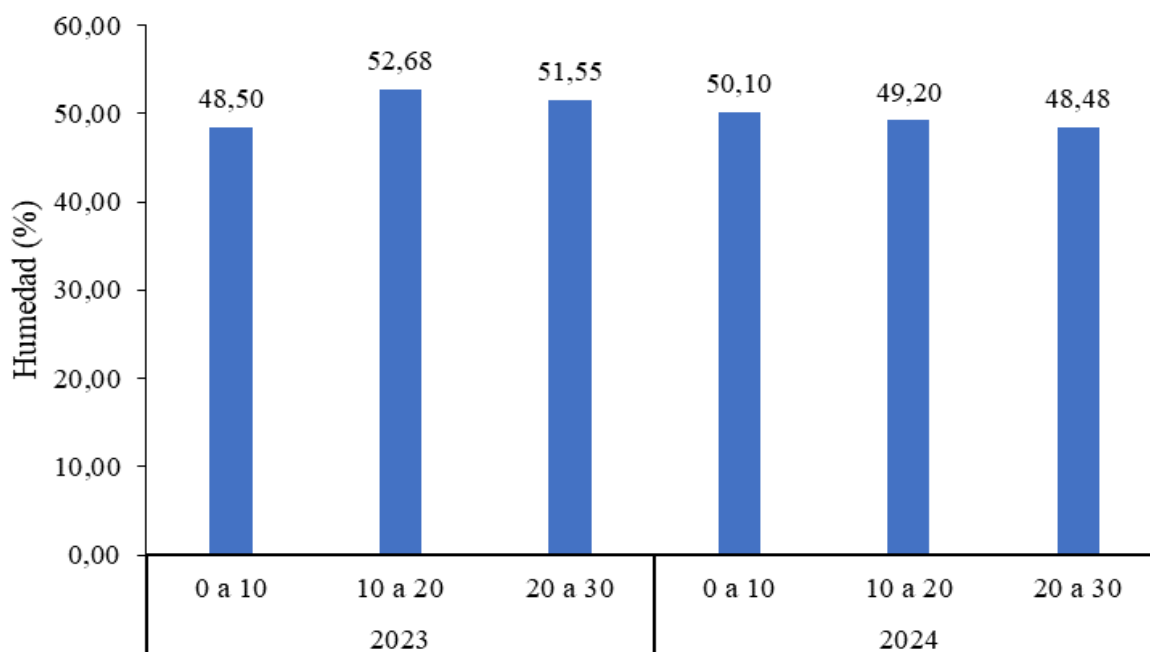
En la primera medición se registró inferior valor de la humedad de los suelos de la plantación de *D. asper* a una profundidad de 0 a 10 cm, mientras que en las partes más profundas las humedades fueron superiores, comportamiento diferente mostraron las mediciones realizadas al final del estudio en donde hay un comportamiento inversamente proporcional de la humedad respecto a la profundidad de muestreo (**Tabla 13** y **Figura 17**).

**Tabla 13.** Estadísticos descriptivos de la humedad (%) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Profundidad	Año	N	Media	DE	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
0 a 10	2023	4	48,50	3,76	1,88	44,01	53,17	7,75
	2024	4	50,10	2,54	1,27	47,27	53,26	5,07
	Total	8	49,30	3,09	1,09	44,01	53,26	6,27
10 a 20	2023	4	52,68	2,98	1,49	50,46	57,03	5,66
	2024	4	49,20	2,47	1,23	45,75	51,50	5,02
	Total	8	50,94	3,14	1,11	45,75	57,03	6,17
20 a 30	2023	4	51,55	4,94	2,47	45,33	57,14	9,58
	2024	4	48,48	5,73	2,87	42,05	53,58	11,82
	Total	8	50,01	5,22	1,84	42,05	57,14	10,43

N: repeticiones

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 17.** Humedad en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

La humedad del suelo fue diferente entre ambos momentos de evaluación, además hubo diferentes valores de la humedad respecto a la profundidad de muestreo de los suelos (**Tabla 13** y **Figura 17**), comportamiento similar respecto a la profundidad encontraron Tenelanda et al. (2018), la humedad del suelo aumenta con la profundidad debido a una menor evaporación, la acumulación de agua por percolación y capilaridad, la mayor compactación y menor porosidad del suelo en profundidad, la presencia de capas menos permeables que retienen agua, y la menor extracción de agua por parte de las raíces de las plantas. Estas condiciones permiten que las capas más profundas del suelo mantengan más humedad en comparación con las capas superficiales.

Además, la humedad fue favorable en la parcela posiblemente a la cantidad de materia orgánica registrada en la parte superior de los suelos, al respecto, Martínez-González et al. (2010) encontraron menor valor de la humedad edáfica en un suelo sin vegetación en comparación a otros que presentaban cobertura vegetal, esto llega a ocurrir debido a que la humedad del suelo es más baja en suelos con menor cobertura vegetal porque están más expuestos a la evaporación, tienen menor capacidad para retener agua debido a la falta de materia orgánica y estructura del suelo, presentan menor infiltración de agua y mayor escorrentía superficial, y carecen de la protección natural que la vegetación proporciona contra el sol y el viento. La cobertura vegetal juega un papel crucial en la conservación de la humedad del suelo, ayudando a mantener un entorno más favorable para el crecimiento de las plantas.

#### 4.2.1.6. Arena

El contenido de arena en las muestras de los suelos de la plantación de *D. asper* registró promedios de 38% y 59,32% para los años 2023 y 2024 respectivamente, además, los datos fueron similares en las dos repeticiones (**Tabla 14**), estos valores difieren a lo registrado por Panduro (2013) donde presenció matas adultas de esta especie de bambú en suelos con solamente 23,68% de arena.

**Tabla 14.** Estadísticos descriptivos del contenido de arena (%) en la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
2023	2	38,00	0,00	0,00	38,00	38,00	0,00
2024	2	59,32	0,00	0,00	59,32	59,32	0,00
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>48,66</b>	<b>12,31</b>	<b>6,15</b>	<b>38,00</b>	<b>59,32</b>	<b>25,30</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

#### 4.2.1.7. Limo

El contenido de limo en las muestras de los suelos de la plantación de *D. asper* registró promedios de 20,00% y 17,14% para los años 2023 y 2024 respectivamente, además, los datos fueron homogéneos debido a que el coeficiente de variación registró valores de 7,07% y 8,25% respectivamente (**Tabla 15**).

**Tabla 15.** Estadísticos descriptivos del contenido de limo (%) en la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
2023	2	20,00	1,41	1,00	19,00	21,00	7,07
2024	2	17,14	1,41	1,00	16,14	18,14	8,25
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>18,57</b>	<b>2,01</b>	<b>1,01</b>	<b>16,14</b>	<b>21,00</b>	<b>10,85</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

*D. asper* presenta una gran plasticidad respecto a los suelos donde logra desarrollarse, esto debido a que Panduro (2013) bajo las mismas condiciones de clima para Tingo María, presenció el normal desarrollo de esta especie en suelos donde el contenido de limo alcanzó el 43,04% en comparación al 18,57% encontrado en el presente estudio, siendo un atributo para seguir estableciendo en distintos medios a este bambú.

#### 4.2.1.8. Arcilla

El contenido de arcilla en las muestras de los suelos de la plantación de *D. asper* registró promedios de 42,00% y 23,54% para los años 2023 y 2024 respectivamente, además, los datos fueron similares en las dos repeticiones para cada evaluación realizada (**Tabla 16**).

**Tabla 16.** Estadísticos descriptivos del contenido de arcilla (%) en la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
2023	2	42,00	1,41	1,00	41,00	43,00	3,37
2024	2	23,54	1,41	1,00	22,54	24,54	6,01
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>32,77</b>	<b>10,72</b>	<b>5,36</b>	<b>22,54</b>	<b>43,00</b>	<b>32,71</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

En suelos con similar contenido de arcilla se reportan matas adultas en el mismo BRUNAS, esto lo reportó Panduro (2013) al obtener como valor a 33,28% de arcilla y registrar dimensiones adecuadas de los culmos con la cual se ratifica el normal crecimiento en dicho medio que es un bosque secundario. Asimismo, Mas (2010) estableció esta especie en el BRUNAS donde el suelo contenía 30% de arena, obteniendo respuestas favorables hasta una edad de siete meses de establecido.

#### 4.2.2. Aspectos químicos

##### 4.2.2.1. pH

El nivel de pH de las muestras de los suelos donde se encuentra establecido *D. asper* se caracterizó por fuertemente ácido con la cual se ratifica el estado de acidez de dicho suelo debido a la degradación presentada; asimismo, los resultados fueron muy homogéneos debido a que el coeficiente de variación determinado fue 4,56% y 1,12% respectivamente (**Tabla 17**).

**Tabla 17.** Estadísticos descriptivos del nivel de pH en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
2023	2	4,65	0,21	0,15	4,50	4,80	4,56
2024	2	4,43	0,05	0,04	4,39	4,46	1,12
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4,54</b>	<b>0,18</b>	<b>0,09</b>	<b>4,39</b>	<b>4,80</b>	<b>3,98</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

A pesar del bajo valor del pH, la especie en estudio registra adaptabilidad a estos tipos de suelos, existiendo experiencias por parte de Decipulo et al. (2009), quienes determinaron que el pH del suelo pH de 5,2 y 4,75 a profundidades de 0 a 10 y 10 a 20 cm respectivamente en una plantación de 15 años de edad, experiencias con la cual garantiza el crecimiento de las matas con fines de darle mayor valor económico a dicho ecosistema incrementando los servicios cuando las matas sean más grandes en mejorar el microclima, aportar biomasa, mejorar las propiedades edáficas, entre otros. Además, Panduro (2013) ratifica esta afirmación al encontrar un pH de 4,12 en suelos con matas adultas de esta especie y Barboza (2022) considera óptimo al pH si es que se encuentra entre los 3,5 hasta los 6,5.

#### 4.2.2.2. Materia orgánica

El nivel de materia orgánica en las muestras de los suelos donde se encuentra establecido *D. asper* se caracterizó por presentar un nivel alto en la primera evaluación y descendiendo a nivel medio hacia la segunda evaluación, asimismo, los datos fueron variables respecto a las repeticiones consideradas en el estudio (**Tabla 18**).

