

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BAYFOLAN SUELO AZUL EN EL
PRENDIMIENTO Y EMISIÓN DE BROTES DE *Dendrocalamus asper* (Schult. &
Schult. f.) Backer ex K. Heyne EN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tesis

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES**

PRESENTADO POR:

LEYLA MERCEDES GUZMAN VASQUEZ

Tingo María – Perú

2023



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



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 112-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 7 de noviembre del 2023 a hora 7:00 p. m. a través de la Sala Virtual de Conferencias Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BAYFOLAN SUELO AZUL EN EL
PRENDIMIENTO Y EMISIÓN DE BROTES DE *Dendrocalamus asper* (Schult.
& Schult.) Backer ex K. Heyne EN SUELO DEGRADADO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA”**

Presentado por la Bachiller: **GUZMAN VASQUEZ LEYLA MERCEDES**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENA”**.

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

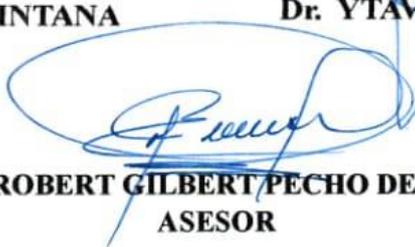
Tingo María, 19 de diciembre de 2023


Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
PRESIDENTE


Ing. M.Sc. WARREN RIOS GARCIA
MIEMBRO


Ing. M.Sc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
MIEMBRO


Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
ASESOR


Ing. Mg. ROBERT GILBERT PECHO DE LA CRUZ
ASESOR





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



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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 337 - 2023 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BAYFOLAN SUELO AZUL EN EL PRENDIMIENTO Y EMISIÓN DE BROTES DE <i>Dendrocalamus asper</i> (Schant. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne EN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	LEYLA MERCEDES GUZMAN VASQUEZ	15 % Quince

Tingo María, 28 de diciembre de 2023



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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES



EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BAYFOLAN SUELO AZUL EN EL PRENDIMIENTO Y EMISIÓN DE BROTES DE *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne EN SUELO DEGRADADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Autor	: Guzman Vasquez, Leyla Mercedes
Asesor(es)	: Vargas Clemente, Ytavclerh Pecho De La Cruz, Robert Gilbert
Programa de investigación	: Valoración de la biodiversidad y recursos naturales
Línea de investigación	: Manejo, conservación de la biodiversidad y recursos naturales.
Eje temático	: Propagación Forestal
Lugar de ejecución	: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María
Duración	: 6 meses
Financiamiento	: FEDU : No
Propio	: S/ 3 368,75

Tingo María – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios, por concederme llegar a este punto de mi vida, llena de mucho amor familiar y buena salud, la cual fueron fundamentales.

A mis queridos padres: Leyla Vásquez, Alfonzo Guzmán y Adela Guzmán, por su amor y dedicación, y porque a través de su esfuerzo me han permitido alcanzar esta meta.

A mis hijos: Luz y Dáriel fuente de inspiración principal para querer lograr mis metas.

A mis familiares: A mis tías, tíos, primos, primas; que sus consejos y su empuje fueron un estímulo para superarme y no quedarme más en el camino. En especial a mi hermana Ariana, decirte que nada es imposible en esta vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitir forjarme como profesional.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, a sus trabajadores y a los profesores que me brindaron sus conocimientos tanto dentro como fuera de las aulas durante mi formación profesional.
- A mis asesores, Dr. Ytavclerh Vargas Clemente y M. Sc. Robert Pecho De la Cruz, por su amistad, confianza, valiosa orientación y apoyo incondicional en la investigación, agradecida infinitamente.
- A Frits Palomino por su colaboración en la ejecución de este trabajo y consejos.
- A todos mis amigos y amigas que con sus palabras de apoyo lograron motivarme y seguir con más ánimos la culminación de este trabajo.
- A las personas que colaboraron de manera desinteresada con el estudio, muchas gracias.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades del bambú.....	3
2.1.2. <i>Dendrocalamus asper</i>	5
2.1.3. Bayfolan suelo azul.....	13
2.1.4. Suelos degradados.....	13
2.2. Estado del arte.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.1.1. Ubicación política.....	16
3.1.2. Características climáticas.....	16
3.1.3. Coordenadas UTM y altitud	16
3.2. Material y métodos	16
3.2.1. Materiales y equipos	16
3.2.2. Metodología.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Determinación del porcentaje de prendimiento de <i>D. asper</i>	22
4.2. Determinación del tiempo de emisión de brotes de <i>D. asper</i>	24
V. CONCLUSIONES	27
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	28
VII. REFERENCIAS.....	29
Anexo.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Esquema del análisis de la varianza.	20
2. Prendimiento (datos transformados) de <i>D. asper</i> en terreno definitivo.	22
3. Efecto de la fertilización en el porcentaje de prendimiento (datos transformados) de <i>D. asper</i> en terreno definitivo.....	23
4. Brotes emitidos (datos transformados) de <i>D. asper</i> en terreno definitivo.....	24
5. Efecto de la fertilización sobre la emisión de brotes (datos transformados) de <i>D. asper</i> en terreno definitivo.....	25
6. Matriz de datos durante el periodo de investigación.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Esquema de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental.	18
2.	Porcentaje de prendimiento de <i>D. asper</i> en terreno definitivo bajo dosis de fertilización.....	22
3.	Emisión de brotes de <i>D. asper</i> en terreno definitivo bajo dosis de fertilización.....	24
4.	Repique de plántones de <i>Dendrocalamus asper</i>	37
5.	Plánton repicado de <i>Dendrocalamus asper</i>	37
6.	Plántones de <i>Dendrocalamus asper</i> en la cama de cría	38
7.	Demarcación en la parcela experimental.....	38
8.	Plantación de <i>Dendrocalamus asper</i>	39
9.	Muestreo de suelos.	39
10.	Codificación de las unidades experimentales.....	40
11.	Planta con hojas nuevas.....	40
12.	Visita por parte de los asesores de la tesis.....	41
13.	Asesor de tesis y tesista en la parcela experimental.....	41
14.	Resultados del análisis de suelos.....	42
15.	Mapa de ubicación de la plantación.	43

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización con Bayfolan Suelo Azul en el porcentaje de prendimiento y emisión de brotes de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne en suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El trabajo se ejecutó en un área degradada del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) empleando como material vegetativo los plantones de un año de edad procedentes del Jardín Clonal del Vivero de la Facultad de Recursos Naturales, a ellos se les aplicó los tratamientos: T₀ (Testigo), T₁ (50 g de Bayfolan Suelo Azul) y T₂ (100 g de Bayfolan Suelo Azul) distribuidos en tres bloques. La evaluación del porcentaje de prendimiento y emisión de brotes se observó de manera mensual y los análisis fueron sometidos a un ANVA para un DBCA. No se encontró efectos en los bloques ni los tratamientos utilizados sobre las variables evaluadas, debido a que el prendimiento fue en la mayoría de los casos el 100% y no se observó emisión de brotes hasta los seis meses que perduró el estudio. Se concluye que plantar la especie en estudio bajo suelos degradados no requiere de fertilización alguna.

Palabras clave: *Dendrocalamus asper*, fertilización, plantación, suelo degradado, prendimiento.

ABSTRACT

The study was carried out with the objective of evaluating the effect of the fertilization with Bayfolan Blue Soil on the taking and emission of outbreaks of *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne in degraded soil of the National Agrarian University from the jungle. The work was carried out in a degraded area of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) using the one-year-old seedlings from the Nursery Clonal Garden of the Faculty of Natural Resources as vegetative material. applied the treatments: T₀ (Control), T₁ (50 g of Bayfolan Blue Soil) and T₂ (100 g of Bayfolan Blue Soil) distributed in three blocks. The evaluation of the yield and emission of the number of shoots was observed on a monthly basis and the analyzes were submitted to an ANVA for a DBCA. There were no effects of the blocks or the treatments used on the variables evaluated, since the arrest was in most cases 100% and no emission of outbreaks was observed until the six months that the study lasted. It is concluded that planting the study species under degraded soils does not require any fertilization.

Key words: *Dendrocalamus asper*, fertilization, plantation, degraded soil, grasp.

I. INTRODUCCIÓN

Las diversas actividades que realizan las personas con fines de sobrevivencia, están ejerciendo presión desmedida sobre los recursos naturales, y no es caso ajeno a estas prácticas los bosques tropicales y los suelos, que a menudo están siendo degradados en muchos casos de manera irreversible. De modo tal, que la desertificación en el Perú es un problema creciente y crítico ya que produce incapacidad debido a la pérdida productiva del suelo en zonas de producción agrícola fundamentalmente a causa de los procesos de erosión por el manejo productivo inadecuado (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011).

En ese contexto el recurso suelo debe conservarse para garantizar la supervivencia de la humanidad, enfocado a un manejo con el fin de mantener o incrementar su fertilidad de forma duradera. El fenómeno de la degradación del suelo afecta considerables superficies de tierras a nivel mundial, lo que induce a realizar diversos esfuerzos para recuperar su productividad y fertilidad con el empleo de tecnologías que faciliten la asimilación de algunos nutrientes, el cual, conlleva a resultados en tiempos prolongados y a elevados costos.

Una de las especies vegetales potenciales para ser utilizados en la recuperación de áreas degradadas es el bambú, debido a los múltiples beneficios que nos brinda como: conservación de cuencas hidrográficas, protección de las riberas de ríos y quebradas, permitiendo la acción reguladora de la cantidad y calidad del agua, además de ser un gran productor de oxígeno y con alta capacidad de retener de dióxido de carbono. También presenta un sólido sistema de raíces, de crecimiento rápido y gran capacidad para desarrollarse indistintamente en suelos de baja y/o alta fertilidad. El Bambú contribuye a la disminución de la erosión de los suelos y a su protección y conservación, al tener más de 20,0 kg de raíces que detienen la capa vegetal, propicia la regulación hídrica almacenando hasta 30 000 l/ha de agua y eleva el contenido de materia orgánica al aportar unas 30 t.ha⁻¹ de biomasa (Botero, 2004).

En el BRUNAS existen suelos altamente degradados, en áreas colindantes con propietarios de otros terrenos, esto debido a que todos los años realizan quemas en sus chacras las cuales al no ser controladas llegan a afectar áreas del BRUNAS, perjudicando seriamente los bosques y generando áreas degradadas, donde solamente crecen especies como la macorilla *Pteridium aquilinum* y el rabo de zorro *Schizachyrium microstachyum*, motivo por el cual se formuló la interrogante ¿Cuál será el efecto de la fertilización con Bayfolan Suelo Azul en el prendimiento y emisión de brotes de *Dendrocalamus asper* (Schult & Schult. f.) Backer ex K. Heyne en suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?

