UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

"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 PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL

LILIA ISABEL AGUIRRE SARMIENTO

Pucallpa – Perú
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 441/2022-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, a las 10:00 a.m. del día jueves 22 de diciembre del 2022, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Titulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma presencial en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que fueron designados mediante MEMO MULT. N° 125-2022-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Grober Panduro Pisco	Presidente
Ing. Mg. Fermín Campos Solorzano	Miembro
Ing. M. Sc. José Antonio López Ucariegue	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FOSFORO (P2O5) 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"**, presentado por la bachiller **AGUIRRE SARMIENTO, LILIA ISABEL**; asesorado por el **Dr. EDGAR JUAN DÍAZ ZUÑIGA**, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN,** quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 11:00 a.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Grober Panduro Pisco
Presidente

Ing. Mg. Fermín Campos Solorzano
Miembro

Ing. M. Sc. José Antonio López Ucariegue
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali

Dr. Grober Panduro Pisco

Presidente

Ing. Mg. Fermín Campos Solorzano

Miembro

Ing. M. Sc. José Antonio López Ucariegue

Miembro

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga

Asesor

Bach. Lilia Isabel Aguirre Sarmiento

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0727-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final de Tesis, **titulado:**

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FÓSFORO (P2O5) 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".

Autor(es)	:	**AGUIRRE SARMIENTO, LILIA ISABEL**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	ING. FORESTAL.
Asesor (a)	:	DR. DÍAZ ZÚÑIGA, EDGAR JUAN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 25/11/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Lilia Isabel Aguirre Sarmiento

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"Efecto de la aplicación de tres dosis de fosforo (P_2O_5) en tres especies de bambu: Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri y bambusa vulgaris en la fase madura en los suelos degradados de la zona de Pucallpa, Ucayali, Perú"

Sustentada el año: _____

Con la asesoria de: Dr. Edgar Juan Diáz Zuñiga

En la Facultad: Ciencias forestales y Ambientales

Escuela profesional: Ingenieria Forestal

Autorizo la publicación:

PARCIAL ☐ Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la carátula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL ☒ Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22 / 12 / 2022

Email: liliaisabelaguirresarmiento@gmail.com Firma: _____

Teléfono: 971-452-524 DNI: 71020146

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios, por ser siempre mi guía y el que me sustenta en los momentos felices y en los más difíciles de mi vida.

A mis padres Marco Aguirre y María Sarmiento ya que gracias a su esfuerzo y sacrificio he podido ser capaz de poder llegar a ser la persona que soy ahora inculcándome siempre la perseverancia y voluntad para así poder cumplir las metas que me he propuesto

A mi abuelita Lilian Vargas que ahora en la redacción de esta presente tesis está en el cielo, ella siempre me hizo saber que yo siempre fui importante para ella y siempre quiso que yo sea la mejor y sepa valerme por mi misma en el mundo.

A mis abuelitos Ítalo Sarmiento y Sadith Mendieta, a mis hermanos Paulo y Bruno que siempre que han podido me han ayudado a superarme.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mis expectativas, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

A FOCAN en convenio con la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) por haber financiado la presente investigación como parte del proyecto “Efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P2O5) 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”.

A mi asesor Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga, por brindarme continuo asesoramiento y las facilidades en el desarrollo de la investigación.

Al Ing. Farley Marcelo Fasabi Hidalgo un condicional amigo a quien agradezco por el apoyo en el desarrollo de mi investigación.

Y para finalizar, agradezco también a todos mis amigos que me apoyaron moralmente y acompañaron durante todo el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA…… vi
AGRADECIMIENTO…… vii
INDICE DE CONTENIDO…….. viii
INDICE DE TABLAS…… x
INDICE DE FIGURAS…… xii
RESUMEN…… xiv
ABSTRACT…….. xv
INTRODUCCION…….. 1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…….... 2
1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA..... 2
1.1.1. Problema General 3
1.1.2. Problema Específico..... 3
1.2. JUSTIFICACION..... 3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 4
1.3.1. Objetivo General..... 4
1.3.2. Objetivos Específicos 4
CAPITULO II. MARCO TEORICO..... 5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 5
2.2. BASES TEORICAS..... 7
2.2.1. El Cultivo de Bambú en el Mundo 7
2.2.2. Caracterización de la Producción Mundial de Bambú 8
2.2.3. La Cadena de Valor del Bambú en el Perú 11
2.2.4. Distribución del Bambú..... 12
2.2.5. Características Generales de la Especie..... 13
2.2.5.1. Taxonomía…….. 13
2.2.6. Requerimiento del Cultivo de Bambú 14
2.2.6.1. La Plantación de Bambú…… 15
2.2.6.2. Requerimiento Hídrico y Clima…… 15
2.2.6.3. Suelo y Pendientes…… 15
2.2.7. Etapas de Desarrollo de una Plantación de Bambú 15
2.2.8. Labores Culturales 16