**Tabla 18.** Estadísticos descriptivos del nivel de materia orgánica (%) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>CV (%)</b>
2023	2	4,30	0,83	0,59	3,71	4,89	19,37
2024	2	3,26	0,51	0,36	2,90	3,62	15,62
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3,78</b>	<b>0,82</b>	<b>0,41</b>	<b>2,90</b>	<b>4,89</b>	<b>21,79</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

El elevado contenido de materia orgánica puede atribuirse a que los suelos presentan vegetación y la plantación solamente es cultivada mediante fajas, reportes muy cercanos lo determinó Panduro (2013) al encontrar un valor de 3,05% en los suelos donde se encontraban matas adultas de *D. asper*, este lugar no presentaba acciones de corte de vegetación y a esto se sumaba el aporte de la hojarasca conformado por las hojas y ramas de los bambúes que garantizan el permanente suministro de materia orgánica.

La materia orgánica de los suelos no fue muy baja, las mismas que podrán incrementarse a través del tiempo debido al aporte de biomasa por parte de los bambúes como son las hojas y ramas secas, esto lo determinó Barboza (2022) en estudios donde se utilizó a los bambúes como una de las especies que se tiene que establecer en suelos donde son propensos a erosionarse y concluyó que estas gramíneas aportan mucha hojarasca.

#### 4.2.2.3. Nitrógeno

El nivel de nitrógeno total en las muestras de los suelos donde se encuentra establecido *D. asper* se caracterizó por presentar un nivel alto en la primera evaluación y descendiendo un poco un nivel medio en la segunda evaluación, asimismo, los datos fueron variables respecto a las repeticiones consideradas en el estudio (**Tabla 19**).

**Tabla 19.** Estadísticos descriptivos del nivel de nitrógeno (%) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>CV (%)</b>
2023	2	0,22	0,04	0,03	0,19	0,25	19,36
2024	2	0,16	0,03	0,02	0,15	0,18	15,62
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>0,19</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,15</b>	<b>0,25</b>	<b>21,88</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

A pesar de que los suelos registraron alores bajos del nitrógeno total en los suelos, hay reportes en donde se estableció *D. asper* con tan solo 0,09% del nitrógeno total (Mas, 2010), mostrando que las plantas a los siete meses presentaron características favorables de crecimiento, pero este reporte no es muy concluyente debido a que se habían establecido porciones de culmos con perforaciones por donde se añadió agua y posiblemente las reservas de dicho culmo estuvieron favoreciéndole nutricionalmente a los brotes nuevos emergidos y aun no se haya beneficiado en su totalidad de los suelos.

#### 4.2.2.4. Fósforo disponible

El nivel de fósforo disponible en las muestras de los suelos donde se encuentra establecido *D. asper* se caracterizó por presentar un nivel bajo en la primera evaluación y se mantuvo el nivel bajo en la segunda evaluación, asimismo, los datos fueron homogéneos en la primera evaluación y más heterogéneo en las repeticiones consideradas para la segunda evaluación de acuerdo al coeficiente de variación determinado (**Tabla 20**).

**Tabla 20.** Estadísticos descriptivos del nivel de fósforo disponible (ppm) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>CV (%)</b>
2023	2	3,69	0,13	0,09	3,60	3,78	3,45
2024	2	1,53	0,33	0,23	1,30	1,76	21,37
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>2,61</b>	<b>1,27</b>	<b>0,63</b>	<b>1,30</b>	<b>3,78</b>	<b>48,54</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

Debido a los niveles bajos de fósforo disponible en la plantación de *D. asper*, urge la necesidad continuar con las labores de fertilización que se realizó al momento del establecimiento para que se garantice el crecimiento de las matas, ya que según Decipulo et al. (2009), de manera consistente, el pH del suelo, la materia orgánica, el fósforo disponible y el potasio intercambiable fueron más bajos en el tratamiento sin manejo, en comparación a tratamientos fertilizados y acompañados con el aporte de mantillo conformados por hojas, tallos y mazorcas de maíz, ya que estaban fácilmente disponibles en la zona.

#### 4.2.2.5. Potasio disponible

El nivel de potasio disponible en las muestras de los suelos donde se encuentra establecido *D. asper* se caracterizó por presentar un nivel bajo en la primera evaluación y fue de nivel medio en la segunda evaluación, asimismo, los datos fueron más heterogéneos en la primera evaluación y más homogéneos en las repeticiones consideradas para la segunda evaluación de acuerdo al coeficiente de variación determinado (**Tabla 21**).

**Tabla 21.** Estadísticos descriptivos del nivel de potasio disponible (ppm) en suelos de la parcela de *D. asper* durante 12 meses.

Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
2023	2	87,57	12,86	9,10	78,47	96,66	14,69
2024	2	204,02	2,76	1,95	202,07	205,97	1,35
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>145,79</b>	<b>67,66</b>	<b>33,83</b>	<b>78,47</b>	<b>205,97</b>	<b>46,41</b>

N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

A pesar que el valor más alto del potasio disponible fue de 204,02 ppm (0,02%), los bambúes poseen buena capacidad de retener este elemento para luego aportarlos a la parte superficial de los suelos degradados, esto fue registrado por Cairo et al. (2018) en Cuba para la especie *B. vulgaris* en donde al analizar la hojarasca proveniente de tres zonas registraron valores de 0,98% (Santa Clara), 0,23% (Manicaragua) y 0,32% (Cienfuegos), este comportamiento es favorable para los fines de recuperación de los suelos la cual con el tiempo se estaría logrando debido a que en la parcela en estudio se registran comportamientos favorables de crecimiento y recién se está observando aporte poco significativo de biomasa al suelo. La especie en estudio tiene amplia capacidad de adaptarse a suelos con diferentes valores de potasio disponible, pero se tiene repercusiones sobre el comportamiento de las matas, esto se vio en el reporte de Broz et al. (2021) quienes establecieron en un suelo agrícola donde el potasio disponible fue 258,06 ppm (0,03%) con matas de buen comportamiento.

#### 4.3. Correlación entre las variables morfométricas de *D. asper* establecidos en un suelo degradado

En las cinco mediciones realizadas el diámetro de la copa de las matas registró correlación positivas y significativas con el diámetro de la base de la mata, la altura de la mata, la cantidad de culmos por mata, la cantidad de entrenudos por culmo el diámetro del culmo y la altura de los culmos, solamente se observó una excepción en la primera medición del diámetro de copa de la mata con la altura de los culmos (**Tabla 22**), al respecto, similar relación fueron reportados en la misma especie por parte de Broz et al. (2021) en matas con un año de edad, logrando generar un modelo predictivo en donde la altura de la mata estuvo expresado mediante la ecuación contenida  $b_0 + b_1 * \text{circunferencia a la altura del cuello de la mata}$ , esto ocurre debido a que cuando emerge un brote nuevo que por lo general va ser de mayor diámetro y altura en comparación al culmo que le precede, suele también incrementarse el valor del diámetro basal de la mata por el espacio ocupado debido al nuevo brote.

El diámetro basal de las matas se correlaciona en las cinco mediciones con el diámetro de copa de las matas, la altura de la mata y la cantidad de culmos que se encuentran en cada mata evaluada, mientras que con las demás variables hay algunos casos de correlación positiva y significativa (**Tabla 22**), al respecto y en base a la correlación existente entre el diámetro basal de las matas con la cantidad de culmos a pesar de contar con matas jóvenes con un año de edad desde su establecimiento, Broz et al. (2021) lograron desarrollar un modelo matemático de la forma:  $\text{número de culmo} = b_0 + b_1 * \text{circunferencia a la altura del cuello de la mata}$ , esto se debe a que mientras más van emergiendo los brotes nuevos aparte de que posean mayor diámetro del culmo, la base de la mata también incrementa su dimensión que daño por lo general los culmos más maduros en la parte central de la mata y los culmos nuevos en la parte periférica de la base en las matas.

Además, de manera general se registró correlación positiva y significativa entre las características de las matas y también es notorio las correlaciones existentes entre las características de los culmos (**Tabla 22**), este comportamiento se debe no solamente al clima y al suelo sino también a la gradiente altitudinal ya que para Barboza (2022), la subfamilia Bambusoideae necesita ubicarse en el rango altitudinal desde los 600 hasta 2000 m s.n.m con la cual se observa un crecimiento óptimo.

En otras especies también se observan distintas correlaciones entre las características morfométricas de las matas como también de los culmos, siendo estos últimos reportados por Ordóñez-Prado et al. (2023) mediante correlaciones entre el diámetro normal y la longitud de los culmos en especies como *Bambusa oldhamii*, *G. aculeata* y *G. angustifolia*.

**Tabla 22.** Prueba de correlación entre las variables morfométricas de *D. asper* durante 12 meses.

Variables	DCM	DBM	HM	Culmo/mata	Entrenudo	DC	HC
rho	1,00	0,414*	0,721**	0,746**	0,731*	0,718*	0,473
DCM (m) <sub>1</sub> Sig.		0,011	<0,001	0,008	0,040	0,013	0,142
N	37	37	37	11	8	11	11
rho	1,00	0,415*	0,805**	0,379*	0,562**	0,619**	0,662**
DCM (m) <sub>2</sub> Sig.		0,011	<0,001	0,043	0,003	<0,001	<0,001
N	37	37	37	29	26	29	29
r y/o rho	1,00	<b>0,617**</b>	0,843**	0,502**	<b>0,675**</b>	0,739**	0,606**
DCM (m) <sub>3</sub> Sig.		<b>&lt;0,001</b>	<0,001	0,002	<b>&lt;0,001</b>	<0,001	<0,001
N	37	<b>37</b>	37	34	<b>35</b>	34	34
rho	1,00	0,543**	0,864**	0,642**	0,375*	0,661**	0,668**
DCM (m) <sub>4</sub> Sig.		0,001	<0,001	<0,001	0,022	<0,001	<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
rho	1,00	0,629**	0,828**	0,556**	0,603**	0,605**	0,656**
DCM (m) <sub>5</sub> Sig.		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
r y/o rho	0,414*	1,00	0,394*	0,831**	<b>0,810*</b>	<b>0,557</b>	<b>0,662*</b>
DBM (m) <sub>1</sub> Sig.	0,011		0,016	0,002	<b>0,015</b>	<b>0,075</b>	<b>0,027</b>
N	37	37	37	11	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
rho	0,415*	1,00	0,404*	0,564**	0,328	0,263	0,296
DBM (m) <sub>2</sub> Sig.	0,011		0,013	0,001	0,101	0,168	0,119
N	37	37	37	29	26	29	29
r y/o rho	<b>0,617**</b>	1,00	0,421**	0,755**	<b>0,293</b>	0,348*	0,119
DBM (m) <sub>3</sub> Sig.	<b>&lt;0,001</b>		0,009	<0,001	<b>0,087</b>	0,044	0,503
N	<b>37</b>	37	37	34	<b>35</b>	34	34
r y/o rho	0,543**	1,00	0,451**	0,644**	<b>0,039</b>	0,360*	0,357*
DBM (m) <sub>4</sub> Sig.	0,001		0,005	<0,001	<b>0,818</b>	0,029	0,030
N	37	37	37	37	<b>37</b>	37	37
rho	0,629**	1,00	0,502**	0,727**	0,197	0,316	0,338*
DBM (m) <sub>5</sub> Sig.	<0,001		0,002	<0,001	0,242	0,057	0,041
N	37	37	37	37	37	37	37