Los resultados registrados servirán para replantear los enfoques de recuperación de suelos degradados con gramíneas leñosas (bambú), debido a su rápido crecimiento, sistema radicular en forma de mallas, los cuales evitan la erosión de los suelos; además, también los bambúes producirán culmos que pueden ser utilizados en diversas maneras. Esta información sirve de base para seguir ejecutando investigaciones sobre recuperación de áreas degradadas con el bambú, ya que es una gramínea multipropósito que aporta muchos beneficios a las personas. En este contexto se planteó como objetivos:

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización con Bayfolan Suelo Azul en el prendimiento y emisión de brotes de *D. asper* en suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de prendimiento de *D. asper* en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Determinar el tiempo de emisión de brotes de *D. asper* en un suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del bambú

El bambú puede pertenecer a individuos leñosos o herbáceos, posee rizomas simpodiales o monopodiales, poseen tallos de diversos colores, formas y tamaños, mayormente huecos; pero muy sólida en los nudos. El bambú es considerado también como una madera fibrosa, la cual tiene cualidades superiores al hierro por ser resistentes, pero mucho más económico y flexible, por lo que se le considera el acero vegetal. Poseen diversos usos, sirviendo de transporte de agua, además, esta planta tiene capacidad para almacenar hasta un valor de 30 000 litros de agua por hectárea y año, lo que permite mantener grandes extensiones de tierra con niveles ideales de humedad durante sequías prolongadas, también sirve como material de construcción, para elaborar muebles, controlar la erosión en las orillas de los ríos, etc. (McClure, 1966).

Los bambúes leñosos tienen rápido crecimiento a diferencia de los árboles maderables, desarrollando brotes de 18 a 22 cm de diámetro, con alturas superiores a los 25 m en pocos meses y alcanzando la madurez a los 4 o 5 años. Los brotes contienen cerca de 88,8% de agua, 3,9% de proteínas y 17 aminoácidos (Satya et al., 2010).

2.1.1.1. Importancia económica

El valor de esta planta económicamente se da como suministro de materias primas para la industria de pisos, muebles, suelos, artículos para el hogar, artesanías, invernaderos, construcción de viviendas, muebles, puentes rurales, la conductividad del agua, adornos, alimentos, y puentes rurales (Fernández, 2004, como se citó en Valdez, 2013).

2.1.1.2. Importancia social

Se considera que el bambú es una especie que satisface las más inaplazables necesidades de la población rural, lo cual ayuda en las explotaciones que se realizan de manera sostenible, lo cual contribuyen a mejorar la calidad de vida, de esta manera ayuda a reducir la pobreza en el país y en las regiones donde se establecerá el cultivo. El impacto social que más notoriedad presenta es la facilidad de la obtención de cañas de bambú, lo cual la hace más accesible y reduce el costo de las cañas (Fernández, 2004, como se citó en Valdez, 2013).

2.1.1.3. Importancia ecológica

El bambú presenta un gran impacto ecológico ya que es considerada como fuente que ayuda a la conservación en los ecosistemas naturales, debido a su

fácil propagación, rápido crecimiento, producción de oxígeno el cual logra alcanzar hasta cuatro veces más que otras plantas, captura de bióxido de carbono (Fernández, 2004, como se citó en Valdez, 2013).

Como alternativa a muchos productos de madera, el bambú se considera en este contexto un recurso respetuoso con el medio ambiente porque ayuda a reducir el daño a los bosques (León y Fausto, 1990), además se le considera como la especie vegetal que posee la mayor cantidad de secuestro de carbono (Kleiner, 2007).

Se expande rápidamente porque, cuando se corta de forma rutinaria, esta especie vuelve a crecer y captura más carbono. Una hectárea de bambú puede almacenar entre 100 y 400 toneladas de carbono. Cuando se utiliza en lugar de sustancias como el cemento, el plástico o los combustibles fósiles, su capacidad para absorber carbono aumenta entre 200 y 400 toneladas del gas por hectárea (Friederich, 2018).

Debido a su papel en la preservación de cuencas hidrográficas, arroyos y riberas, el bambú también debe mencionarse al hablar de la protección del suelo porque sus efectos en la producción agrícola pueden eliminar por completo algunos signos de degradación del suelo (Ganse et al., 2013).

A pesar que se necesita realizar más estudios específicos, Mishra et al. (2014) resaltan que los bambúes colonizan rápido las tierras perturbadas debido a su capacidad de adaptación y conservación de nutrientes. El bambú protege los suelos, las pendientes empinadas, previene la erosión de suelos, las vías fluviales, secuestra carbono y aporta muchos otros beneficios para el ecosistema. Los resultados que produce el crecimiento de bambú en el suelo se puede notar de diferente manera de acuerdo a la especie y se espera que se produzca un gran aumento en la biomasa microbiana, particularmente, en la zona de la rizósfera, ya que no proporcionan solo un área de superficie de raíz más grande, sino que mejora la fertilidad del suelo. La biomasa microbiana mejora la fertilidad del suelo en varios ecosistemas terrestres y se comprobó que desempeña un papel crucial en la dinámica del nitrógeno y el fósforo. Por lo tanto, los datos relacionados con la biomasa microbiana influenciada por el crecimiento del bambú deben usarse como un índice potencial para la recuperación de nutrientes del suelo durante la restauración de los ecosistemas degradados.

El bambú es una planta perenne con hojas verdes, un gran número de cañas y un dosel denso, todo lo cual contribuye a su excelente capacidad para retener la humedad y la lluvia (Rebelo y Buckingham, 2015). Según Zheng y Hong (1998), el dosel del bambú *Phyllostachys heterocycla pubescens* interceptó las precipitaciones en una proporción 1,3 veces superior a la de los bosques de *Cunninghamia pubescens* y *Cunninghamia lanceolata*.

bosques de lanceolata. Mediante el establecimiento de bosques de bambú se han restaurado tierras degradadas en numerosos lugares. En muchos lugares, la regeneración de las capas freáticas se ha visto facilitada por la reparación de tierras degradadas mediante la creación de bosques de bambú. En muchos lugares ha aumentado la cantidad de arroyos, ríos y otras masas de agua como resultado de la restauración de tierras degradadas mediante la plantación de bosques de bambú una masa de agua (Rebelo y Buckingham, 2015).

Los bosques de bambú tienen un importante potencial de secuestro de carbono debido a su rapidísimo ritmo de crecimiento y a su elevada capacidad de regeneración anual tras la tala (Lou et al., 2010). Debido a su rápido desarrollo, se cree que los bosques de bambú *P. heterocyclus pubescens* secuestran carbono a tasas 1,4 veces superiores a las del abeto chino y 1,3 veces superiores a las de un bosque húmedo tropical montano (Zhou y Jiang, 2004; Zhao et al., 2009). La rápida acumulación de carbono sugiere que los bosques de bambú se encuentran entre los mejores tipos de plantas forestales para secuestrar carbono (Zhou et al., 2005).

2.1.2. *Dendrocalamus asper*

2.1.2.1. Descripción general

Dendrocalamus asper, considerada una especie que posee ciertas cualidades y propiedades únicas para su utilización, por ejemplo, fácil propagación, increíble regeneración, rápido desarrollo, rápida maduración y rotación breve (Wenyue, 1987).

Los tallos de bambú, además de ser rectos, ligeros, sólidos, duros, con un alto contenido de fibra y fáciles de trabajar, son excelentes para diferentes aplicaciones especializadas. Debido a su versatilidad y a la variedad de ambientes existentes en el Perú, los bambúes se distribuyen en todo el territorio nacional, los bambúes se distribuyen en todo el territorio nacional, con varias especies a ser reconocidas, particularmente en los bosques húmedos de montaña de los Andes tropicales (Londoño, 2001).

2.1.2.2. Taxonomía

Según Cronquist (1981), refiere la siguiente clasificación:

- División : MAGNOLIOPSIDA
- Clase : LILIOPSIDA
- Sub clase : COMMELINIDAE
- Orden : CYPERALES
- Familia : POACEAE
- Género : *Dendrocalamus*

- Especie : asper
- Nombre Científico : *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne

2.1.2.3. Descripción de la planta de bambú

Las estructuras del bambú pueden dividirse en dos categorías: subterráneas y aéreas. El rizoma forma la parte subterránea de la planta, mientras que la caña - la parte leñosa y más útil del bambú-, así como las yemas, ramas, hojas caulinares, follaje, flores y frutos, constituyen la parte superficial. (Londoño, 2002 y Reátegui, 2009).

La descripción de cada una de las partes del bambú se presenta a continuación:

Rizoma. Es crucial para el crecimiento del bambú porque constituye la mayor parte de la planta. Además de servir de anclaje de la planta en el suelo, también realiza tareas vitales como la reproducción vegetativa y la absorción, almacenamiento y transporte de nutrientes (Londoño, 2002).

Los rizomas se componen de unidades que se repiten, como otros elementos vegetativos de la planta del bambú, e incluyen un entrenudo, un nudo, una hoja, normalmente una yema, y una o varias raíces (Reátegui, 2009).

Al ramificarse a partir de los rizomas, los culmos crecen anualmente de forma asexual. De estas ramificaciones se derivan los dos principales grupos de bambúes, que adoptan formas distintas: el grupo paquimorfo, en el que los culmos se forman y desarrollan juntos en grupos, y el grupo leptomorfo, en el que los culmos nacen separados unos de otros (Pereira y Beraldo, 2007).

Una ramificación combinada de los dos grupos anteriormente mencionados es la característica principal de una tercera forma de rizoma conocida como anfimorfa o anfipodia (Nieto, 2008).

Caña o vara. Es la sección aérea segmentada del rizoma, expresión que se utiliza principalmente para describir los bambúes leñosos. Es la sección más utilizada y leñosa del bambú. Su estructura se distingue por nudos y entrenudos, constituyendo el nudo la región de mayor resistencia mecánica (Londoño, 2002).

Brotos. La mayoría de las hojas caulinares que los recubren pueden consumirse como alimento, pero las especies *Phyllostachys pubescens* y *D. asper* son las más idóneas por sus propiedades culinarias. 100 g de germinados suelen incluir 0,5-7 g de fibra, 81-96 mg de calcio, 0,5-2,0 mg de hierro, 3,2 - 5,7 mg de vitamina C, 0,07 - 0,14 mg de

vitamina B, 1,3 - 2,3 g de proteínas, 4,2 - 6,1 g de carbohidratos, 42 - 59 mg de fósforo y 1,8 - 4,1 g de glucosa. En los germinados pueden encontrarse hasta 17 aminoácidos, entre ellos ácido glutámico, ácido esperámico y sacaropina (Qiu, 1992, como se citó en Akinlabi et al., 2017). Algunas especies también contienen cantidades importantes vitamina A y de potasio.