2.2.9. Uso y Aprovechamiento 17
2.2.10. El Fósforo en el Sistema Suelo-Planta..... 18
2.2.11. Funciones del Fósforo en las Plantas 18
2.2.12. Movimiento del Fósforo en el Suelo 19
2.2.13. Factores que Afectan la Disponibilidad del Fosfato 20
2.2.14. Forma de Aplicación del Fósforo..... 21
2.2.15. Fuentes de Fertilizantes Fosfatados 22
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS..... 23
CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION 24
3.1. TIPO DE INVESTIGACION..... 24
3.2. POBLACION Y MUESTRA 24
3.2.1. Población..... 24
3.2.2. Muestra 24
3.3. DISEÑO ESTADISTICO 24
3.4. HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES..... 27
3.4.1. Hipótesis..... 27
3.4.2. Variables en Estudio..... 27
3.4.2.1. Variables independientes…… 27
3.4.2.2. Variables dependientes…… 27
3.4.3. Operacionalización de las Variables..... 27
3.4.3.1. Variables independientes…… 27
3.4.3.2. Variables Dependientes…… 27
3.4.3.3. Datos a Registrar…….... 27
3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS 28
3.6. TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION..... 28
3.7. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS..... 28
3.7.1. Materiales..... 28
3.7.2. Insumos..... 28
3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS..... 28
3.8.1. Ubicación del Area de Estudio 28
3.8.2. Preparación de los Datos 30
3.8.3. Obtención de los Datos 31
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUCIONES 33
4.1. EVALUACIONES REALIZADAS A LAS PLANTAS DE BAMBU..... 33

4.1.1. Evaluación del Crecimiento en Altura de los Tratamientos 34
4.1.2. Evaluación del Crecimiento en Diámetro de los Tratamientos 36
4.1.3. Evaluación de Producción de Nuevos Brotes..... 40
4.2. RESUEMEN DE CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS ESPECIES DE BAMBU EN INVESTIGACION..... 44
CAPITULO V. CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES..... 49
5.1. CONCLUSIONES 49
5.2. RECOMENDACIONES..... 50
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA..... 51
ANEXO 55

INDICE DE TABLAS **Pág.**

Tabla 1. Principales géneros de bambú en el Perú……13

Tabla 2. Distanciamiento entre planta y planta……..15

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio. 25

Tabla 4. ANVA. 25

Tabla 5. Ubicación de los tratamientos. 26

Tabla 6. Resultados del análisis de suelos en el área experimental antes de la aplicación de los tratamientos..... 30

Tabla 7. Promedio general de las evaluaciones realizadas a las especies de bambú en investigación. 33

Tabla 8. Resultado promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos y el testigo..... 34

Tabla 9. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en altura. 35

Tabla 10. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos. 36

Tabla 11. Resultado promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos y el testigo..... 36

Tabla 12. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en diámetro..... 38

Tabla 13. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%. 38

Tabla 14. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos en diámetro. 39

Tabla 15. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los tratamientos en estudio. 39

Tabla 16. Resultados de las evaluaciones en la producción de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo. 40

Tabla 17. Producción promedio de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo. 41

Tabla 18. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en la producción de nuevos brotes..... 43

Tabla 19. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%. 43

Tabla 20. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos en la producción de nuevos brotes. 43

Tabla 21. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los tratamientos en estudio. 44

Tabla 22. Crecimiento promedio general de las evaluaciones de los tratamientos y los testigos. 45

Tabla 23. Crecimiento promedio en altura (cm) de los tratamientos y los testigos. 45

Tabla 24. Crecimiento promedio en diámetro (cm) de los tratamientos y los testigos. ……47

INDICE DE FIGURAS **Pág.**

Figura 1. Croquis de distribución de los tratamientos en el campo..... 26

Figura 2. Imagen satelital (Google earth) de las parcelas de ejecución de trabajo de investigación. Coordenadas UTM Datum WGS 84; Este 547239, Norte 9068735..... 29