Variables		DCM	DBM	HM	Culmo/mata	Entrenudo	DC	HC
HM (m) <sub>1</sub>	rho	0,721**	0,394*	1,00	0,831**	0,970**	0,400	0,878**
	Sig.	<0,001	0,016		0,002	<0,001	0,223	<0,001
	N	37	37	37	11	8	11	11
HM (m) <sub>2</sub>	rho	0,805**	0,404*	1,00	0,329	0,670**	0,640**	0,917**
	Sig.	<0,001	0,013		0,082	<0,001	<0,001	<0,001
	N	37	37	37	29	26	29	29
HM (m) <sub>3</sub>	rho	0,843**	0,421**	1,00	0,360*	0,672**	0,822**	0,790**
	Sig.	<0,001	0,009		0,036	<0,001	<0,001	<0,001
	N	37	37	37	34	35	34	34
HM (m) <sub>4</sub>	rho	0,864**	0,451**	1,00	0,525**	0,561**	0,693**	0,783**
	Sig.	<0,001	0,005		0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	N	37	37	37	37	37	37	37
HM (m) <sub>5</sub>	rho	0,828**	0,502**	1,00	0,402*	0,667**	0,668**	0,726**
	Sig.	<0,001	0,002		0,014	<0,001	<0,001	<0,001
	N	37	37	37	37	37	37	37
Culmos/ mata <sub>1</sub>	rho	0,746**	0,831**	0,831**	1,00	0,866**	0,362	0,789**
	Sig.	0,008	0,002	0,002		0,005	0,273	0,004
	N	11	11	11	11	8	11	11
Culmos/ mata <sub>2</sub>	rho	0,379*	0,564**	0,329	1,00	-0,175	-0,118	0,077
	Sig.	0,043	0,001	0,082		0,394	0,543	0,693
	N	29	29	29	29	26	29	29
Culmos/ mata <sub>3</sub>	rho	0,502**	0,755**	0,360*	1,00	-0,122	0,100	-0,147
	Sig.	0,002	<0,001	0,036		0,491	0,573	0,408
	N	34	34	34	34	34	34	34
Culmos/ mata <sub>4</sub>	rho	0,642**	0,644**	0,525**	1,00	-0,153	0,139	0,198
	Sig.	<0,001	<0,001	0,001		0,366	0,413	0,239
	N	37	37	37	37	37	37	37
Culmos/ mata <sub>5</sub>	rho	0,556**	0,727**	0,402*	1,00	-0,121	-0,039	-0,024
	Sig.	<0,001	<0,001	0,014		0,477	0,818	0,889
	N	37	37	37	37	37	37	37
Entrenudo <sub>1</sub>	r y/o rho	0,731*	<b>0,810*</b>	0,970**	0,866**	1,00	<b>0,561</b>	<b>0,723*</b>
	Sig.	0,040	<b>0,015</b>	<0,001	0,005		<b>0,148</b>	<b>0,043</b>

Variables	DCM	DBM	HM	Culmo/mata	Entrenudo	DC	HC
N	8	8	8	8	8	8	8
rho	0,562**	0,328	0,670**	-0,175	1,00	0,783**	0,796**
Entrenudo <sub>2</sub> Sig.	0,003	0,101	<0,001	0,394		<0,001	<0,001
N	26	26	26	26	26	26	26
r y/o rho	<b>0,675**</b>	<b>0,293</b>	0,672**	-0,122	1,00	0,780**	0,836**
Entrenudo <sub>3</sub> Sig.	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,087</b>	<0,001	0,491		<0,001	<0,001
N	<b>35</b>	<b>35</b>	35	34	35	34	34
r y/o rho	0,375*	<b>0,039</b>	0,561**	-0,153	1,00	0,633**	0,663**
Entrenudo <sub>4</sub> Sig.	0,022	<b>0,818</b>	<0,001	0,366		<0,001	<0,001
N	37	<b>37</b>	37	37	37	37	37
rho	0,603**	0,197	0,667**	-0,121	1,00	0,896**	0,875**
Entrenudo <sub>5</sub> Sig.	<0,001	0,242	<0,001	0,477		<0,001	<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
r y/o rho	0,718*	<b>0,557</b>	0,400	0,362	<b>0,561</b>	1,00	<b>0,320</b>
DC (cm) <sub>1</sub> Sig.	0,013	<b>0,075</b>	0,223	0,273	<b>0,148</b>		<b>0,338</b>
N	11	<b>11</b>	11	11	<b>8</b>	11	<b>11</b>
rho	0,619**	0,263	0,640**	-0,118	0,783**	1,00	0,670**
DC (cm) <sub>2</sub> Sig.	<0,001	0,168	<0,001	0,543	<0,001		<0,001
N	29	29	29	29	26	29	29
rho	0,739**	0,348*	0,822**	0,100	0,780**	1,00	0,768**
DC (cm) <sub>3</sub> Sig.	<0,001	0,044	<0,001	0,573	<0,001		<0,001
N	34	34	34	34	34	34	34
rho	0,661**	0,360*	0,693**	0,139	0,633**	1,00	0,862**
DC (cm) <sub>4</sub> Sig.	<0,001	0,029	<0,001	0,413	<0,001		<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
rho	0,605**	0,316	0,668**	-0,039	0,896**	1,00	0,907**
DC (cm) <sub>5</sub> Sig.	<0,001	0,057	<0,001	0,818	<0,001		<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
r y/o rho	0,473	<b>0,662*</b>	0,918**	0,789**	<b>0,723*</b>	<b>0,320</b>	1,00
HC (m) <sub>1</sub> Sig.	0,142	<b>0,027</b>	<0,001	0,004	<b>0,043</b>	<b>0,338</b>	
N	11	<b>11</b>	11	11	<b>8</b>	<b>11</b>	11
HC (m) <sub>2</sub> rho	0,662**	0,296	0,917**	0,077	0,796**	0,670**	1,00

<b>Variables</b>	<b>DCM</b>	<b>DBM</b>	<b>HM</b>	<b>Culmo/mata</b>	<b>Entrenado</b>	<b>DC</b>	<b>HC</b>
Sig.	<0,001	0,119	<0,001	0,693	<0,001	<0,001	
N	29	29	29	29	26	29	29
rho	0,606**	0,119	0,790**	-0,147	0,836**	0,768**	1,00
HC (m) <sub>3</sub>	Sig.	<0,001	0,503	<0,001	0,408	<0,001	<0,001
N	34	34	34	34	34	34	34
rho	0,668**	0,357*	0,783**	0,198	0,663**	0,862**	1,00
HC (m) <sub>4</sub>	Sig.	<0,001	0,030	<0,001	0,239	<0,001	<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37
rho	0,656**	0,338*	0,726**	-0,024	0,875**	0,907**	1,00
HC (m) <sub>5</sub>	Sig.	<0,001	0,041	<0,001	0,889	<0,001	<0,001
N	37	37	37	37	37	37	37

N: Cantidad de datos; Sig.: Significancia asintótica bilateral

DCM: Diámetro de la copa de la mata en metros; DBM: Diámetro basal de la mata en metros; HM: Altura de la mata en metros; DC: Diámetro del culmo en centímetros; HC: altura del culmo en metros.

Valores en negrita y cursiva corresponden a la correlación de Pearson (r), caso contrario es la correlación de Spearman (rho)

\* Existe correlación significativa (bilateral) a un nivel de 95% de confianza.

\*\* Existe correlación significativa (bilateral) a un nivel de 99% de confianza.

## V. CONCLUSIONES

1. El comportamiento de *D. asper* en suelo degradado con edad comprendida desde los cinco hasta los seis años fue favorable debido a los incrementos registrados en los promedios para las características de las matas como el diámetro de copa, diámetro de la base de la mata, altura total y cantidad de culmos por mata, asimismo, se registró buen comportamiento en las características de los culmos como la altura total, cantidad de entrenudos y diámetro basal.
2. Las propiedades físicas de los suelos no repercutieron cambio significativo en el periodo de tiempo evaluado, siendo característico que la densidad aparente, densidad real, porosidad y humedad disminuyeron mientras más profundo fue el muestreo de los suelos, la velocidad de infiltración presentó un comportamiento potencial donde se estabilizó a partir de los 40 min, en el caso de la clase textural el suelo fue arcilloso y franco arcillo arenoso. Para el caso de las propiedades químicas, se registró pH menor o igual a 4,65, nivel medio y alto de materia orgánica, así como el nitrógeno total, el fósforo disponible fue menor o igual a 3,69 ppm y el potasio disponible no superó los 204,02 ppm.
3. Las características de las matas se correlacionan entre sí (Diámetro de copa, diámetro basal, altura de mata y culmos/mata), de manera similar las características de los culmos (Diámetro y altura del culmo) registran correlación positiva y significativa, aunque hay algunas variables del culmo que no se correlacionan con ciertas características de las matas.
4. La plantación de *D. asper* establecida en un suelo degradado con una edad de cinco años se comporta de manera favorable para dicho medio, mientras que es inferior al compararla a un medio con suelo fértil, que se tradujo en datos heterogéneos y baja tasa de incrementos anual de las características de las matas y los culmos.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. En estudios posteriores se debe incluir el indicador sobre la biomasa aportada por las matas de *D. asper* por periodos anuales con fines de fortalecer el monitoreo de esta especie en suelos degradados.
2. Considerar registros de la interacción entre el crecimiento de las matas de los bambúes en suelos degradados con la densidad y diversidad de la macrofauna edáfica beneficiada por la hojarasca aportada, así como las condiciones de microclima que se genera en la base de las matas como por ejemplo el comportamiento de la temperatura y humedad relativa.
3. Para estudios bajo condiciones similares, considerar la variable densidad de plantación con la finalidad de que las matas logren beneficiarse por el aporte de hojarasca, mantengan la humedad y amortigüen la temperatura ambiental ara que se logre acelerar la recuperación de los suelos degradados.
4. En estudios similares donde se recolectan datos de muchas variables se debe optar por el uso de análisis estadísticos más complejos como los componentes principales o los modelos mixtos para fortalecer la toma de decisiones respecto a las conclusiones.