Yema. Las yemas suelen empezar a funcionar una vez que el culmo ha terminado su expansión apical, y se sitúan por encima de la línea nodal en posición dísticas. Pueden dividirse en yemas reproductivas y vegetativas (Londoño, 2002). Desde el punto de vista taxonómico, las yemas desempeñan un papel importante en la identificación de especies, secciones y géneros (Castaño y Moreno, 2004).

Hoja caulinar. La hoja grande de un culmo, la lámina disminuida, la lígula interna (un apéndice membranoso que conecta la hoja a la lámina y, si están presentes, las aurículas) y una "faja" de tejido que conecta la base de la hoja a la línea nodal conforman esta estructura. La base de la hoja puede envolver hasta dos veces el nudo, y los márgenes de la hoja pueden solaparse más o menos (Reátegui, 2009). La zona meristemática de los entrenudos y las ramas de los tallos está sostenida, protegida y reforzada por la hoja caulinar a medida que crece (Hidalgo, 2003). Además, demuestra cómo el tamaño, la consistencia y la vestimenta cambiaron gradualmente a lo largo del culmo (Nieto, 2008). Las hojas del centro del culmo son las más desarrolladas y las representativas (Reátegui, 2009).

Follaje. Constituye el principal suministro de la planta para la elaboración de alimentos. En la investigación taxonómica, sobre todo a nivel anatómico, es crucial. La mayoría de las gramíneas tienen una vaina, una lámina y apéndices como aurículas y fimbrias en sus hojas. (Londoño, 2002).

Inflorescencia. Se refiere en términos generales a la disposición de las flores en una planta. La inflorescencia en el bambú es un eje o un conjunto de ejes (ramas relacionadas), conocidos colectivamente como raquis mayor, se originan en la inflorescencia de los bambúes. Tanto el raquis mayor como los otros ejes llegan a una espiguilla en sus extremos. En la inflorescencia del bambú, la espiguilla se considera el componente estructural fundamental. (Londoño, 2002).

Fruto. Según Londoño (2002), la diversidad de formas en los frutos de bambúes es muy amplia. Reátegui (2009) añade que, los frutos pueden ser del tipo baya o cariósida, que es el más frecuente, y varían mucho en tamaño, forma y otras características. Muchos de ellos se parecen al trigo o a otros granos de cereal. Esta última característica no la cumplen los bambúes que tienen frutos carnosos porque en las bambusoideae el fruto es indehisciente y el embrión es más pequeño que el endospermo

(Londoño, 2002).

2.1.2.4. Aspectos silviculturales

Clima y suelo. La mayoría de los bambúes leñosos importantes para la fabricación y la construcción prosperan en climas cálidos a templados, con precipitaciones anuales de entre 1 270 y 4 050 mm, una humedad relativa de entre el 80 y el 90% y altitudes comprendidas entre el nivel del mar y los 2 800 metros sobre el nivel del mar.

La mayoría de las especies de bambú se encuentran en lechos de ríos húmedos y suelos arenosos, aunque también pueden prosperar en suelos franco-arenosos y/o franco-arcillosos con buen drenaje. Cada especie tiene un entorno específico, por lo que con frecuencia son indicios de diversos tipos de bosque (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2008).

2.1.2.5. Reproducción y propagación

Los bambúes tienen diversos métodos de reproducción sexual y asexual, como las semillas, los esquejes, los rizomas enterrados, el acodo en algunas circunstancias y el corte extensivo de los tallos en algunos casos (Mercedes, 2006).

Reproducción por semillas. Las plantas de bambú pueden producir frutos parecidos a los del arroz que pueden utilizarse como semillas para su posterior crecimiento. Aunque raros y erráticos, los bambúes rara vez producen semillas, por lo que este método no se emplea con frecuencia.

Propagación por ramas apicales (yemas). Consiste en desprender las ramas apicales del tallo, limpiarlas sin dañar las yemas, realizar la desinfección necesaria y plantar el resultado en una cubierta (Duque et al., 2012).

Por rizomas. Considerado el mejor método de propagación. Los rizomas recolectados se entierran completamente en los lugares designados. Se desaconseja este método debido al daño causado a la planta "madre" y al tiempo necesario para extraer el rizoma.

Por ramas laterales. Utilice una sierra para metales para separar las ramas laterales y, a continuación, recorte la rama con yemas activas hasta una longitud de 40 a 50 cm. Elimine las ramas con hojas y las ramas pequeñas. Para evitar que el material se deshidrate, limpie los brotes y colóquelos en un tarro con agua. A continuación, comience a plantar en bancales con una inclinación de 45° y un espacio de 15 cm entre plantas y de 20 cm entre hileras. Para obtener un buen rendimiento, hay que regar continuamente (Suco, 2008).

Por segmentos de tallos. Por segmento de tallo se cortan a 30 cm de longitud las porciones de un tallo de un metro de longitud, de tres a cuatro años de edad y que tengan dos o más nudos con yemas o ramas; al plantar, debe cubrirse al menos un nudo.

En zonas con poca humedad se aconseja hacer agujeros en la formación, llenarlos de agua y cubrirlos con tierra. Se produce entre un 50% y un 60% de poda (Giraldo y Sabogal, 2007).

Con este tipo de propagación, Sánchez (2017) a los 78 días posteriores a la siembra del *D. asper* se obtuvo una media de 72,99% de sobrevivencia.

La técnica por estacas aprovecha las ramas laterales, también conocidas como segmentos de rama o yemas con segmentos de rama, de las plantas adultas. Este método es útil, práctico y eficaz. También es sencillo de utilizar. Esta técnica funciona mejor para crear cosechas masivas en toda Asia. *D. asper*, una especie que se distingue por sus raíces aéreas en la base de las ramas laterales, se planta con frecuencia utilizando esta técnica. La capacidad de enraizamiento de las ramas más gruesas es mayor que la de las más delgadas. El tamaño de las cañas y el grosor de las paredes influyen en la eficacia del enraizamiento en cada especie (Takahashi, 2006).

Cultivo en vitro de bambú. Se pueden crear millones de copias de la planta original utilizando la tecnología de micropropagación (también conocida como propagación vegetativa in vitro). En el bambú, los nudos menores producen yemas axilares que pueden convertirse en plántulas completas, pero normalmente están latentes durante la mayor parte del año y sólo brotan durante la estación de lluvias (Mercedes, 2006).

Cultivo de chusquines. Las yemas adventicias de los rizomas dan lugar a los chusquines, que se sitúan cerca de la base de las plantaciones. Una vez podadas las cañas o como consecuencia de la acronecrosis, aparecen los chusquines. Por su gran rendimiento y desarrollo, se aconseja esta técnica de propagación; cada brote puede producir de 2 a 12 plántulas en cuatro meses. No obstante, presenta inconvenientes, entre ellos la escasez de material vegetal (Gallardo et al., 2008).

2.1.2.6. Trasplante y siembra

Las plantaciones forestales de bambú siempre cumplen funciones de protección basadas en servicios medioambientales y en la producción de materias primas, como tallos, brotes, etc., que representan beneficios directos e indirectos para la comunidad en general. Esto se ajusta a los criterios de sostenibilidad y sostenibilidad socioeconómica. A la hora de llevar a cabo las plantaciones, se tendrán en cuenta los siguientes factores (Ministerio de Agricultura, 2008).

Si se utilizan trozos de tallo, la plantación debe hacerse al principio de la temporada de lluvias. No es necesario escardar porque las plantas se desarrollan mejor a la sombra. Debe añadirse compost entre 0,5 y 1,0 kg porque la materia orgánica favorece el desarrollo de las raíces y un mejor comportamiento de las plantas. El bambú, cuando

se combina con otras especies, favorece la formación de humus, mejora los manantiales, potencia la filtración de aguas subterráneas y pone más énfasis en la preservación de la cuenca al aumentar el volumen de agua de la misma (Londoño, 2001).

Aguirre (2022), estableció cinco especies de bambúes: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri*, *Guadua sarcocarpa*, *Dendrocalamus asper* y *Bambusa vulgaris* en las parcelas de investigación de la Universidad Nacional de Ucayali a distancias de 5 m x 5 m. Asimismo, Suárez (2011) estableció a *D. asper* a un distanciamiento de 10 x 10 m, mientras que, Pérez (2014) estableció a 5 x 4 m. A esto se le suma lo resaltado por Montero (2020) citado por Fernández (2022), quién indica que, la especie no logra extenderse más allá de los 10 m respecto al punto donde se plantó inicialmente, razón por esto es que no es considerada como una especie invasiva.

Muchos productores optan por establecer a los bambúes con fines de conservación de suelos, esto lo demostró Zometa et al. (2021), que realizaron un estudio en la república de El Salvador, específicamente en el departamento de San Vicente que posee 13 municipios: Apastepeque, Guadalupe, Sal Ildefonso, San Cayetano Istepeque, San Esteban Catarina, San Lorenzo, San Sebastián, San Vicente, Santa Clara, Santo Domingo, Tecoluca, Tepetitán y Verapaz, existiendo el 18,8% de los agricultores que empleaban a estas poáceas con la finalidad de conservar los suelos.

2.1.2.7. Condiciones favorables para el desarrollo del bambú

Hábitat. Algunas especies prefieren los ambientes húmedos de las selvas tropicales de tierras bajas y los bosques nubosos (Instituto técnico de capacitación y productividad [INTECAP], 1990).

Altitud. Desde 650 hasta más de 3.300 metros sobre el nivel del mar, el bambú crece allí. Según la especie, por ejemplo, *Guadua angustifolia*, *Gigantochloa verticillata*, *D. asper* y *Bambusa textiles* entre 650 y 1900 msnm. *Gigantochloa apus* entre 650 y 1900 msnm y *Phyllostachys aurea* hasta 3300 msnm.

Los botánicos dividen los bambúes en dos categorías en función de su altitud preferida: los que tienen rizomas paquimórficos y los que tienen rizomas leptomórficos.

La autora Schröder (2010), señala que *D. asper* prolifera mejor entre los 400 a 500 msnm, mientras que, en Tingo María, Mas (2010), sembró la especie en estudio en una altitud de 710 msnm y en Satipo Trillo (2014) ha producido plantones a una altitud de 628 msnm. En Santo Domingo - Ecuador, Suárez (2011) estableció a *Dendrocalamus* a 498 msnm.

Precipitación. Las precipitaciones son un aspecto crucial durante la fase de crecimiento de la planta y sus brotes, ya que la planta necesita una media anual de 1 200 a 4 050 mm de lluvia para crecer bien. Esta cantidad de lluvia también debe ser constante. Al aumentar la cantidad de agua en la cuenca, se presta atención a la protección de la cuenca (INTECAP, 1990).

Una de las plantas con mayores tasas de crecimiento tiene unas necesidades de agua sustancialmente mayores en las primeras fases de desarrollo. En un periodo de crecimiento de seis años (2009-2015), las necesidades de precipitaciones oscilan entre 1.000 mm y 4.050 mm (Mercedes, 2006). Desde la germinación hasta la cosecha, el ciclo completo de crecimiento de la planta puede durar entre 5 y 7 años (Acevedo, 2014).