Figura 3. Distribución de las UE en las parcelas de ejecución de trabajo de investigación..... 29

Figura 4. Metodo de medir la altura de la planta con el uso del clinómetro óptico..... 32

Figura 5. Evaluación promedio en altura (cm) de los tratamientos y el testigo. 34

Figura 6. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*..... 34

Figura 7. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*. 35

Figura 8. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*. 35

Figura 9. Evaluación promedio en diámetro (cm) de los tratamientos y el testigo..... 37

Figura 10. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*..... 37

Figura 11. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*. 37

Figura 12. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*. 38

Figura 13. Evaluación promedio de la producción de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo..... 41

Figura 14. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*..... 41

Figura 15. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*. 42

Figura 16. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*. 42

Figura 17. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Guadua angustifolia* y el testigo. 45

Figura 18. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Guadua weberbaueri* y el testigo..... 46

Figura 19. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Bambusa vulgaris* y el testigo..... 46

Figura 20. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Guadua angustifolia* y el testigo. 47

Figura 21. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Guadua weberbaueri* y el testigo. 48

Figura 22. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Bambusa vulgaris* y el testigo. 48

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5); como fuente de Super Fosfato Triple (SFT), de 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. La dosis de SFT fueron de 30 Kg/ha, 60 Kg/ha y 90 Kg/ha, el testigo (sin la aplicación del SFT). La investigación se llevó a cabo en los terrenos de la Universidad Nacional de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, Distrito de Manantay, en el periodo de julio 2021 hasta enero de 2022. El diseño experimental fue un arreglo factorial de dos factores y el testigo: A x B con tres niveles más el testigo en un BCR, Factor A estaba constituido por la dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT y el testigo, el Factor B estaba constituido por las especies de bambú. Las combinaciones de los dos factores (A x B) fueron el resultante de los tratamientos que fueron: T_0: testigo, T_1: a_1b_1, T_2: a_1b_2, T_3: a_1b_3, T_4: a_2b_1, T_5: a_2b_2, T_6: a_2b_3, T_7: a_3b_1, T_8: a_3b_2, T_9: a_3b_3 distribuidos en 3 Bloques. Cada bloque estuvo conformado con 3 unidades experimentales (UE), cada UE estaba conformado por 16 plantas de bambú (Factor B) a una dosis diferente de P_2O_5 como fuente de SFT (Factor A) y el respectivo planta testigo (sin la aplicación de P_2O_5) haciendo un total de 144 plantas de bambú en los tres bloques. Fueron 3 evaluaciones realizadas en crecimiento en altura, diámetro y producción de nuevos brotes, y antes de la aplicación de los tratamientos se realizó una evaluación inicial, luego la primera evaluación se realizó a los 2 meses de la aplicación de los tratamientos, la segunda evaluación se realizó a los 4 meses de la aplicación de los tratamientos y la tercera evaluación a los 6 meses de la aplicación de los tratamientos. Las especies de bambú en investigación fueron estadísticamente iguales en las evaluaciones de crecimiento en altura, pero fueron estadísticamente diferentes en las evaluaciones de crecimiento en diámetro y la producción de nuevos brotes. Se recomendó la aplicación de fósforo (P_2O_5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT) en la dosis de P: 60 kg/ha para las especies de bambú *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*.

Palabra clave: Dosis de SFT, especies de bambú, crecimiento en altura, crecimiento en diámetro, producción de nuevos brotes.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of the application of three doses of phosphorus (P_2O_5); using Super Triple Phosphate (SFT) as a source of phosphorus, in three bamboo species: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* and *Bambusa vulgaris* in the mature phase in degraded soils in the Pucallpa area. Ucayali, Peru. The doses of SFT were 30 Kg/ha, 60 Kg/ha and 90 Kg/ha, the control (without the application of SFT). The research was carried out on the grounds of the National University of Ucayali, Coronel Portillo province, Callería district, from July 2021 to January 2022. The experimental design was a factorial arrangement of two factors and the control: A x B with three levels plus the control in a BCR, Factor A was constituted by the dose of SFT as a source of phosphorus (P_2O_5) and the control, Factor B was constituted by the bamboo species. The combinations of the two factors (A x B) were the result of the treatments that were: T_0: control, T_1: a_1b_1, T_2: a_1b_2, T_3: a_1b_3, T_4: a_2b_1, T_5: a_2b_2, T_6: a_2b_3, T_7: a_3b_1, T_8: a_3b_2, T_9: a_3b_3 spread over 3 Blocks. Each block was made up of 3 experimental units (EU), each EU was made up of 16 bamboo plants (Factor B) at a different dose of SFT as a source of P2O5 (Factor A) and the respective control plant (without the application of P_2O_5) making a total of 144 bamboo plants in the three blocks. There were 3 evaluations carried out on growth in height, diameter and production of new shoots, and before the application of the treatments an initial evaluation was carried out, then the first evaluation was carried out 2 months after the application of the treatments, the second evaluation it was carried out 4 months after the application of the treatments and the third evaluation at 6 months after the application of the treatments. The bamboo species under investigation were statistically the same in height growth assessments, but statistically different in diameter growth and new shoot production assessments. The application of Triple Superphosphate (SFT) was recommended as a source of phosphorus (P_2O_5) in the dose of N-P-K: 150-60-90 kg/ha for the bamboo species *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* and *Bambusa vulgaris*.