## VII. REFERENCIAS

- Acevedo, E., Carrasco, A., Leon, O., Silva, P., Castillo, G., Borie, G., Martinez, E., González, S., y Ahumada, L. (2005). *Criterios de calidad del suelo agrícola*. USDA. <http://soils.usda.gov/sqi/>
- Aguilera, N. (1989). *Tratado de Edafología de México, Tomo I*. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México.
- Amaro, E. J., Márquez, E., y Llanes, J. M. (2019). Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado. *Avances*, 21(1), 129-138. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/422/1414>
- Arzuaga, S., Lopez, F., Dalurzo, C., y Vasquez, S. (2005). *Fósforo total fósforo orgánico y fosfatasa ácida, en entisoles, alfisoles y vertisoles de corrientes con diferentes usos agrícolas*. Universidad nacional del nordeste. Cátedra de edafología. A-066.
- Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., y Schaeppman, M. (2008). *Evaluación global de la degradación y mejora de la tierra I: Identificación por teledetección*. Informe 2008/01, FAO/ISRIC, Roma/Wageningen.
- Banerjee, M., Gantait, S., & Pramanik, B. R. A. (2011). Two step method for accelerated mass propagation of *Dendrocalamus asper* and their evaluation in field. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 17(4):387-93. doi: 10.1007/s12298-011-0088-0.
- Barboza, D. (2022). *Efecto del bambú (subf. bambusoideae) en el control de la erosión del suelo: metaanálisis – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32454>
- Bautista, A. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*.
- Bienes, R. y Marquéz, M. J. (2003). *Perspectivas de la degradación del suelo*. IMIA.
- Blake, G. R., y Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In: A Klute (ed). *Methods of soil analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Pp. 363- 375. Am. Soc. Agron. and Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c13>
- Bornemisza, E. (1982). *Introducción a la Química de Suelos*. Universidad de Costa Rica.
- Bovis, R. (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* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. [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)

- Broz, D., Korth, S., Vargas, A. R., Sosa, H., Bulman, C., Camargo, J. C., y Gutierrez, I. (2021). Evaluación del establecimiento y desarrollo inicial de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer bajo diferentes tratamientos de manejo en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. *Revista Forestal Yvyrareta*, 29(1), 30-42. [https://www.researchgate.net/publication/371904828\\_Evaluacion\\_del\\_establecimiento\\_y\\_desarrollo\\_inicial\\_de\\_Dendrocalamus\\_asper\\_Schult\\_Backer\\_bajo\\_diferentes\\_tratamientos\\_de\\_manejo\\_en\\_el\\_norte\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Misiones\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/371904828_Evaluacion_del_establecimiento_y_desarrollo_inicial_de_Dendrocalamus_asper_Schult_Backer_bajo_diferentes_tratamientos_de_manejo_en_el_norte_de_la_provincia_de_Misiones_Argentina)
- Buckman, H., y Brady, C. (1966). *The Nature and Properties of Soils*. The Macmillan company.
- Calderón, F. (1999). *Metodologías para el análisis químico del suelo*.
- Cairo, P., Alvares, O., Yera, Y., Rodríguez, A., Mollineda, Á., Torres, P., y Rodríguez, O. (2018). La biomasa de *Bambusa vulgaris* como alternativa para la recuperación de suelos degradados. *Revista Centro Agrícola*, 45(3), 51-58. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-51.pdf>
- Caro, E. (2017). ¿A qué velocidad crece el bambú? Eldoradobambu.com <https://www.eldoradobambu.com/single-post/2017/11/22/%C2%BFA-qu%C3%A9-velocidad-crece-el-bamb%C3%BA>
- Chen, Z. (2000). *Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops*. <http://www.fftc.agnet.org/>
- Chuquimarca, J. A., y Dávila, P. F. (2016). *La huella hídrica del bambú gigante (Dendrocalamus asper) como indicador de sustentabilidad en la construcción*. Universidad San Francisco de Quito USFQ. <https://core.ac.uk/download/pdf/147381328.pdf>
- Coombes, A., Martin, J., y Slater, D. (2019). Defining the allometry of stem and crown diameter of urban trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44(126421), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126421>
- Cronquist, A. (1981). *Lista de las Clases, subClases, órdenes y familias de las angiospermas*. Columbia University Press.
- Decipulo, M. S., Ockerby, S., & Midmore, D. J. (2009). Managing clumps of *Dendrocalamus asper* in Bukidnon, the Philippines. En David J. Midmore (Ed.), *Silvicultural management of bamboo in the Philippines and Australia for shoots and timber*. Proceedings of a workshop held in Los Baños, the Philippines, 22–23 November 2006 (pp. 36-45). ACIAR. <https://acortar.link/HoVexB>
- Departamento de agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Departamento de agricultura de los Estados Unidos.

- Fassbender, H., y Bornemisza, E. (1987). *Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2 ed). IICA.
- Fernández, N. V. (2020). *Certificación de plantaciones y cadena de custodia de bambú gigante *Dendrocalamus asper* Schultes F. y caña guadúa *Guadua angustifolia* Kunth, bajo los criterios del Forest Stewardship Council (FSC)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10370/2/03%20FOR%20300%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Figueroa, V., y Sardiña, C. E. (2009). *Bambú en Chile; Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo*. Universidad de Chile.
- Gallardo, J., Freire, M., García, Y., Pérez, S., González, M., y León, J. (2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos Tropicales*, 29(1), 17-22.
- García, L. J. (2017). *Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo*. Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos – UNAG. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf>
- Graetz, H. A. (2004). *Suelos y fertilización* (2 ed). Trillas.
- Guevara, E., y De La Torre, A. (2019). *Gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca y cultura del agua*. Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura y Riego. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4302>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2 ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Hünemeyer, J., De Camino, R., y Müller, S. (1997). *Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: Indicadores para la agricultura y los recursos naturales*. IICA/GTZ.
- Kerlinger, E. (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. McGraw-Hill Interamericana.
- Kómetter, R., y Gálmez, V. (2017). La restauración de bosques andinos y sus vínculos con el agua. *Programa Bosques Andinos*, 6, 6-42. <https://www.cooperacionsuiza.pe/31-de-agosto-de-2017/>
- Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología, y Universidad Nacional Agraria de la Selva (LASAE y UNAS). (2024). *Resultados de análisis de suelos*. LASAE y UNAS.

- Londoño, X. (2001). *Estudio botánico, ecológico, silvicultura, económico e industrial de las Bambusoideae de Colombia*.
- Londoño, X. (2021). *Diversidad de Bambúes en los Departamentos de Junín, Pasco y San Martín – Perú: Guía Técnica*. Organización Internacional del Bambú y Ratán (INBAR).
- Lozano, Z., Mogollón, Á., Hernández, R. M., Bravo, C., Ojeda, A., Torres, A., Rivero, C., y Toro, M. (2010). Cambios en las propiedades químicas de un suelo de sabana luego de la introducción de pasturas mejoradas. *Bioagro*, 22(2), 135-144. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612010000200006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000200006)
- Malanit, P. (2009). *The Suitability of Dendrocalamus asper Backer for Oriented Strand Lumber* [Tesis Doctoral, University of Hamburg]. Repositorio institucional UNI-HAMBURG. <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/handle/ediss/2735>
- Marani, H. (2010). Morfometría geométrica: características generales y su aplicación en arqueología. CONICET – INCUAPA. *Rev. Newsletter*, 3(2), 15-18.
- Martínez-González, F., Sosa-Pérez, F., y Ortiz-Medel, J. (2010). Comportamiento de la humedad del suelo con diferente cobertura vegetal en la Cuenca La Esperanza. *Tecnología y ciencias del agua*, 1(4), 89-103. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222010000400005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222010000400005&lng=es&tlng=es).
- Mas, M. (2010). *Siembra de tres especies de bambú a través de secciones de culmo en un área deforestada del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/529c6af7-a5ae-4c92-ba8c-4f6c98173b8f>
- McClure, F. (1955). *Flora de Guatemala, Bamboos*. Natural History Museum. Fieldiana Botany.
- Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería* (2 ed). Ed. Grupo Alfa Omega.
- Montiel, M., y Sánchez, E. (2006). Ultraestructura de bambúes del género *Dendrocalamus* (Poaceae: Bambusoideae) cultivados en Costa Rica IV: *Dendrocalamus asper*, clones Taiwán y Tailandia. *Rev. Biol. Trop.*, 54(Suppl. 2), 65-75. <https://tropicalstudies.org/rbt/attachments/suppls/sup54-2%20bambu/9%20Dendrocalamus%20asper.pdf>
- Muñoz, H. J., Sáenz, J., Hernández, J., Orozco, G., y Barrera, R. (2021). Plantación de cuatro especies de bambú establecidas en el trópico seco de Michoacán, México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(65), 45-66. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v12n65/2007-1132-remcf-12-65-45.pdf>

- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis*. Ediciones de la U. [https://www.lopezgalvezasesores.com/descargas/metodologia\\_investigacion.pdf](https://www.lopezgalvezasesores.com/descargas/metodologia_investigacion.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1994). *Erosión de suelos en América Latina. Suelos y aguas No 1*. FAO.
- Panduro, F. (2013). *Diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e2face7c-c0d6-4be6-8125-2b023bec4c59/content>
- Pedraza, J. (2001). *Toward prediction of porosity in foods during drying: a brief review*. *Drying Technology*.
- Ordóñez-Prado, C., Nava-Nava, A., Tamarit-Urias, J. C., y Hernández-Zaragoza, P. (2023). Ecuaciones para estimar la altura total de culmos comerciales en tres especies de bambú. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(3), e3696. DOI: 10.19136/era.a10n3.3696
- Pulgar, J. (1987). *Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú*. Editorial Inca, S.A.
- Rahman, M., Perera, C., Chen, X., Oriscoll, R., y Potluri, P. (1996). Density, Shrinkage and Porosity of Calamari Mantle Meat During Air Drying in a Cabinet Dryer as a Function of Water Content. *J. Food Engineering*, 30, 135-145.
- Reátegui, H. (2009). *Efecto de los sistemas de uso en los macroinvertebrados bajo cinco condiciones en el distrito de Rupa Rupa* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/cbfd4a12-5427-4c4c-b75c-c8902718a4d4>
- Rodríguez, J., y Ruiz, M. (2016). *Manual de Construcción de obras civiles para viviendas unifamiliares ecológicas con el uso del bambú*.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*.
- Ruiz, L. y Arévalo, C. (2004). *Distribución y determinación de las especies de bambú nativo e introducido en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. UNAS.
- Sandoval, J., y Pocasangre, L., Rosales, F., y Delgado, E. (2006). *Importancia de los indicadores fisicoquímicos en la calidad del suelo para la producción sustentable del banano en Costa Rica*. *Rev. Costa Rica. Edafología*.
- Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos Programa Regional

de Desarrollo Científico y Tecnológico.