En Tingo María llueve en promedio de 3300 mm anuales, en dicho lugar, Mas (2010) sembró culmos del bambú en el mes de diciembre del 2009 donde la temporada de lluvias es muy notorio y reportó su comportamiento hasta el mes de agosto de 2010 donde es uno de los meses más secos del año.

En la provincia de Napo - Ecuador Sánchez (2017), produjo plantones de la especie en estudio donde la precipitación anual acumulada fue de 4,920 mm y la humedad relativa alcanzaba los 70%. Suárez (2011), en el mismo país ecuatoriano (Santo Domingo) estableció a dicha especie de bambú donde la precipitación es de 2,000 mm al año. Para Schröder (2010) dicho bambú se desarrolla mejor en lugares donde llueve anualmente cerca de 2400 mm; además Trillo (2014), produjo plantones en la selva central del Perú donde la precipitación fue de 1,575.4 mm al año.

Temperatura. Aunque no tiene un impacto significativo, el tipo de bambú afecta a su adaptación a la temperatura. Sin embargo, cuando el bambú está brotando, una temperatura elevada (9 °C y 36 °C) favorece el crecimiento de los brotes (INTECAP, 1990).

En Ecuador Sánchez (2017), reporta la propagación en un medio con temperatura máxima de 29,86 °C y la temperatura mínima de 18,51 °C; en el mismo país ecuatoriano, Suárez (2011) estableció donde el medio presentaba una media de 24,0 °C y la humedad relativa de 85% con resultados superiores durante el primer año en comparación a otras 35 especies de bambúes.

Trillo (2014), propagó en fase de vivero donde las condiciones del medio fueron una temperatura máxima de 33,2 °C, temperatura mínima de 18,6 °C, una temperatura media de 33,2 °C y la humedad relativa de 84,7%.

Suelos. Los mejores suelos son los arenosos, capaces de retener la humedad y con buena humedad y drenaje. Los suelos fangosos (muy húmedos) son

indeseables (INTECAP, 1990 y Li, 2006).

La especie *D. asper* crece favorablemente en suelos pesados con buen drenaje, aunque también se observa que crecen en diferentes tipos de suelo, incluso en suelos arenosos y con alta acidez (Schröder, 2010).

Mas (2010), sembró *dendrocalamus* en un suelo franco arcilloso (39% de arena, 31% de limo y 30% de arcilla), siendo fuertemente ácido (pH = 4,54), bajo en materia orgánica (2,0%), bajo en nitrógeno (0,09%), contenido medio de fósforo (11,4 ppm), bajo contenido de potasio (147,2 kg/ha), calcio en 2,83 Cmol (+)/kg y saturación de aluminio del 47,09%, obtenido resultados favorables hasta los siete meses de observación que perduró su investigación.

Sánchez (2017), propagó *dendrocalamus* en un sustrato ligeramente ácido (6,15 de pH) y alto en materia orgánica (7,26%), en caso de Trillo (2014), utilizó un sustrato constituido por 25% de arena y 75% de suelo agrícola, obteniendo características como ligeramente ácido (6,11 de pH), bajo en materia orgánica (1,26% de M.O.), alto en fósforo (19.40 ppm), bajo en potasio (43,28 ppm) y ausencia de aluminio.

Araujo (2015), realizó un experimento en un suelo con textura franco arcillo limoso, fuertemente ácido (pH = 5,28), bajo en materia orgánica (0,73%), bajo en nitrógeno (0,03%), alto en fósforo (20,55 ppm) y alto en potasio (659,88 kg/ha), no registrando valores favorables en el prendimiento.

En Ecuador Suárez (2011), estableció la especie en estudio en un suelo medianamente ácido (pH = 5,54), alto en materia orgánica (5,21%), bajo en fósforo (7,01 ppm) y bajo en potasio, reportando crecimiento favorable con fertilización inicial a base de fósforo. La conversión de P debe multiplicarse por 2,29 para obtener P_2O_5 ; el K por 1,20 para obtener K_2O ; el Ca por 1,40 para obtener CaO y el Mg por 1.65 para obtener MgO.

Topografía. Para un cultivo y crecimiento óptimos del bambú, es adecuada una inclinación de 15° (INTECAP, 1990).

Fertilización. Durante la fase de crecimiento y desarrollo, el bambú, al igual que otros cultivos, extrae diversos nutrientes (macro y microelementos) del suelo. Si el suelo se agota como consecuencia de esta extracción de nutrientes, se producirán bajos rendimientos y un crecimiento deficiente.

Desde la instalación de la plantación, se añade materia orgánica al suelo antes de aplicar el abono. Si no se dispone de compost, puede utilizarse materia orgánica (como hojas o malas hierbas secas) que se encuentre en el mismo campo. Esto se hace en el momento de abrir el hoyo, donde se mezclan 250-300 gramos con la capa superior de

tierra. Una vez plantado el plantón, se excava una zanja a su alrededor de 20 centímetros de profundidad, se rellena con tierra, se añaden 250-300 gramos de materia orgánica y se repite la operación. Se aconseja aplicar 500 gramos en los suelos más pobres. Aplique agua fresca a la zona después de abonar (Fundación AVSI, 2017).

2.1.3. Bayfolan suelo azul

Es un fertilizante compuesto granulado, con una fórmula soluble directamente asimilable por las plantas. Posee una formulación equilibrada muy completa, ya que contiene macro y micronutrientes esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, respondiendo a las necesidades de los cultivos más exigentes. Está compuesto por 12% Nitrógeno total (3% Nítrico, 9% Amoniacal), 12% Fósforo asimilable, 17% Potasio soluble, 2% Magnesio, 22% Azufre, 0,02% Boro soluble en agua, 0,02% Cobre, 0,06% Manganeso, 0,10% Zinc total, 0,07% Fierro total.

2.1.4. Suelos degradados

Según Cartes (2013), la degradación del suelo se define como lo siguiente: una disminución de la capacidad del suelo para mantener y recuperar su productividad sostenida, así mismo es la capacidad para volver rápidamente a retomar los niveles de producción y la tendencia al aumento de la productividad después de un período de condiciones adversas provocadas por la sequía, las inundaciones, el abandonamiento, la mala gestión humana u otros factores. La degradación no sólo depende de la actividad humana sino también del tipo de suelo y del clima.

La degradación del suelo puede definirse como la pérdida de equilibrio de las cualidades físicas y químicas del suelo, lo que limita su producción eficaz. Las variables climáticas, los factores climáticos insuficientes y las actividades insuficientes pueden contribuir a la pérdida de nutrientes en el suelo, lo que reduce su capacidad de productividad.

Jena (2018) Hans Friederich, CEO de la Red Internacional del Bambú, cree que las 1 640 clases de bambú son ideales para recuperar tierras de cultivo improductivas, controlar la erosión y mantener la estabilidad del suelo, según Hans Friederich, Director General de la Red Internacional del Bambú.

Crecen rápidamente y tienen raíces robustas que los sujetan al suelo, lo que les ayuda a prevenir la erosión y preservar la estabilidad del suelo en tierras agrícolas improductivas porque tienen raíces fuertes que los sujetan a la tierra y se desarrollan rápidamente.

En suelos marginales y degradados, donde muchas especies naturales, sobre todo en zonas tropicales, luchan por establecerse, crece el bambú. El amplio y conectado

sistema radicular del bambú le permite romper las partículas del suelo en terrenos compactados, favorecer la permeabilidad, disminuir la compactación y, con el tiempo, permitir el desarrollo de otras especies menos competitivas (Rebelo y Buckingham, 2015).

Los bambúes prosperan en laderas, taludes y terraplenes. Los rizomas se encuentran principalmente en los 0-30 cm superiores del suelo, lo que ayuda a gestionar eficazmente la erosión y estabilizar los ecosistemas (Mishra et al., 2014). Zheng y Hong (1998), informan de que el bambú *P. heterocyclus pubescens* estabiliza los suelos a un ritmo 1,5 veces superior al de los bosques de pino chino *Pinus massoniana*. Además, el bambú crece bien en suelos pobres en nutrientes y, una vez plantado en ellos, aumenta su fertilidad. El bambú crea y conserva rápidamente una gruesa capa de hojarasca que mantiene un microclima en el sotobosque y la humedad en el suelo, dos elementos que figuran entre los más cruciales para la regeneración de tierras dañadas. Esto se debe a su rápido crecimiento y a su denso follaje (Zhou et al., 2005).

En macizos, los bambúes tienen un sistema radicular que no se extiende más allá del centro de la planta y crea una compleja red que tiene la capacidad de aflojar los suelos compactados y restablecer la permeabilidad y la circulación del aire. Además, el sistema radicular ralentiza el movimiento del agua a través de las capas del suelo. Cada año se producen múltiples tallos o cañas que perforan el suelo a partir de cada uno de los individuos que componen la mata, formando una estructura tridimensional que sirve de hábitat a insectos, aves y mamíferos (Rebelo y Buckingham, 2015).

Cada caña de bambú de una plantación puede recolectarse de forma independiente año tras año, lo que estimula su desarrollo y garantiza el mantenimiento de un dosel continuo. Esto contrasta con las plantaciones de árboles tradicionales, en las que la tala suele implicar la tala de grandes extensiones. Dado que las cañas mueren de forma natural, su eliminación tiene poco impacto en la mezcla de especies del bosque y causa el menor daño posible al paisaje natural del bosque (Ecoplanet Bamboo, 2014).

2.2. Estado del arte

En Tingo María se sembró colectando culmos con dos nudos, con edades de 2 a 3 años y en hoyos de 10 x 30 x 30 cm ancho, largo y profundidad. Los brotes fueron notorios a 30 días de sembrado; en culmos sin añadir agua hubo 2,55 brotes en comparación a culmos con agua que obtenían 2,20 brotes; a cinco meses hubo superioridad de brotes (1,86 brotes/culmo) en donde se le añadió agua, dicha superioridad perduró hasta los siete meses con 1,78 brotes en comparación a 1,58 en culmos sin añadir agua; además, fue notorio la longitud de los brotes frente a otras especies estudiadas. Al mes de sembrado, mayor sobrevivencia se registró en el

culmo sin agua (90,0%) respecto al que contenía agua (81,97%), a partir de los 60 días se invirtió los valores con 65,90% en culmos sin agua y 81,97% en culmos con agua manteniéndose dicho comportamiento hasta los siete meses (Mas, 2010).

Al considerar 12 plantas por cada unidad experimental en un periodo de seis meses durante la fase de vivero, Trillo (2014), encontró de manera general que la especie en estudio reportó 34,26% de prendimiento, siendo favorecido dicha variable al utilizar ramas primarias (75%), superando a las ramas secundarias (30%) y los segmentos de ramas (8%). En caso de la cantidad de brotes, fue ligeramente superior en ramas primarias (2.90 brotes) respecto a las ramas secundarias (2.85 brotes), pero menor promedio se registró en los segmentos de ramas (0,85 brotes).