Keywords: SFT dosage, bamboo species, height growth, diameter growth, new shoot production.

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que afronta el planeta es el cambio climático, esto debido al mal uso de los bosques, al uso irracional de los recursos forestales, la expansión agrícola, el sobre pastoreo. Las consecuencias por estos actos desmesurados son la degradación y erosión de los suelos, perdida del paisaje natural y deterioro del clima.

El Perú mantiene el décimo puesto en el ranking mundial de áreas con mayor densidad forestal. Más de la mitad del país, aproximadamente 260,000 millas cuadradas (673,109 km^2), se encuentra cubierta por bosques. Esto hace que el Perú sea considerado uno de los diez países con mayor diversidad en el mundo, con más de 330,000 personas que dependen directamente de los bosques nacionales para su subsistencia y muchos más que dependen de los numerosos productos y servicios ecosistémicos provistos por estos bosques. Esta pérdida forestal afecta mucho más allá que solo a árboles y la maravillosa fauna peruana, ya que también es responsable de casi la mitad de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel nacional. (La deforestación y degradación de los bosques son las principales fuentes de CO_2 a nivel mundial, luego de la quema de combustibles fósiles.), (Lanly, 2015).

Las estadísticas oficiales señalan que la deforestación solo en el Departamento de Ucayali del 2001 al 2013 fue de 239 429 ha. Las regiones de Ucayali y Madre de Dios aumentaron de manera más acelerada sus niveles de deforestación durante todo el periodo, con las más altas tasas acumuladas de crecimiento, correspondientes a 9,2% y 6,3% respectivamente (SERFOR, 2015).

El bambú cumple un papel potencial de mitigación del cambio climático, 1ha captura 40% más CO_2 que una similar de coníferas o eucaliptos en 10 ó 14 años; produce 4 veces más oxígeno que otros árboles; 6 veces más celulosa que el pino y genera hasta 40 tn/ha de biomasa cada año. Ubicándolo como una de las principales plantas en la lucha contra el cambio climático, (Revilla Chávez, 2019).

En Ucayali existen limitados conocimientos de manejo del cultivo del bambú en suelos degradados con fines de recuperación, así como también programas de fertilización para este cultivo debido a que su aprovechamiento, por parte de las personas que trabajan con este cultivo, es directamente de los rodales naturales de bambú. Son escasas los programas de fertilización que se aplican al cultivo de bambú, siendo la primera y única aplicación en la fase de renuevo o brotación (desde la siembra a campo definitivo hasta los 180 días) y la fase juvenil (6 a 12 meses de sembrado a campo definitivo) dejándolo desprovisto de fertilización en las siguientes fases de crecimiento (fase madura, fase de sazonamiento, fase sobre madura) hasta su aprovechamiento y comercialización. Teniendo en cuenta que la fase madura (conocida como adulta o comercial) la planta de bambú requiere de una adecuada fertilización para que así pueda producir nuevos brotes y sobre todo incrementar el material leñoso de la planta para su aprovechamiento comercial.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