- Sharma, N., Kumar, D., Singh, N., Sudhakara N. R., Yeasin, M., & Bharti, J. (2024). Biomass storage potential and improvement in soil properties under different bamboo plantations in the Terai region of Central Himalaya. *Colombia Forestal*, 27(1), e20898. <https://doi.org/10.14483/2256201X.20898>
- Supo, J., y Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigación científica para las ciencias de la salud, las ciencias sociales y las ingenierías*. Bioestadístico EEDU EIRL.
- Tenelanda, D., Crespo, P., y Mosquera, G. (2018). Umbrales en la respuesta de humedad del suelo a condiciones meteorológicas en una ladera Altoandina. *Maskana*, 9(2), 53–65. doi: 10.18537/mskn.09.02.07
- Valdez, D. (2010). *Evaluación del crecimiento y desarrollo del Bambú Dendrocalamus asper en cuatro centros de investigación del ICTA*.
- Vargas, V. (2007). *Estadística descriptiva para Ingeniería Ambiental con SPSS*.
- Wenyue, H. (1987). El bambú en China: nuevas perspectivas para un recurso antiguo. *Revista Unasylva*, 39(56), 42-49.
- Zavaleta, G. (1992). *Edafología. El suelo en relación con la producción*. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología.
- Zometa, I. O., Ayala, P. S., y García, R. E. (2021). *Identificación y caracterización de especies de bambú (F. Poaceae – Sub F. Bambusoideae), en el departamento de San Vicente, El Salvador, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio institucional UES. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/25205/1/Identificación%20y%20caracterización%20de%20especies%20de%20bambú%20%28F.%20Poaceae%20-%20Sub%20F.%20Bambusoideae%29%2C%20en%20el%20departamento%20de%20San%20Vicente%2C%20El%20Salvador%2C%202019.pdf>

## **Anexos**

Tabla 23. Matriz de consistencia.

<b>Título:</b> Comportamiento morfométrico de <i>Dendrocalamus asper</i> (Bambú) establecido en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.								
<b>Formulación del problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unid. medida</b>	<b>Aspectos metodológicos</b>	
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>V1:</b>	Comportamiento morfométrico	Morfometría	Diámetro de la copa de las matas m Diámetro de la base de las matas m Altura de la mata m Número de culmos por mata N° Altura del culmo m Número de entrenudos por culmo N°	<b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo <b>Tipo de investigación:</b> Prospectiva Longitudinal <b>Nivel de investigación:</b>	
¿Cuál será el comportamiento morfométrico de <i>D. asper</i> establecido en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María?	Evaluar el comportamiento de una plantación de <i>D. asper</i> establecida en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.	El comportamiento morfométrico de <i>D. asper</i> establecido en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, difiere respecto a la información morfométrica de bambúes instalados en suelos fértiles.						
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>V2:</b>	Suelo degradado	Aspectos físicos	Densidad aparente	g/cc	Descriptivo
¿Qué características poseen las matas y culmos de <i>D. asper</i> en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?	Describir el comportamiento vegetativo de una plantación de <i>D. asper</i> en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	Las matas y culmos de <i>D. asper</i> es favorable en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.				Densidad real	g/cc	<b>Método de investigación:</b>
						Infiltración	cm/hora	Deductivo
						Porosidad	%	<b>Diseño de investigación:</b>
¿Qué propiedades físicas y químicas presenta un suelo degradado con una plantación de <i>D. asper</i> en la Universidad Nacional Agraria de la Selva?	Determinar las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con una plantación de <i>D. asper</i> en la Universidad Nacional Agraria de la Selva	Las propiedades físicas y químicas del suelo degradado tienen influencia en la plantación de <i>D. asper</i> en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.				Humedad	%	No experimental
						Textura:		<b>Población:</b>
						- Arena	%	36 plantas de <i>D. asper</i> establecidas.
						- Limo	%	<b>Técnicas de recolección de datos:</b>
¿Existirá correlación entre las variables morfométricas de <i>D. asper</i> establecidos en un suelo degradado?	Determinar la correlación entre las variables morfométricas de <i>D. asper</i> establecidos en un suelo degradado	Las variables morfométricas de <i>D. asper</i> establecidos en un suelo degradado se encuentran correlacionadas de manera positiva				- Arcilla	%	Observación
						Aspectos químicos	pH	Adimensional
				Materia orgánica	%		Instrumentos de medición mecánicos	
				Nitrógeno	%		<b>Técnicas de análisis de datos:</b>	
				Fósforo	%	Estadística descriptiva (medidas de tendencia central y medidas de dispersión).		
				Potasio	%			

**Anexo A. Datos registrados**

**Tabla 24.** Plantas georreferenciadas de los bambúes.

Fila	Planta	Coordenadas	
		Este	Norte
1	1	391514	8971234
	2	391527	8971218
	3	391535	8971199
	4	391544	8971182
2	1	391553	8971224
	2	391558	8971206
	3	391557	8971189
	4	391564	8971169
	5	391566	8971149
	6	391570	8971133
	7	391581	8971118
	8	391593	8971102
3	1	391580	8971206
	2	391578	8971190
	3	391583	8971174
	4	391587	8971156
	5	391604	8971143
	6	391608	8971126
	7	391610	8971113
	8	391618	8971092
4	1	391595	8971195
	2	391597	8971177
	3	391610	8971162
	4	391626	8971153
	5	391629	8971132
	6	391627	8971115
	7	391626	8971095
5	1	391653	8971160
	2	391650	8971149
	3	391644	8971132
	4	391641	8971112
	5	391643	8971095
	6	391652	8971092
6	1	391664	8971151
	2	391661	8971142
	3	391659	8971127
	4	391658	8971104



**Tabla 7.** Ficha para el registro de datos de la cantidad de entrenudos por culmo de bambúes.

Fila	Mata	Cantidad de entrenudos/culmo						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
1	1							
	2							
	3							
	4							
2	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
3	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
4	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
5	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
6	1							
	2							
	3							
	4							

**Tabla 26.** Diámetro de copa de las matas de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

<b>Fila</b>	<b>Planta</b>	<b>Copa (m)<sub>1</sub></b>	<b>Copa (m)<sub>2</sub></b>	<b>Copa (m)<sub>3</sub></b>	<b>Copa (m)<sub>4</sub></b>	<b>Copa (m)<sub>5</sub></b>
1	1	1,71	3,62	3,33	3,92	5,58
1	2	3,42	4,22	5,00	5,25	6,07
1	3	5,98	6,48	6,65	8,25	7,81
1	4	2,79	4,70	5,20	6,13	6,35
2	1	1,74	2,73	3,34	3,18	3,75
2	2	1,41	2,44	2,75	3,55	4,20
2	3	4,33	4,55	5,11	5,40	5,35
2	4	1,26	2,26	2,78	3,08	3,95
2	5	3,79	5,59	6,23	6,37	6,86
2	6	4,96	5,15	4,86	5,88	5,78
2	7	2,62	3,84	4,05	5,05	5,02
2	8	2,30	2,43	2,20	2,33	2,80
3	1	1,48	2,80	2,59	2,57	3,33
3	2	1,18	2,14	2,05	2,13	3,60
3	3	1,86	2,80	2,12	2,50	2,80
3	4	1,34	2,41	2,51	2,85	3,10
3	5	2,02	2,58	2,14	3,18	3,45
3	6	5,95	6,50	6,60	7,30	7,75
3	7	1,63	1,54	1,64	2,33	2,72
3	8	1,53	1,60	1,46	2,20	2,83
4	1	1,45	2,33	2,45	2,48	3,41
4	2	2,36	2,47	3,33	3,43	4,15
4	3	1,96	3,10	3,69	3,95	4,60
4	4	3,61	5,60	6,71	6,80	7,10
4	5	4,28	4,95	5,02	5,15	5,28
4	6	2,73	3,40	4,07	4,89	4,71
4	7	0,74	1,36	1,88	2,08	2,86
5	1	1,96	3,53	3,07	3,45	4,79
5	2	1,11	1,78	2,07	2,09	2,97
5	3	0,94	3,16	3,25	3,01	3,55
5	4	1,90	2,30	2,52	3,09	3,70
5	5	1,86	2,72	3,22	3,40	3,37
5	6	1,40	2,77	3,60	4,20	3,60
6	1	0,68	1,15	1,58	1,81	2,74
6	2	1,40	2,10	2,17	2,32	3,17
6	3	1,54	3,56	3,54	3,28	3,35
6	4	1,29	1,88	1,85	1,95	1,94