En el distrito Pueblo Nuevo Araujo (2015), sembró la especie en estudio utilizando yema con segmento de rama con dos nudos en donde la media de la sobrevivencia fue 6,67%, seguido por el uso de segmento de rama con dos nudos que reportó un 3,33% y finalmente al utilizar segmento de culmo con dos nudos y perforación por donde se le añadió agua hasta los 3/4 de su volumen no reportó sobrevivencia alguna (0,0%).

Al sembrarse *Dendrocalamus* y siendo monitoreados por un periodo de un año, Suárez (2011), reportó que los brotes fueron en promedio 3,75 a los 90 días de siembra notándose un aligera disminución hasta los 3,50 brotes al año de establecido. En caso del prendimiento, hubo carencia de mortalidad (0,0%), posiblemente atribuido a la aplicación del fertilizante inorgánico súper fosfato triple en dosis de 100 g por planta al momento del establecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en un área de suelos degradados en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), a 1,5 km de Tingo María y a la margen izquierda de la carretera hacia la ciudad de Huánuco.

3.1.1. Ubicación política

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

3.1.2. Características climáticas

Con una precipitación media anual de 3 042 mm, una temperatura media de 24,4 °C y una evapotranspiración de 1 132 mm, el clima es el de una zona tropical (Climate-Data, 2020).

3.1.3. Coordenadas UTM y altitud

Las coordenadas UTM del terreno donde se instaló la parcela experimental fueron las siguientes:

Zona : 18L
Este : 391508
Norte : 8971216
Altitud : 820 msnm

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

El material vegetativo estuvo constituido por plántulas de la especie *D. asper* de un año de edad con uno a dos brotes producidos por pan de tierra, los mismos que procedieron del Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Como insumo para el abonamiento de la plantación de bambú se utilizó el fertilizante sintético Bayfolan Suelo Azul. Para la plantación y manejo de la plantación se empleó herramientas como el machete y palana recta. Como instrumentos para la recolección de datos fueron necesario el uso de wincha y libreta de campo de acuerdo a los indicadores considerados para el presente estudio.

Entre los equipos se consideró a la cámara fotográfica, computadora, impresora y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Determinación del porcentaje de prendimiento de *D. asper*

Ubicación y demarcación del terreno. Se ubicó el terreno para la instalación de la plantación en coordinación con mis asesores, para luego proceder a delimitar el área de acuerdo a los tratamientos y repeticiones previstas en el proyecto de investigación. Luego se construyó el nivel A (nivel cholo) con tallos de arbustos con de longitud de 2,0 m, se utilizándose una cuerda y una piedra para definir los puntos a nivel.

A pesar de que hay distintos distanciamientos en el establecimiento de la especie en estudio con fines comerciales (Pérez, 2014; Aguirre, 2022 y Suárez, 2011) y el lugar se caracteriza por tener limitantes en mantener la cobertura y aparte encontrarse como una fuente que abastece de agua a la población aldeaña que vive en la parte baja, se optó por utilizar el distanciamiento de 20 x 20 m aproximadamente. Una vez elaborado el nivel A, se limpió el terreno en franjas y se procedió a la demarcación de los puntos de acuerdo a la orientación de las curvas a nivel colocando señales a distancias de dos metros hasta alcanzar una distancia de 10 puntos que fue equivalente a 20 m, el ancho entre las curvas a nivel fue también de 20 m. Estas dimensiones se consideraron en razón que las plantas de bambú cuando alcanzan su madurez logran alturas que sobrepasa los 15 a 18 metros de altura y cumplirán la función de conservar los suelos (Zometa et al., 2021).

Transporte de plantones. Se procedió a la selección de los plantones de bambú en el vivero tomando en consideración la uniformidad sobre todo en el tamaño y también de la ausencia de problemas de sanidad. Luego se colocaron en jabas de madera para su traslado correspondiente que se realizó en horas de la mañana hasta el lugar experimental.

Plateo. Se procedió a realizar un plateo alrededor de los jalones con un radio aproximado de 1,0 m, luego se realizó la apertura de los hoyos con ayuda de una palana recta, cuyas dimensiones fueron de 30 x 30 x 40 cm correspondiente a la longitud, ancho y profundidad. La actividad de apertura inició con colocar la tierra superficial a un lado y la más profunda en otro lado, el cual fue invertido el orden al momento de fijar el plantón y cerrar el hoyo.

Plantación propiamente dicha. Se quitó la bolsa del pan de tierra, luego se le colocó en posición vertical en el centro del hoyo seguidamente se procedió al llenando con la tierra extraída de la parte superior en los costados del pan de tierra siendo seguido la adición de la tierra que fue extraída del fondo al momento de la apertura de los hoyos, finalmente se apisonó levemente a los costados del plantón para evitar las bolsas de aire y

queden bien fijados los plantones.

El establecimiento de los plantones del bambú se realizó en el mes de abril y culminando el experimento en el mes de setiembre.

Otra actividad realizada fue el muestreo de los suelos, para ello se utilizó un muestreador de suelos con el que se obtuvo 20 submuestras que formaron la muestra de aproximadamente 1.0 kg. Finalmente, la muestra tomada en campo fue llevada al laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis de las propiedades físico-químicas.

Aplicación de abono. Esta actividad se realizó cumplido los 30 y 60 días del establecimiento de los plantones del bambú, según los tratamientos preestablecidos en el proyecto de investigación utilizándose como fertilizante sintético Bayfolan Suelo Azul, como seguidamente se detalla:

T₀ : Testigo o control

T₁ : 50 g de Bayfolan Suelo Azul

T₂ : 100 g de Bayfolan Suelo Azul

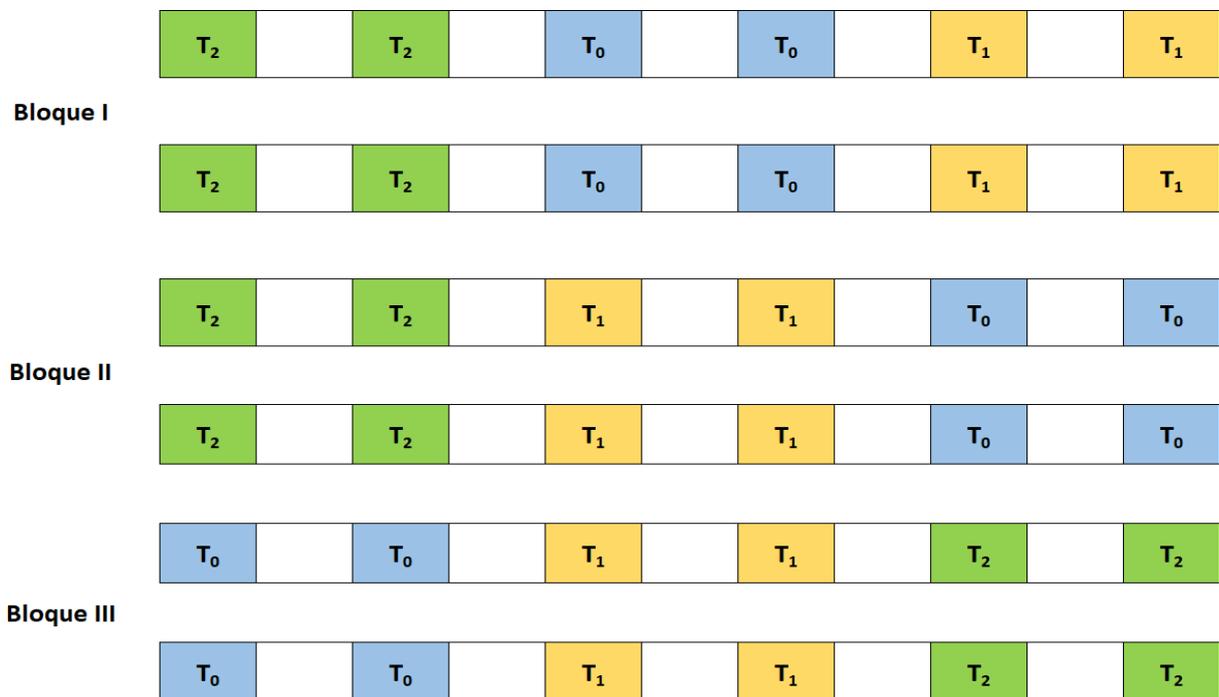


Figura 1. Esquema de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

Las dosis de fertilizantes tuvieron como referencia al estudio realizado por Aguirre (2022), que, al estudiar la aplicación de superfosfato triple en dosis de 75, 150 y 225 g en tres especies de bambúes donde incluía a *D. asper*, registró mejores

resultados a la dosis intermedia. Además, la forma de aplicación de las dosis del fertilizante fue en media luna teniendo en consideración la pendiente del terreno y ubicando al abono en el lado superior de la planta establecida.

Actividades de mantenimiento. Se consideró la limpieza manual de las malezas a través del plateo cada 30 días hasta concluir la fase de campo labor que se realizó con el apoyo de machetes con el fin de facilitar las labores de manejo y evitar la competencia de nutrientes. Además, se realizó la colocación de letreros codificados con la finalidad de facilitar la identificación de dichas unidades experimentales de acuerdo a la distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

Evaluación de las variables. Se realizó de manera mensual, para esto se utilizó la técnica de recolección de datos denominado “observación” y como herramienta se utilizó la guía de observación (formato), para ello se observó el prendimiento y el conteo del número de brotes emitidos.

Los variables considerados en el estudio fueron:

- Variables independientes
 - Plantones de *D. asper*
 - Dosis de fertilizante Bayfolan Suelo Azul
- Variables dependientes
 - Porcentaje de prendimiento.
 - Número de brotes.

El porcentaje de prendimiento, fue una variable aleatoria obtenida mediante la determinación del porcentaje de prendimiento en las plantas de bambú, se obtuvo mediante el conteo directo de las plantas dentro de las unidades experimentales considerando como indicador a una planta viva cuando presentaban yemas activas o se encontraban en proceso de brotamiento y plantas muertas, cuando éste no emitía brotes o se empezó a secarse. Para los cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$M = (m \times 100)/t$$

Donde:

- M : Porcentaje de mortalidad m: Número de plantas muertas
t : Número total de plantas establecidas

3.2.2.2. Determinación del tiempo de emisión de brotes de *D. asper*

La evaluación correspondiente al número de brotes se realizó

también por conteo directo, teniendo en cuenta que el brote principal fue nominado a la parte vegetal que emergía del esqueje plantado más no de las ramas laterales.

3.2.2.3. Análisis de datos

Los datos recogidos en el campo se analizaron mediante un diseño de bloques completamente al azar, compuesto por tres bloques, cuatro plantas por unidad experimental y tres tratamientos. Para comprobar la hipótesis se utilizó la herramienta de análisis de la varianza (Tabla 1).