**Tabla 27.** Diámetro de la base de las matas de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

<b>Fila</b>	<b>Planta</b>	<b>DiamB<sub>1</sub></b>	<b>DiamB<sub>2</sub></b>	<b>DiamB<sub>3</sub></b>	<b>DiamB<sub>4</sub></b>	<b>DiamB<sub>5</sub></b>
1	1	0,49	0,56	0,59	0,73	0,80
1	2	0,32	0,41	0,42	0,49	0,55
1	3	0,48	0,58	0,58	0,79	0,85
1	4	0,25	0,28	0,45	0,56	0,81
2	1	0,28	0,30	0,34	0,41	0,43
2	2	0,27	0,31	0,35	0,44	0,49
2	3	0,29	0,31	0,24	0,26	0,30
2	4	0,32	0,34	0,35	0,39	0,40
2	5	0,24	0,24	0,36	0,48	0,69
2	6	0,32	0,32	0,48	0,61	0,83
2	7	0,12	0,12	0,27	0,27	0,41
2	8	0,35	0,35	0,36	0,37	0,42
3	1	0,23	0,28	0,31	0,35	0,48
3	2	0,39	0,44	0,46	0,47	0,54
3	3	0,12	0,15	0,15	0,22	0,31
3	4	0,13	0,13	0,14	0,14	0,16
3	5	0,16	0,16	0,17	0,25	0,28
3	6	0,57	0,57	0,57	0,81	0,84
3	7	0,23	0,24	0,25	0,33	0,34
3	8	0,40	0,41	0,41	0,44	0,44
4	1	0,13	0,16	0,17	0,19	0,25
4	2	0,13	0,14	0,17	0,17	0,28
4	3	0,19	0,31	0,37	0,38	0,50
4	4	0,45	0,56	0,67	0,70	0,86
4	5	0,28	0,32	0,33	0,36	0,47
4	6	0,11	0,12	0,19	0,19	0,20
4	7	0,11	0,11	0,22	0,24	0,26
5	1	0,22	0,29	0,29	0,30	0,36
5	2	0,16	0,22	0,22	0,21	0,31
5	3	0,14	0,27	0,27	0,36	0,36
5	4	0,15	0,30	0,30	0,30	0,42
5	5	0,19	0,20	0,21	0,20	0,26
5	6	0,11	0,18	0,18	0,36	0,46
6	1	0,18	0,18	0,24	0,29	0,40
6	2	0,13	0,15	0,15	0,22	0,26
6	3	0,23	0,25	0,34	0,44	0,53
6	4	0,05	0,06	0,10	0,10	0,20

**Tabla 28.** Altura total de las matas de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

<b>Fila</b>	<b>Planta</b>	<b>Altura de mata (m)<sub>1</sub></b>	<b>Altura de mata (m)<sub>2</sub></b>	<b>Altura de mata (m)<sub>3</sub></b>	<b>Altura de mata (m)<sub>4</sub></b>	<b>Altura de mata (m)<sub>5</sub></b>
1	1	2,70	3,12	3,15	4,20	4,34
1	2	3,60	6,50	6,55	6,45	7,70
1	3	6,30	9,00	9,00	9,10	12,92
1	4	3,65	3,90	6,20	6,95	7,35
2	1	2,45	2,90	2,98	3,05	3,44
2	2	1,95	2,20	3,20	3,40	4,28
2	3	1,60	5,30	5,35	6,10	7,98
2	4	1,10	2,20	2,22	2,95	4,46
2	5	2,90	4,00	4,10	6,10	6,88
2	6	4,50	4,85	5,40	8,60	9,98
2	7	3,80	2,65	4,60	5,10	7,48
2	8	2,60	2,70	2,73	2,73	2,73
3	1	2,70	3,60	3,68	4,30	4,58
3	2	1,65	2,20	2,72	2,98	2,98
3	3	1,50	2,75	2,72	3,40	3,42
3	4	1,80	2,75	2,75	3,50	3,96
3	5	3,50	3,50	3,52	4,35	4,72
3	6	9,00	9,00	9,00	10,40	10,80
3	7	1,80	1,80	2,73	3,45	4,06
3	8	2,25	2,90	2,93	3,20	3,20
4	1	1,40	2,77	2,80	3,10	4,20
4	2	2,40	2,20	3,86	4,23	6,60
4	3	3,10	4,10	4,11	4,60	5,48
4	4	6,00	7,50	7,60	7,60	7,60
4	5	3,00	3,60	3,66	4,30	6,88
4	6	3,30	3,70	4,75	3,75	3,81
4	7	2,15	2,45	2,55	2,65	3,06
5	1	3,45	3,45	3,47	4,30	4,92
5	2	1,53	1,55	2,92	3,45	4,30
5	3	1,80	3,28	3,30	4,10	4,10
5	4	1,50	2,85	2,90	3,20	4,40
5	5	2,10	2,42	2,60	3,90	4,46
5	6	1,05	3,80	3,90	4,50	4,52
6	1	1,45	1,93	1,93	2,28	2,52
6	2	1,30	3,50	3,78	3,78	3,78
6	3	3,20	3,25	3,74	4,26	4,32
6	4	2,30	2,35	2,00	2,96	3,15

**Tabla 29.** Cantidad de culmos por matas de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

Fila	Planta	Culmo/mata <sub>1</sub>	Culmo/mata <sub>2</sub>	Culmo/mata <sub>3</sub>	Culmo/mata <sub>4</sub>	Culmo/mata <sub>5</sub>
1	1		4	7	9	11
1	2	1	2	2	3	5
1	3	3	4	4	7	7
1	4	1	2	4	5	7
2	1		2	2	3	4
2	2		1	4	5	7
2	3	1	1	1	1	2
2	4				2	4
2	5	1	1	2	2	5
2	6	2	1	2	3	3
2	7		1	5	5	6
2	8				1	2
3	1		1	1	1	3
3	2		1	2	2	6
3	3		1	1	2	3
3	4	1	1	1	1	2
3	5	1	1	1	2	2
3	6	2	3	3	5	5
3	7			2	2	3
3	8				1	1
4	1		1	1	1	2
4	2		1	1	1	2
4	3		4	6	7	11
4	4	2	5	7	9	13
4	5		1	2	3	6
4	6		1	2	2	2
4	7			1	1	2
5	1		3	3	3	5
5	2			1	1	2
5	3		2	2	3	4
5	4		2	2	4	8
5	5		3	3	3	4
5	6		1	1	3	5
6	1			2	2	5
6	2		1	1	2	2
6	3	1	2	5	6	9
6	4			1	1	2

**Tabla 30.** Cantidad de entrenudos/culmo de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

Fila	Planta	Entrenudo1	Entrenudo2	Entrenudo3	Entrenudo4	Entrenudos
1	1		8,67	10,71	9,44	13,18
1	2		20,00	19,00	15,00	19,80
1	3	17,50	20,75	25,25	14,43	27,86
1	4	14,00	13,00	15,00	13,80	17,00
2	1		10,50	11,50	9,67	13,00
2	2			8,00	8,60	9,83
2	3		14,00	18,00	17,00	19,50
2	4			16,00	11,50	13,00
2	5	8,00	17,00	17,00	17,50	17,75
2	6	17,00	17,00	22,00	17,00	22,00
2	7		11,00	11,60	11,80	11,67
2	8				4,00	11,00
3	1		12,00	14,00	14,00	15,00
3	2			5,00	8,50	9,33
3	3		13,00	13,00	14,00	13,00
3	4		12,00	13,00	15,00	14,50
3	5	11,00	12,00	13,00	13,00	14,50
3	6	18,50	20,33	26,00	17,80	26,80
3	7			9,50	10,00	11,33
3	8				11,00	11,00
4	1		11,00	17,00	15,00	14,00
4	2			19,00	17,00	17,00
4	3		10,25	11,80	11,86	11,55
4	4	15,00	15,40	15,14	15,89	16,54
4	5		13,00	17,00	11,00	16,20
4	6		11,00	18,00	15,00	14,50
4	7			10,00	10,00	12,00
5	1		10,00	10,67	13,00	12,60
5	2			13,00	18,00	14,00
5	3		8,00	10,00	14,00	11,00
5	4		11,00	14,00	8,75	8,43
5	5		10,67	12,00	12,00	11,25
5	6		13,00	14,00	10,00	11,00
6	1			7,50	9,50	7,80
6	2		11,00	20,00	15,00	15,00
6	3	11,00	10,00	10,80	11,83	9,00
6	4			7,00	13,00	12,50

**Tabla 31.** Diámetro del culmo de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

Fila	Mata	DiámetroC <sub>1</sub>	DiámetroC <sub>2</sub>	DiámetroC <sub>3</sub>	DiámetroC <sub>4</sub>	DiámetroC <sub>5</sub>
1	1		2,10	2,59	2,72	3,02
1	2	7,26	6,16	5,65	6,83	6,05
1	3	5,65	8,25	8,07	11,1437	10,6634
1	4	2,58	3,03	3,49	4,02	4,71
2	1		2,37	2,21	2,78	2,89
2	2		3,28	2,34	2,63	2,67
2	3	4,47	6,17	5,40	5,22	6,65
2	4				2,92	3,41
2	5	4,75	4,98	7,74	6,34	5,78
2	6	7,62	7,66	8,32	8,440	8,0067
2	7		2,98	2,63	2,45	2,25
2	8				3,66	2,54
3	1		3,03	3,20	3,19	4,23
3	2		1,74	1,58	1,62	2,44
3	3		2,72	3,18	4,09	4,05
3	4	1,96	2,53	2,50	2,46	3,25
3	5	3,31	3,42	3,40	4,84	4,90
3	6	9,26	8,31	7,63	10,4459	9,36
3	7			1,92	1,65	2,65
3	8				2,70	2,64
4	1		2,09	2,00	2,06	3,08
4	2		4,42	4,92	4,60	4,55
4	3		2,68	2,73	2,89	3,14
4	4	1,28	3,71	4,19	4,14	4,11
4	5		4,60	3,99	3,70	4,27
4	6		3,24	3,91	4,04	3,95
4	7			2,05	1,86	2,25
5	1		2,20	2,14	2,23	2,65
5	2			2,60	3,04	2,97
5	3		2,38	2,18	3,63	2,93
5	4		1,28	1,27	1,61	1,66
5	5		1,63	1,62	1,68	2,07
5	6		2,19	2,12	3,30	3,17
6	1			1,27	1,32	2,07
6	2		3,33	2,89	3,93	3,79
6	3	2,05	2,29	2,22	2,34	2,34
6	4			1,59	1,54	2,48