Tabla 1. Esquema del análisis de la varianza.

FV	GL	SC	CM	FC
Bloques	2	SCbloq	CMBloq	Cmbloq/ CMe
Tratamientos	2	SCtrat	CMtrat	Cmtrat/ CMe
Error experimental	7	Sce	CMe	
Total	11	SCtotal		

El modelo matemático que representa el comportamiento de la variable aleatoria (Y) presenta la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1, 2, 3$, t Bayfolan suelo azul

$j = 1, 2, 3$, r Bloques

Y_{ij} = Variable respuesta (Variable dependiente)

t_i = Es el efecto del i -ésima dosis de Bayfolan Suelo Azul

β_j = Es el efecto de la j -bloque

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental

Antes de procesar los datos, se realizó la respectiva transformación de los datos, para el caso de la cantidad de brotes se tuvo que utilizar la transformación raíz cuadrada de $0,5 + X$ (Spínola, 2013), mientras que en caso del porcentaje de prendimiento se utilizó la transformación Log (X).

Además, se realizaron gráficos en base a la media de los datos en cada tratamiento, en ello se les modificó a las barras de error, en caso del prendimiento, se ha tenido que realizar un recorte en el valor del 100% debido a que no puede existir valores superiores a la totalidad de individuos plantados; en caso de la variable cantidad de brotes, se

cortó en cero las barras de error en base a la desviación estándar debido a que no pudo haber valores con signos negativos respecto a la cantidad de brotes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del porcentaje de prendimiento de *D. asper*

A los tres meses posteriores a la plantación, se registró la mortalidad de una planta que representa el 25% de lo que correspondía a una unidad experimental (cuatro plantas), esto ocurrió en los individuos tratados con la dosis de 100 g del fertilizante bayfolán suelo azul, en adelante no se observó ninguna mortalidad hasta los seis meses que perduró el estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Prendimiento (datos transformados) de *D. asper* en terreno definitivo.

Tratamiento	Media (%)	Desv. Desviación	N	CV (%)
0 g	2,00 (100)	0,00 (0,0)	3	0,00 (0,0)
50 g	2,00 (100)	0,00 (0,0)	3	0,00 (0,0)
100 g	1,96 (91,67)	0,07 (14,43)	3	3,68 (15,74)

Valores entre paréntesis corresponden a los datos reales.

Las plantas que no recibieron fertilización alguna y las que fueron abonadas con 50 g no presentaron mortalidad alguna (Figura 2).

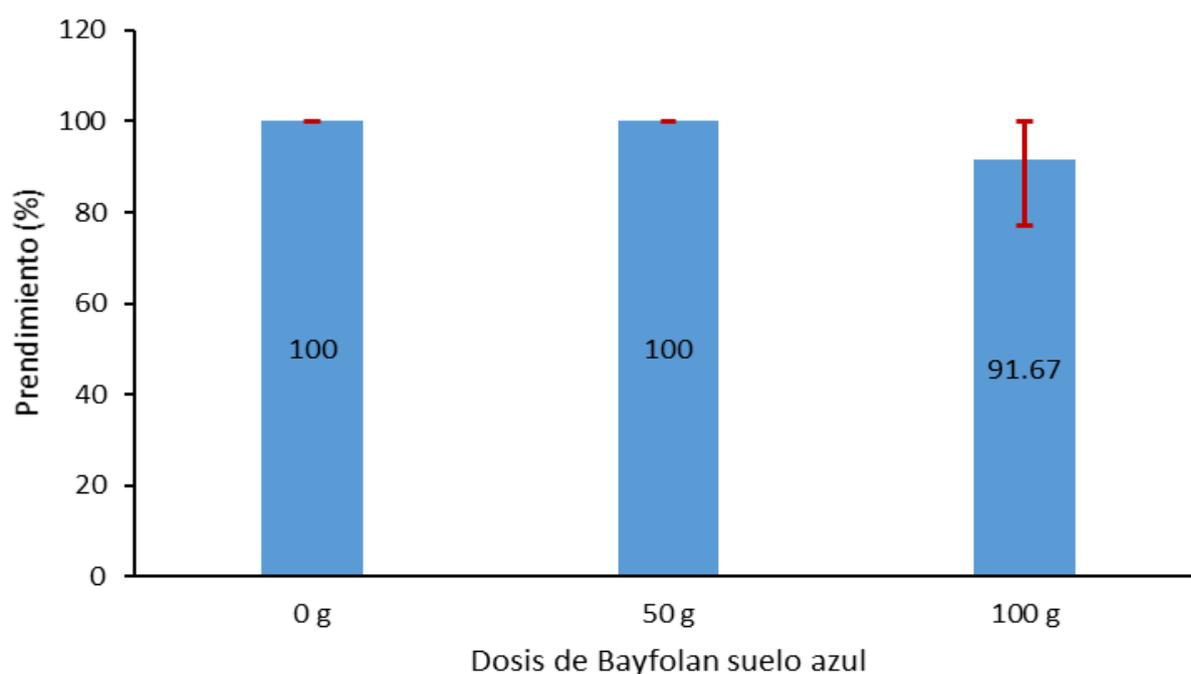


Figura 2. Porcentaje de prendimiento de *D. asper* en terreno definitivo bajo dosis de fertilización.

No se registró diferencias estadísticas significativas en los bloques establecidos ni en los tratamientos aplicados (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la fertilización en el porcentaje de prendimiento (datos transformados) de *D. asper* en terreno definitivo.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloques	0,003	2	0,002	1,000	0,444 ^{ns}
Tratamientos	0,003	2	0,002	1,000	0,444 ^{ns}
Error experimental	0,007	4	0,002		
Total	0,014	8			

ns: No existe diferencias estadísticas significativas. CV: 2,10%.

En la mayoría de los casos, el prendimiento de las plantas en terreno definitivo fue el 100%, el cual es atribuido a que los individuos presentaban raíces al ser obtenidos en el vivero; lo resaltante es que en la fase de vivero uno de los mayores factores en el prendimiento es la ausencia de raíces en los esquejes y esto se traduce en baja sobrevivencia como el 72,99% registrada por Sánchez (2017), de la misma manera en caso de sembrar culmos en terreno definitivo, Mas (2010) reporta solo 90% de sobrevivencia y Araujo (2015) solo obtuvo 6,67% de sobrevivencia en el sector Tulumayo. Resultado similar al presente estudio lo reporta Suárez (2011) Santo Domingo - Ecuador la cual atribuyó a la fertilización utilizada al momento del establecimiento.

La ventaja de que la especie en estudio presente un alto prendimiento favorece a que se les pueda utilizar en programas y proyectos de recuperación en áreas perturbadas, ya que de acuerdo a Mishra et al. (2014), los bambúes colonizan rápido las tierras perturbadas debido a su capacidad de adaptación y conservación de nutrientes, protege las pendientes empinadas, los suelos, las vías fluviales, previene la erosión del suelo, secuestra carbono y aporta muchos otros beneficios para el ecosistema. Además, Rebelo y Buckingham (2015) y Zheng y Hong (1998) resaltan que dichas especies presentan hojas siempreverdes, de dosel denso y de cañas numerosas, lo que se traduce en una gran capacidad de intercepción de la lluvia y retención de la humedad.

Otro de los factores que favoreció fue la zona donde se ejecutó el experimento, ya que concuerdan con Schröder (2010), Mas (2010), Trillo (2014) y Suárez (2011) al describir lugares con temperaturas elevadas, alta precipitación, alta humedad relativa y altitudes inferiores a los 710 msnm.

4.2. Determinación del tiempo de emisión de brotes de *D. asper*

A los dos meses de haberse establecido la parcela experimental, se observó la emisión de un brote en una subunidad experimental que fue tratada con 100 g de Bayfolán suelo azul, esto repercutió en que la media de la cantidad de brotes emergidos fue de 0,25 por planta y que dichos resultados generaron una alta variabilidad en el tratamiento mencionado; en caso de los demás tratamientos, no se observó la aparición de brotes nuevos en los seis meses que perduró la investigación (Tabla 4).

Tabla 4. Brotes emitidos (datos transformados) de *D. asper* en terreno definitivo.

Tratamiento	Media (unidad)	Desv. Desviación	N	CV (%)
0 g	0,71 (0,0)	0,00 (0,0)	3	0,00 (0,0)
50 g	0,71 (0,0)	0,00 (0,0)	3	0,00 (0,0)
100 g	0,76 (0,25)	0,09 (0,5)	3	12,07 (200,0)

Valores entre paréntesis corresponden a los datos reales.

La cantidad de brotes en los plantones que fueron fertilizados con 50 g no presentaron emergencia alguna, de manera similar ocurrió en las plantas que no fueron fertilizadas. En caso de la aplicación de 100 g del fertilizante en estudio, además se observa que hubo variabilidad de datos desde 0 hasta los 0,8 brotes por planta (Figura 3).

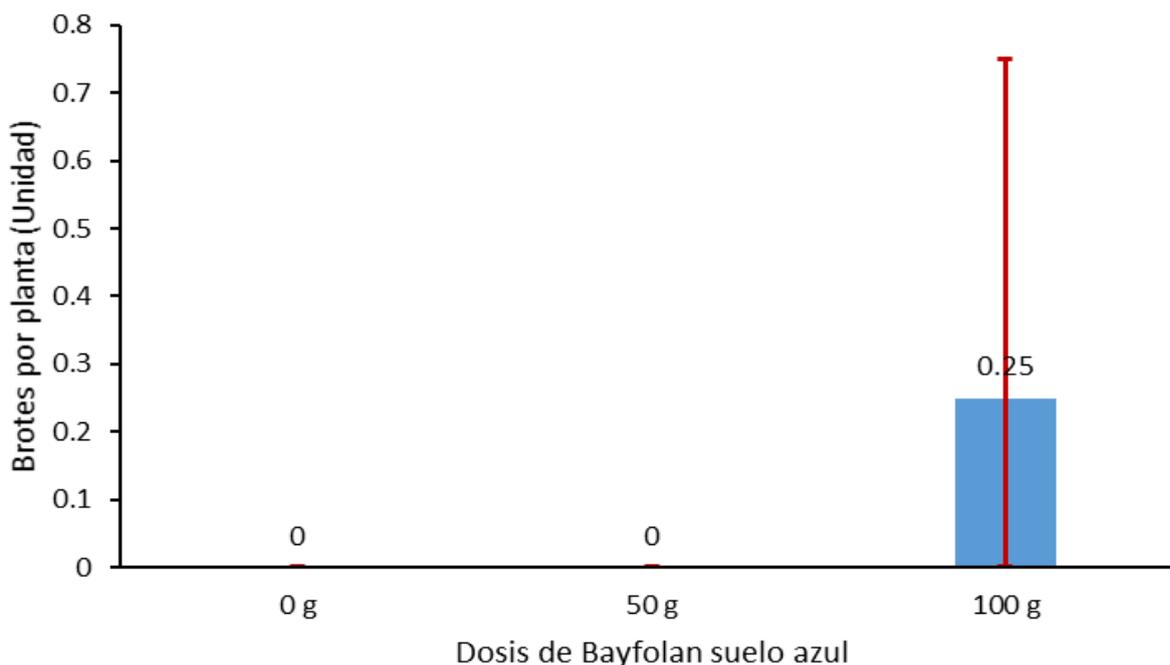


Figura 3. Emisión de brotes de *D. asper* en terreno definitivo bajo dosis de fertilización.