**Tabla 32.** Altura total de los culmos de *D. asper* durante un periodo de 12 meses.

Fila	Mata	Altura culmo <sub>1</sub>	Altura culmo <sub>2</sub>	Altura culmo <sub>3</sub>	Altura culmo <sub>4</sub>	Altura culmo <sub>5</sub>
1	1		2,12	2,28	2,38	2,85
1	2	0,75	3,65	5,68	3,65	5,12
1	3	3,73	7,73	7,00	5,65	9,09
1	4	3,65	3,30	3,70	3,17	5,73
2	1		2,80	2,71	2,27	2,94
2	2		0,66	1,90	2,14	2,57
2	3	0,15	5,30	5,35	4,10	5,67
2	4				2,74	3,07
2	5	2,90	4,00	2,83	4,80	4,00
2	6	4,50	4,85	3,93	5,53	7,97
2	7		2,65	2,67	2,43	2,39
2	8				1,25	1,48
3	1		3,60	3,68	3,30	3,52
3	2		0,30	1,63	1,79	2,25
3	3		2,75	2,72	3,05	2,45
3	4	0,38	2,75	2,75	2,50	2,90
3	5	3,50	3,50	3,52	3,67	3,78
3	6	7,50	7,31	7,27	7,90	7,68
3	7			2,17	2,34	2,78
3	8				3,20	3,12
4	1		2,77	2,80	2,10	3,18
4	2		0,25	3,86	3,23	5,07
4	3		3,55	2,59	3,45	3,52
4	4	5,05	6,22	4,08	4,82	4,81
4	5		3,60	2,07	3,67	4,96
4	6		3,70	3,80	3,40	3,67
4	7			2,22	2,25	2,65
5	1		2,30	2,30	2,26	2,86
5	2			3,47	2,45	3,38
5	3		2,28	2,41	2,83	2,81
5	4		2,29	2,42	1,38	1,71
5	5		2,25	1,87	1,50	2,19
5	6		3,80	3,80	3,05	3,36
6	1			1,64	2,09	1,85
6	2		3,50	3,50	3,30	3,20
6	3	3,20	3,13	2,53	2,27	2,51
6	4			2,35	1,96	2,56

**Tabla 33.** Velocidad de infiltración del punto uno en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2023.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		12				
5	5		6,30	57,00	57,00	684
5	10		3,00	33,00	90,00	396
5	15	12	9,40	26,00	116,00	312
5	20		7,20	22,00	138,00	264
5	25		5,20	20,00	158,00	240
5	30		3,60	16,00	174,00	192
5	35	12	10,00	20,00	194,00	240
5	40		8,80	12,00	206,00	144
5	45		7,50	13,00	219,00	156
5	50		6,20	13,00	232,00	156
5	55		4,90	13,00	245,00	156
5	60	12	11,00	10,00	255,00	120
5	65		9,80	12,00	267,00	144
5	70		8,50	13,00	280,00	156
5	75		7,60	9,00	289,00	108
5	80		6,80	8,00	297,00	96
5	85		6,10	7,00	304,00	84
5	90		5,60	5,00	309,00	60

**Tabla 34.** Velocidad de infiltración del punto uno en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2024.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		16				
5	5		9,50	65,00	65,00	780
5	10		8,00	15,00	80,00	180
5	15		5,50	25,00	105,00	300

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
5	20		4,00	15,00	120,00	180
5	25	16	14,00	20,00	140,00	240
5	30		12,50	15,00	155,00	180
5	35		10,50	20,00	175,00	240
5	40		9,50	10,00	185,00	120
5	45		8,50	10,00	195,00	120
5	50		8,00	5,00	200,00	60
5	55		7,00	10,00	210,00	120
5	60		6,50	5,00	215,00	60
5	65		5,70	8,00	223,00	96
5	70		5,00	7,00	230,00	84
5	75	16	15,00	10,00	240,00	120
5	80		14,00	10,00	250,00	120
5	85		13,00	10,00	260,00	120
5	90		12,20	8,00	268,00	96
5	95		11,50	7,00	275,00	84

**Tabla 35.** Velocidad de infiltración del punto dos en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2023.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		15				
5	5		10,70	43,00	43,00	516
5	10		7,50	32,00	75,00	384
5	15		4,80	27,00	102,00	324
5	20	15	11,70	33,00	135,00	396
5	25		9,20	25,00	160,00	300
5	30		6,80	24,00	184,00	288
5	35	15	13,20	18,00	202,00	216
5	40		11,10	21,00	223,00	252

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
5	45		9,30	18,00	241,00	216
5	50		6,20	31,00	272,00	372
5	55		5,20	10,00	282,00	120
5	60	15	13,60	14,00	296,00	168
5	65		12,00	16,00	312,00	192
5	70		10,60	14,00	326,00	168
5	75		9,50	11,00	337,00	132
5	80		8,30	12,00	349,00	144
5	85		7,10	12,00	361,00	144
5	90		6,00	11,00	372,00	132

**Tabla 36.** Velocidad de infiltración del punto dos en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2024.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		16				
5	5		6,40	96,00	96,00	1152
5	10		4,00	24,00	120,00	288
5	15	16	9,50	65,00	185,00	780
5	20		6,50	30,00	215,00	360
5	25		4,00	25,00	240,00	300
5	30	16	11,00	50,00	290,00	600
5	35		7,20	38,00	328,00	456
5	40		4,50	27,00	355,00	324
5	45	16	12,40	36,00	391,00	432
5	50		9,30	31,00	422,00	372
5	55		7,00	23,00	445,00	276
5	60		5,30	17,00	462,00	204
5	65		4,00	13,00	475,00	156
5	70	16	13,10	29,00	504,00	348

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
5	75		10,40	27,00	531,00	324
5	80		8,70	17,00	548,00	204
5	85		7,10	16,00	564,00	192
5	90		6,00	11,00	575,00	132

**Tabla 37.** Velocidad de infiltración del punto tres en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2023.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		14				
5	5		8,20	58,00	58,00	696
5	10		5,40	28,00	86,00	336
5	15		2,60	28,00	114,00	336
5	20	14	11,50	25,00	139,00	300
5	25		9,10	24,00	163,00	288
5	30		7,30	18,00	181,00	216
5	35		5,60	17,00	198,00	204
5	40		4,10	15,00	213,00	180
5	45	14	13,10	9,00	222,00	108
5	50		11,50	16,00	238,00	192
5	55		10,30	12,00	250,00	144
5	60		8,80	15,00	265,00	180
5	65		7,50	13,00	278,00	156
5	70		6,50	10,00	288,00	120
5	75		5,50	10,00	298,00	120
5	80	14	12,40	16,00	314,00	192
5	85		11,60	8,00	322,00	96
5	90		10,70	9,00	331,00	108

**Tabla 38.** Velocidad de infiltración del punto tres en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2024.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		16				
5	5		5,00	110,00	110,00	1320
5	10	16	6,50	95,00	205,00	1140
5	15		0,00	65,00	270,00	780
5	20	16	14,50	15,00	285,00	180
5	25		13,30	12,00	297,00	144
5	30		12,00	13,00	310,00	156
5	35		11,50	5,00	315,00	60
5	40		11,00	5,00	320,00	60
5	45		10,00	10,00	330,00	120
5	50		9,50	5,00	335,00	60
5	55		9,00	5,00	340,00	60
5	60		8,50	5,00	345,00	60
5	65		8,00	5,00	350,00	60
5	70		7,50	5,00	355,00	60
5	75		7,00	5,00	360,00	60
5	80		6,70	3,00	363,00	36
5	85		6,40	3,00	366,00	36
5	90		6,00	4,00	370,00	48

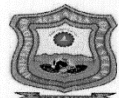
**Tabla 39.** Velocidad de infiltración del punto cuatro en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2023.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		15				
5	5		9,40	56,00	56,00	672
5	10		5,70	37,00	93,00	444
5	15	15	12,60	24,00	117,00	288
5	20		10,40	22,00	139,00	264
5	25		8,60	18,00	157,00	216
5	30		7,20	14,00	171,00	168
5	35		6,00	12,00	183,00	144
5	40	15	13,40	16,00	199,00	192
5	45		12,10	13,00	212,00	156
5	50		11,00	11,00	223,00	132

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
5	55		10,00	10,00	233,00	120
5	60		9,50	5,00	238,00	60
5	65		8,50	10,00	248,00	120
5	70		7,60	9,00	257,00	108
5	75		6,80	8,00	265,00	96
5	80		6,00	8,00	273,00	96
5	85		4,50	15,00	288,00	180

**Tabla 40.** Velocidad de infiltración del punto cuatro en el suelo de una plantación de *D. asper* durante el año 2024.

Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura de achique (cm)	Lámina parcial (mm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/h)
0		16				
5	5		0,00	160,00	160,00	1920
5	10	16	8,00	80,00	240,00	960
5	15		0,00	80,00	320,00	960
5	20	16	10,00	60,00	380,00	720
5	25		6,50	35,00	415,00	420
5	30		1,00	55,00	470,00	660
5	35	16	12,00	40,00	510,00	480
5	40		9,50	25,00	535,00	300
5	45		7,50	20,00	555,00	240
5	50		6,50	10,00	565,00	120
5	55		5,50	10,00	575,00	120
5	60		4,20	13,00	588,00	156
5	65	16	14,00	20,00	608,00	240
5	70		12,00	20,00	628,00	240
5	75		10,70	13,00	641,00	156
5	80		9,50	12,00	653,00	144
5	85		8,50	10,00	663,00	120
5	90		7,00	15,00	678,00	180



# ANALISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	MEZA TUESTA CYNDY MINERVA	MUESTREADO POR:	MEZA TUESTA CYNDY MINERVA
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	2/05/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	3/05/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	15/05/2023
SECTOR:	BRUNAS	RECIBO O FACTURA:	23011585
CULTIVO:	BAMBU	OBSERVACIÓN:	-----

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	CE dS/cm	M.O.	N	C	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiabiles %	Acidos Cambiabiles %	Saturación de Aluminio %
			disponible		ppm	ppm																		
	CODIGO DEL LAB.	%	%	%			Clase Textural	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES			Cmol(+)/kg						
1	M1	S0736	38	43	19	Arcilloso	4.80	0.037	4.890	0.245	2.837	3.78	96.66	---	1.268	0.283	0.077	0.058	1.680	0.220	3.575	47	53	47
2	M2	S0737	38	41	21	Arcilloso	4.50	0.042	3.712	0.186	2.153	3.60	78.47	---	1.358	0.333	0.082	0.059	1.430	0.570	3.833	48	52	37

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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Figura 18. Resultado del ensayo a las muestras de suelos del año 2023



# ANALISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	MEZA TUESTA CYNDY MINERVA
PROCEDENCIA:	BRUNAS - TINGO MARIA
RECIBO N°:	46026
FECHA DE REPORTE:	TINGO MARIA 03 DE MAYO 2024

## RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO							ANALISIS QUÍMICO										
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	pH	CE	Materia Orgánica	N	C	P	K <sub>2</sub> O	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio
			Ao	Arc	Lo			dS/m	M.O.	total	Orgánico	disponible	Calcio		Magnesi	Potasio	Sodio	Alumini	Hidróg					
			%	%	%			1:1	1:1	%	%	%	ppm		ppm	CAMBIABLES			Cmol(+)/kg	%				
1	S24-294	M1	59.32	24.54	16.14	Franco Arcillo Arenoso	4.46	0.043	2.90	0.145	1.681	1.295	205.974	----	2.416	0.490	0.439	0.355	3.705	2.360	9.765	37.889	62.111	37.942
2	S24-295	M2	59.32	22.54	18.14	Franco Arcillo Arenoso	4.39	0.037	3.62	0.181	2.102	1.756	202.070	----	5.899	0.595	0.412	0.332	3.803	1.530	12.570	57.576	42.424	30.252

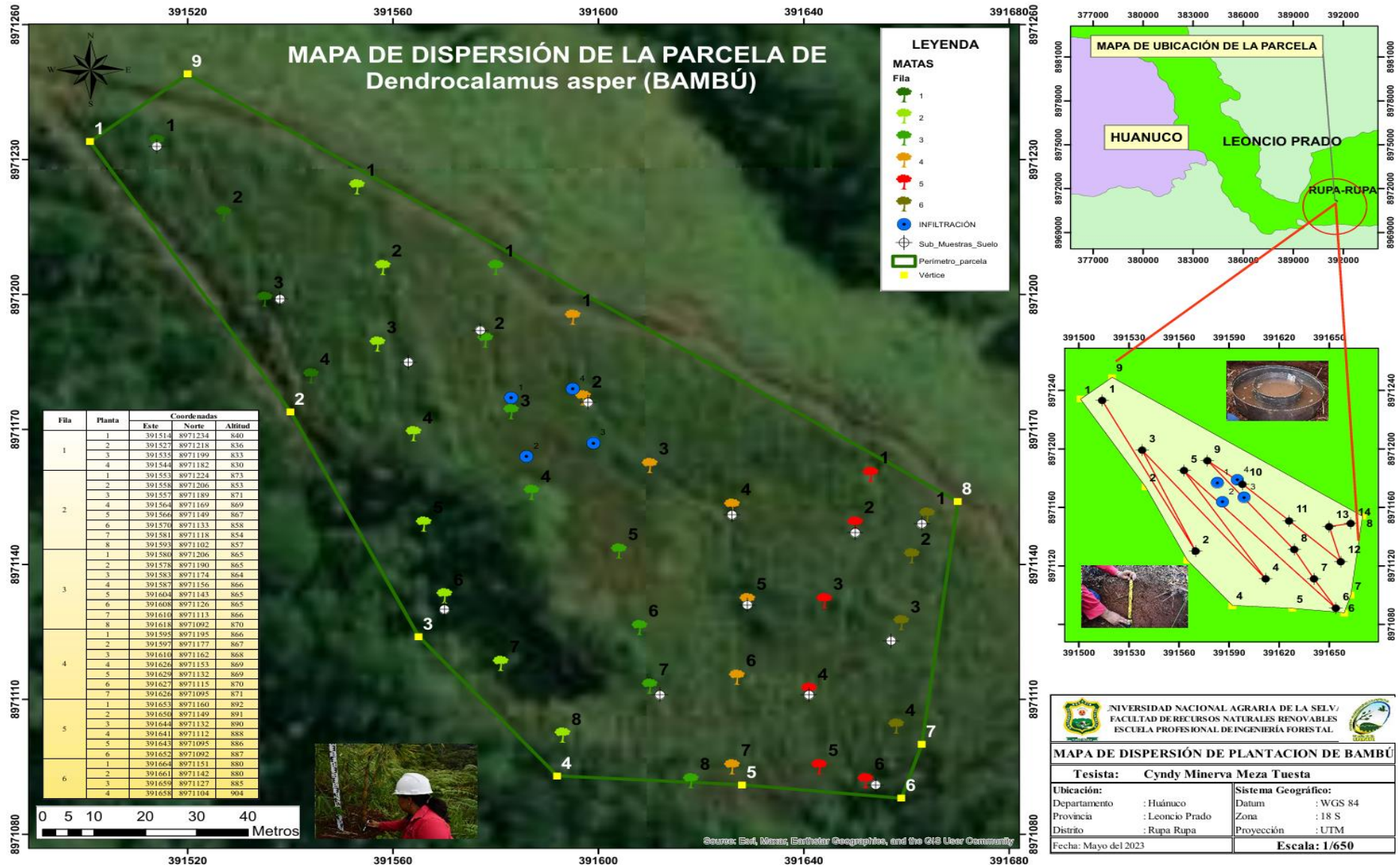
Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.  
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 19. Resultado del ensayo a las muestras de suelos del año 2024.



**Tabla 41.** Factores climáticos cercanos al lugar de ejecución de la tesis.

Año	Meses	Temperatura del aire (°C)			HR. (%)	Precipitación (mm).
		Máxima	Mínima	Media		
2023	Enero	29,26	20,62	24,94	85,55	373,50
2023	Febrero	30,15	20,75	25,45	84,33	344,10
2023	Marzo	29,84	21,07	25,46	84,85	297,10
2023	Abril	31,02	20,67	25,85	82,33	180,90
2023	Mayo	30,92	21,22	26,07	84,05	158,50
2023	Junio	30,48	20,30	25,39	82,04	214,40
2023	Julio	31,66	20,43	26,05	80,48	64,80
2023	Agosto	32,67	20,43	26,55	78,48	76,90
2023	Setiembre	32,77	20,93	26,85	77,55	138,90
2023	Octubre	32,38	21,54	26,96	81,94	180,60
2023	Noviembre	31,24	21,62	26,43	85,07	338,50
2023	Diciembre	30,57	21,95	26,26	86,15	488,40
2024	Enero	31,11	21,89	26,50	83,76	595,50
2024	Febrero	30,77	21,56	26,17	83,45	408,70
2024	Marzo	31,59	21,77	26,68	82,22	373,00
2024	Abril	31,91	22,11	27,01	81,85	216,80
2024	Mayo	31,75	22,06	26,91	80,83	169,30
2024	Junio	31,07	20,88	25,98	79,98	232,4
2024	Julio	30,81	20,21	25,51	79,24	105,7

Fuente: Estación Principal de Tingo María (CP)

## Panel de fotografías



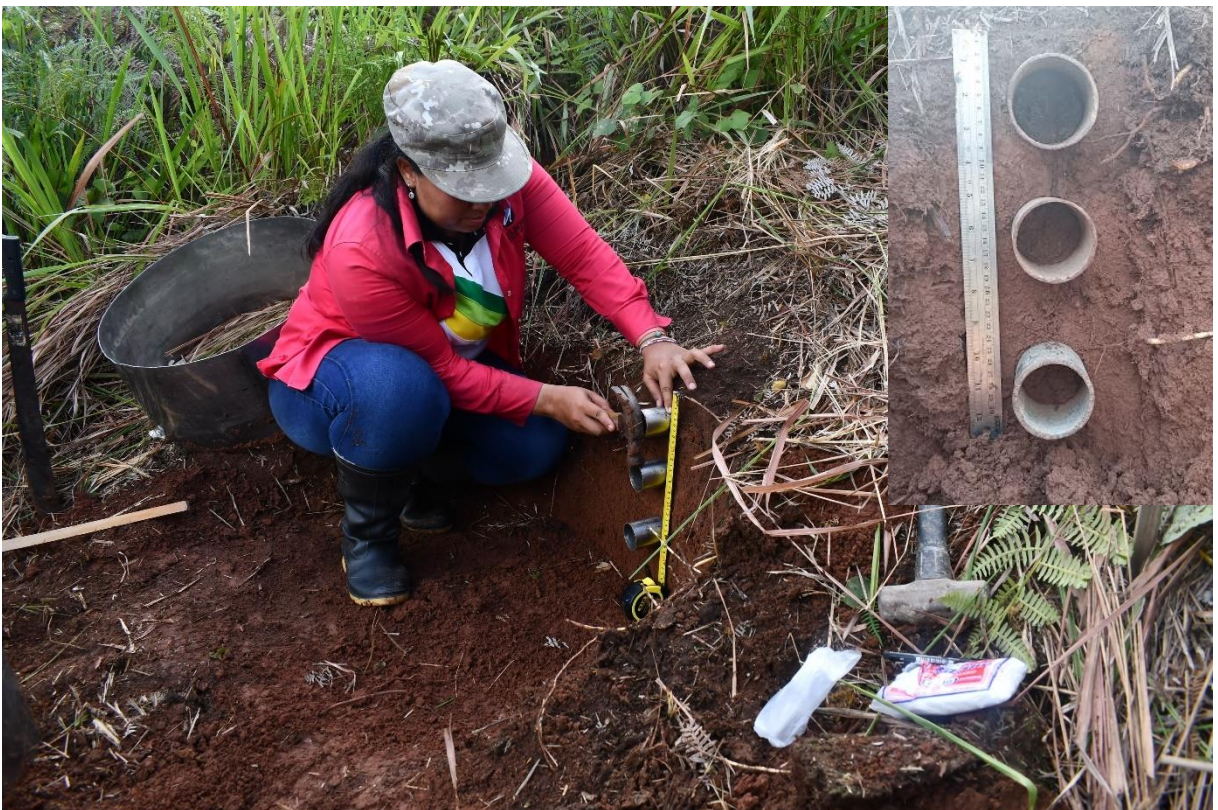
**Figura 21.** Materiales e instrumentos utilizados para la recolección de datos.



**Figura 22.** Nivelación del infiltrómetro de doble anillo.



**Figura 23.** Lectura de datos de la cantidad de agua desplazada por infiltración.



**Figura 24.** Muestreo de suelos en tres profundidades empleando cilindros metálicos.



**Figura 25.** Muestras de suelos para determinar la densidad aparente.



**Figura 26.** Visita a la plantación de *D. asper* por parte de los miembros del jurado calificador.



**Figura 27.** Medición del diámetro basal del culmo de *D. asper*.



**Figura 28.** Medición de la proyección de copa de una mata de *D. asper*.



**Figura 29.** Medición de la altura de mata y diámetro del culmo de *D. asper*.



**Figura 30.** Registro de los datos correspondientes a las matas de *D. asper*.



**Figura 31.** Extracción de submuestra de suelos con el tubo muestreador.



**Figura 32.** Medición del perímetro basal de la mata de *D. asper*.



**Figura 33.** Medición del diámetro basal de un brote nuevo de *D. asper*.



**Figura 34.** Codificación de un culmo nuevo de *D. asper*.



**Figura 35.** Culminación de la primera evaluación de las matas y muestreo de suelos en la parcela en estudio.