La emisión de brotes no fue afectada significativamente por los bloques ni los tratamientos aplicados en el estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de la fertilización sobre la emisión de brotes (datos transformados) de *D. asper* en terreno definitivo.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloques	0,006	2	0,003	1,000	0,444 ^{ns}
Tratamientos	0,006	2	0,003	1,000	0,444 ^{ns}
Error experimental	0,011	4	0,003		
Total	0,022	8			

ns: No existe diferencias estadísticas significativas. CV: 7,31%.

Se encontró casi en su totalidad ausencia de brotes en las plantas establecidas, posiblemente a que las yemas de los bambúes se estaban preparando para que luego emergieran nuevos culmos ya que en la fase de vivero se obtuvo los brotes de las yemas activas; resultados diferentes encontró Mas (2010) con una media de 2,55 brotes por culmo sembrado a los 30 días de la siembra, esto ocurrió a que no había brotes en el culmo y se activaron rápidamente las yemas para obtener uno de sus órganos importantes (hojas) en la actividad fisiológica de nutrición (Londoño, 2002).

No se encontró efectos estadísticos significativos de las dosis del Bayfolan suelo azul, esto posiblemente a que se trata de un fertilizante inorgánico y su efectividad es muy rápida pudiéndose haberse perdido por la volatilización del nitrógeno a causa de la radiación directa o el lixiviado a causa de la precipitación, siendo más favorable el uso de abonos orgánicos entre 0,5 a 1,0 kg de compost como lo recomienda el Londoño (2001), debido a que los abonos orgánicos perduran sus efectos hasta los seis meses de aplicado.

Casi en la totalidad de las plantas no se encontró brotes nuevos que emergieran desde los esquejes que se utilizaron en fase de vivero, este comportamiento se le puede atribuir a que las yemas en su mayoría de las plantas ya proliferaron en la fase de vivero y que el individuos se encontraba en adaptación debido a que ya presentaban hojas que es la principal fuente de elaboración de alimento de la planta (Londoño, 2002) y dicha característica garantizaba su supervivencia, hasta que se incremente la humedad del suelo a causa de la temporada alta de precipitación (Ministerio de Agricultura, 2008).

En el medio donde se estableció el carbono se podrá incrementar hasta las 100 toneladas por hectárea (Jena, 2018 y Kleiner, 2007) con el cual el BRUNAS presentará mayor

capacidad de almacenamiento de carbono ya que la vegetación en su mayoría donde se estableció el bambú son de gramíneas pequeñas y unos cuantos arbustos. Además, en un tiempo no mayor a cuatro años se garantizaría la producción de culmos para usos por parte de la universidad o también la población aledaña debido a que lo consideran como un sustituto directo de muchos productos de la madera (León y Fausto, 1990).

La ausencia de significancia en los bloques establecidos, así como en los tratamientos empleados fue resaltante también por parte de Aguirre (2022) al estudiar la aplicación de superfosfato triple (75, 150 y 225 g) en tres especies de bambúes, y al cabo de seis meses tanto los bloques establecidos como las dosis utilizadas no repercutieron de manera significativa sobre la cantidad de brotes emergidos, este comportamiento se debe a que la cantidad de brotes es mucho más dependiente de la edad que tiene la mata ya que la fertilización por lo general afecta a las dimensiones de los brotes como es la altura y diámetro del culmo.

V. CONCLUSIONES

1. El prendimiento en las plantas de *D. asper* fue del 97,22% (35 plantones), siendo registrado ligera mortalidad al utilizar 100 g de fertilización, pero carente de significancia estadística.
2. La emisión de los brotes hasta los seis meses desde el establecimiento solo fue mínima en caso de la aplicación de 100 g del fertilizante Bayfolan suelo azul con una media de 0,25 brotes/ planta, mientras que en los demás tratamientos no se observó emisión de brotes por plantas en los 06 meses que duró la evaluación.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Llevar a cabo investigaciones con una mayor variedad de especies de bambú para determinar qué especie es la adecuada para cada zona degradada y crear bases tecnológicas que puedan repetirse en distintos entornos con diferentes niveles de deterioro.
2. Seguir con las evaluaciones de la emisión de nuevos brotes en la plantación establecida.
3. Después de establecida la plantación sería necesario estudiar la calidad de sitio, así como la macro y microfauna y comparar con el análisis inicial que se realizó.
4. Tener en consideración los resultados del análisis del suelo para así plantear los diferentes niveles de tratamientos con fertilizantes y de esta manera lograr resultados significativos en futuras investigaciones.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, P. J. (2014). La bio-construcción como una alternativa en la búsqueda de la sostenibilidad: el caso del bambú. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 14(1-2), 1-4. https://www.scipedia.com/public/Acevedo_2014a
- Aguirre, L. I. (2022). *Efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5) en tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en la fase madura en suelos degradados de la zona de Pucallpa, Ucayali, Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6158/B4_2023_UNU_FORESTA_L_2023_T_LILIA_AGUIRRE_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Akinlabi, E. T., Anane-Fenin, K., y Akwada, D. R. (2017). *Bamboo, The Multipurpose Plant. 5. Applications of bamboo*. Springer. <https://books.google.com.pe/books?id=LRsuDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Álvarez, O., Cairo, P., Mollineda, A., García, Y., Torres, P., Rodríguez, A., y Cuevas, F. (2014). Caracterización química de la biomasa del bambú (*Bambusa vulgaris* Schrader ex. Wendlan): perspectivas para su utilización. *Centro Agrícola*, 41(2), 91-93. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V41-Numero_2/cag152141979
- Araujo, D. L. (2015). *Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/632/T.FRS-242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botero, L. F. (2004). *No más silvicultura. II Simposio Latinoamericano de Bambú*. Guayaquil.
- Cairo, P., Alvares, O., Yera, Y., Rodríguez, A., Mollineda, A., Torres, P., y Rodríguez, O. (2018). La biomasa de *Bambusa vulgaris* como alternativa para la recuperación de suelos degradados. *Centro Agrícola*, 45(3), 51-58. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-51.pdf>
- Cartes, G (2013). *Degradación de suelos agrícolas y el SIRSD-S*. ODEPA MISNITSERIO DE AGRICULTURA CHILE. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>
- Castaño, F., y Moreno R. (2004). *Guadua para todos: Cultivo y aprovechamiento*. CARDER. https://issuu.com/inbarlac.media/docs/guadua_para_todos

- Climate-Data. (2020). *Tingo María clima*. Climate-Data.org. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/huanuco/tingo-maria-28640/>
- Cronquist, A. (1981). Lista de las Clases, subClases, órdenes y familias de las angiospermas. Colombia: Columbia University Press.
- Duque, G., Moreno, R.D., y Ortiz, D. (2012). *Posicionamiento de la gobernanza forestal en Colombia; Legalidad y sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera*. UNAL. <http://www.bdigital.unal.edu.co/62036/1/gobernanzaforestalencolombia-legalidadysostenibilidaddelaguadua.pdf>
- Ecoplanet Bamboo. (2014). *4.6 Commercial bamboo plantations as a tool for restoring landscapes*. ETFRN news 56: Towards productive landscapes. p. 139-145. Ecoplanet Bamboo. <https://docplayer.net/54528972-4-6-commercial-bamboo-plantations-as-a-tool-for-restoring-landscapes.html>
- Fernández, A. (2022). *Estudio del bambú y su uso en la construcción. Caracterización mecánica* [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. Repositorio institucional.
- Fundación AVSI, (2017). *Manual técnico del bambú (Guadua angustifolia Kunth) para productores*. Universidad de Sassari- Fundación AVSI.
- Gallardo, J., Freire, M., León, J., García, Y., Pérez, S., y González, M. (2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos tropicales*, 29(1), 17-22.
- Ganse, D., Cairo, P., y Yera, Y. (2013). Impact of bamboo (*Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland) on the recovery of a carbonated soft brown soil of Villa Clara. *Revista Congreso Universidad*, 2(2), 1-10.
- Giraldo, H. E., y Sabogal, A. (2007). *Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo*. Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q. Tercera edición e impreso en Colombia.
- Hidalgo, O. (2003). *Bamboo: The Gift of the Gods*. Hipertexto SAS.
- Instituto técnico de capacitación y productividad [INTECAP]. (1990). *Bambú*. INTECAP.
- Jena, M. (2018). Nuevo héroe contra la degradación del suelo. Inter Press Service. IPS. <http://www.ipsnoticias.net/2018/06/nuevo-heroe-la-degradacion-del-suelo/>
- Kleiner, K. (2007). The corporate race to cut carbon. *Nature Reports Climate Change*, 1, 40-43. <https://www.nature.com/articles/climate.2007.31>
- León, E., y Fausto, C. (1990). *Identificación de productos de AUM en la costa sur de Guatemala*. Informe técnico interno (No. CATIE L579id). CATIE. Proyecto cultivo de árboles de uso múltiple. CATIE. <https://books.google.com.pe/books?id=G9IO>

AQAAIAAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Identificaci%C3%B3n+de+productos+de+AU
M+en+la+costa+sur+de+Guatemala&source=bl&ots=xycKBiv7eT&sig=ACfU3U3C
WAWVt-tqWE900y6a-xQhXNcB5g&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiL4Y6C04TpAh
XRmOAKHaTdC7oQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=Identificaci%C3%B3n%
20de%20productos%20de%20AUM%20en%20la%20costa%20sur%20de%20Guatem
ala&f=false

- Li, D. (2006). *Taxonomy and biogeography of the Bambuseae (Gramineae: Bambusoideae)*.
<http://www.ipgri.cgiar.org/publications/HTMLPublication/572/ch11.htm>
- Londoño, P. (2001). *Taxonomía del Bambú con énfasis en el género Guadua*. Presidenta de la
Sociedad Colombiana del Bambú. Entrevista para Grupo Bambú Brasil.
- Londoño, P. (2002). *Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los
bambúes del nuevo mundo*. Universidad Nacional de Colombia.
<http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>
- Lou, Y. P., Li, Y. X., Buckingham, K. C., Henley, G., y Zhou, G.M. (2010). *Bamboo and
climate change mitigation: a comparative analysis of carbon sequestration*. INBAR.
https://www.researchgate.net/publication/267392447_Bamboo_and_Climate_Change_Mitigation
- Mas, M. (2008). *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, <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/952/T.FRS-120.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McClure, F. A. (1966). *The bamboos a fresh perspective*, Cambridge Nass EE.UU. Hardware
University press.
- Mercedes, J. R. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*. Centro para el Desarrollo Agropecuario
y Forestal - CEDAF. https://www.academia.edu/9592074/Gu%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Cultivo_del_Bamb%C3%BA
- Ministerio de Agricultura [MINAG]. (2008). *Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-
2020* (2 ed.). SERFOR, [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1269053/
Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf?v=1598652250](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1269053/Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf?v=1598652250)
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2011). *Desertificación en el Perú*. MINAM.
- Mishra, G., Giri, K., Panday, S., Kumar, R., y Bisht, N. (2014). Bamboo: potential resource for
eco-restoration of degraded lands. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 4(2), 130-
136. https://www.researchgate.net/publication/309457014_Bamboo_Potential

resource_for_eco-restoration_of_degraded_lands

- Nieto, F. (2008). *Estudio anatómico de los culrnos de "bambú macho" (Guadua angustifolia Kunth) y "bambú hembra" (Bambusa vu/garis Schard. ex.J.C. Wendl) del distrito de Santa Cruz de Flores, Cañete* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM.
- Pereira, M., y Beraldo, A. (2007). *Bambu de corpo e alma*.
- Pérez, L. (2014). *Variedades de bambú con adaptabilidad a las condiciones del sur de Sinaloa*. FPS. <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1558-variedades-de-bambu-con-adaptabilidad-a-las-condiciones-del-sur-de-sinaloa>
- Reátegui, N. (2009). *Caracterización y clave de identificación de bambúes en el ámbito de Chanchamayo, departamento de Junín, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1665/F70.R2-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rebelo, C., y Buckingham, K. (2015). El bambú: oportunidades para la restauración de bosques y paisajes. *Unasylva*, 245(66), 91-98. https://caribbeanclimatehub.org/wp-content/uploads/2019/08/RestauraciondeBosquesyPaisajes_2015-.pdf#page=93
- Sánchez, A. M. (2017). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el vivero Bambunet del Cantón Archidona, provincia de Napo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7665/1/33T0171.pdf>
- Satya, S., Bal, L. M., Singhal, P., y Naik, S. N. (2010). Bamboo shoot processing: food quality and safety aspect (a review). *Trends in Food Science & Technology*, 21, 181-189. https://www.researchgate.net/publication/223640706_Bamboo_shoot_processing_Food_quality_and_safety_aspect_a_review
- Schröder, S. (2010). *Bamboo species, Dendrocalamus asper*. Guadua Bamboo. <http://www.guaduabamboo.com/species/dendrocalamus-asper>
- Spínola, M. (2013). *Análisis exploratorio de los datos. Estadística básica*. Universidad para la Cooperación Internacional. http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-/Analisis_exploratorio_de_los_datos.pdf
- Suárez, J. L. (2011). *Comportamiento de 36 especies de bambú durante el primer año de establecimiento* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Repositorio institucional UTE. https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19905/1/5607_1.pdf

- Suco, Á. (2008). *Consejos técnicos para el agricultor de forestaría análoga; Propagación de Bambú*. Infobosques. <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/120.pdf>
- Takahashi, J. (2006). *El Bambú en el Perú. 111 Simposio Latinoamericano del Bambú 2006*. PERUBAMBU. <http://www.Perubambu.org.pe>
- Trillo, Y. A. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, Bambusa vulgaris Schrad. ex H. Wendl. var. vittata. Riviere & C. Riviere, Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia Kunth en el fundo Bio Selva – Satipo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1911/Trillo%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valdez, D. (2013). *Manual para el cultivo del bambú. Experiencias en Guatemala*. ICTA. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013.pdf>
- Zhao, M., Xiang, W., Peng, C., y Tian, D. (2009). Simulating age-related changes in carbon storage and allocation in a Chinese fir plantation growing in southern China using the 3-PG model. *Forest Ecology and Management*, 257(6), 1520-1531. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112708009158>
- Zheng, Y. S., y Hong, W. (1998). *Management of Phyllostachys pubescens stand*. Xiamen, Xiamen University Publishing House.
- Zhou, B., Fu, M., Xie, J., Yang, X., y Li, Z. (2005). Ecological functions of bamboo forest: Research and application. *Journal of Forestry Research*, 16(2), 143-147. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02857909>
- Zhou, G. M., y Jiang, P. K. (2004). Density, storage and spatial distribution of carbon in *Phyllostachys pubescens* forest. *Scientia Silvae Sinicae*, 6, 20- 24.
- 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. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/25204/1/Identificaci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20especies%20de%20bamb%C3%BA%20%28F.%20Poaceae%20-%20Sub%20F.%20Bambusoideae%29%2C%20en%20el%20departamento%20de%20San%20Vicente%2C%20El%20Salvador%2C%202019.pdf>
- Wenyue, H. (1987). El bambú en China: nuevas perspectivas para un recurso antiguo. *Revista UNASYLVA*, 39(56), 42-49.

Anexo

Bloq.	Trat.	Pren.0	Brot.0	Pren.1	Brot.1	Pren.2	Brot.2	Pren.3	Brot.3	Pren.4	Brot.4	Pren.5	Brot.5
2	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Bloq.: Bloques

Trat.: Tratamientos (0: testigo, 1: 50 g, 2: 100 g).

Pren.: Prendimiento (0: No, 1: Si)

Brot.: Brotes

Anexo B. Panel de fotografías



Figura 4. Repique de plantones de *Dendrocalamus asper*.



Figura 5. Plantón repicado de *Dendrocalamus asper*.



Figura 6. Plantones de *Dendrocalamus asper* en la cama de cría



Figura 7. Demarcación en la parcela experimental.



Figura 8. Plantación de *Dendrocalamus asper*.



Figura 9. Muestreo de suelos.



Figura 10. Codificación de las unidades experimentales.



Figura 11. Planta con hojas nuevas.



Figura 12. Visita por parte de los asesores de la tesis.



Figura 13. Asesor de tesis y tesista en la parcela experimental.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo Maria - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		PROCEDECENCIA																		
GUZMAN VASQUEZ LEYLA MERCEDES		PREDIO				BRUNAS				DISTRITO						RUPA RUPA				
		PROVINCIA				LEONCIO PRADO				REGION						HUANUCO				
N°	CODIGO DEL LAB.	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC		CAMBIABLES Cmol(+)/kg			CICe	%	%	%	
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura						1:1	%	%	disponible ppm	ppm					Ca
1	S1219	42	35	23		4.56	2.81	0.14	5.60	78.97	----	3.85	1.18	--	0.27	0.11	5.41	92.97	7.03	5.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 09 DE SETIEMBRE 2019
RECIBO N° 0592703



Ing° Luis G. Mansilla Miranda
JEFE

Figura 14. Resultados del análisis de suelos.

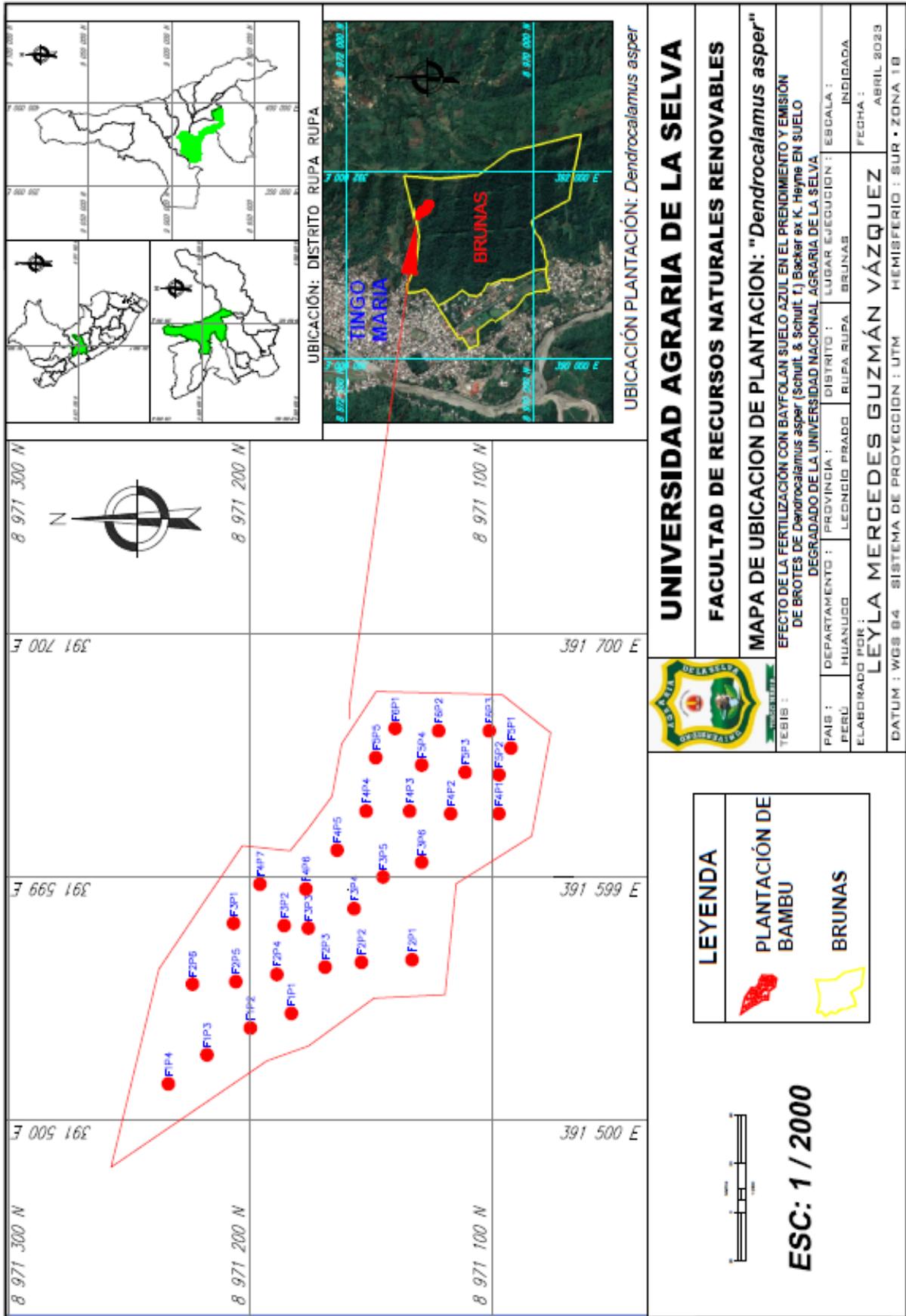


Figura 15. Mapa de ubicación de la plantación.