El bambú es una especie forestal no maderable milenaria, presente en la vida del poblador rural de las primeras culturas del Nuevo Mundo, como se observa en los restos arqueológicos de Caral (5,000 años ADP) y otras culturas preincaicas, alcanzando su mayor auge durante el Virreinato y en especial en el siglo XVII con el uso obligatorio en las construcciones de la denominada “quincha”, con el objeto de prevenir los daños que causan los frecuentes movimientos sísmicos en las edificaciones y consecuentemente en la vida de los pobladores, en especial de la costa del Océano Pacífico. Aun cuando en el Perú existían más de 4 millones de ha de bosques naturales de bambú en forma asociativa con otras especies forestales en diferentes densidades, políticas erradas del siglo pasado que promovieron la ampliación de la frontera agrícola en la amazonia, el uso de materiales de alto impacto ambiental en las construcciones y la extracción selectiva de las denominadas maderas finas (cedro y caoba), produjo el incremento de la tala ilegal, seguido por la tumba y quema de los bosques amazónicos, con fines de agricultura migratoria de subsistencia y para cultivos de productos ilícitos, fueron y continúan hasta la fecha; la causa principal del incremento de la pérdida de los bosques tropicales (Ministerio de Agricultura, 2010).

Pocos recursos forestales tienen las cualidades del bambú, que, siendo una gramínea, forma leño igual que las especies maderables, sus tallos que pueden superar los 25 m de altura forman densos bosques con ramas y hojas que producen más oxígeno que la mayoría de los árboles y capturan volúmenes similares de CO_2 y su sistema radicular que forma redes compactas, evita la erosión y contribuye al manejo de los recursos hídricos. Por consiguiente los tallos de los bambúes, tienen propiedades físico-mecánicas y químicas, que caracterizan a las especies maderables, con ventaja de su incomparable velocidad de crecimiento, que permite que en sólo de 3 a 5 años, las plantaciones de bambú pueden ser aprovechadas sosteniblemente y a perpetuidad como fuente de materia prima en: la industria de la construcción, como material estructural sismo resistente, producción de pulpa para papel, fabricación de laminados, artículos para el hogar, artículos deportivos, artículos musicales, carbón activado, fibras textiles, etanol celulítico y eco-plásticos para la industria automotriz. Sus brotes tiernos son alimentos de alto valor nutricional y las hojas fuente de sustancias diversas de valor para la fabricación de cosméticos, fármacos, fertilizantes, entre otros. Es un recurso con enorme potencial para jugar un papel importante en el desarrollo socio económico del país y por consiguiente en la lucha contra la pobreza; además de su enorme valor ambiental, especialmente cuando el planeta sufre los impactos acelerados del calentamiento global, la escasez del recurso hídrico y la pérdida de los bosques tropicales (Ministerio de Agricultura, 2010).

1.1.1. Problema General

¿Qué efecto producirá la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en tres especies de bambú: ¿*Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en la fase madura en suelos degradados de la zona Pucallpa, Ucayali, Perú?

1.1.2. Problema Específico

¿Cuál será la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en crecimiento en altura en las tres especies de bambú: ¿*Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri y Bambusa vulgaris*?

¿Cuál será la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en crecimiento en diámetro en las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*?

¿Cuál será la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en producción de nuevos brotes en las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*?

1.2. JUSTIFICACION

En el Perú, la Amazonía cuenta con una importante diversidad de especies arbóreas, las mismas que están sujetos a una fuerte “presión” debido a actividades, en muchos casos informales, pero que mueven gran parte de la economía regional, como la extracción de especies forestales, la agricultura migratoria y la ganadería; estas actividades han traído impactos negativos en el ecosistema amazónico, lo cual se ve reflejado en la degradación y erosión de los suelos, perdida del paisaje natural y deterioro del clima.

El bambú, además de contribuir a disminuir la erosión del suelo por medio de su sistema de rizomas y materia orgánica generada, funciona como regulador y protector de recursos hídricos. El suelo, al contar con cobertura vegetal de rápido crecimiento y abundante materia orgánica, se encuentra menos expuesto a la incidencia del sol y es capaz de captar el agua de las precipitaciones con mayor facilidad, incrementando su humedad. El bambú es capaz de almacenar agua en su tallo, la cual es utilizada por la planta en temporadas de sequía, al mismo tiempo que contribuye en mantener la humedad del suelo durante esta época (Matos, 2017).

Bajo estas consideraciones urge contar con tecnologías de manejo del cultivo de bambú para un aprovechamiento sostenible a fin de mejorar el medio ambiente, el paisaje natural, y generar ingresos económicos.

Por tales razones, el presente proyecto de tesis quiere dar a conocer que el efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en diferentes especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en la fase madura en suelos degradados de la zona de Pucallpa generando así un rápido crecimiento del cultivo y se optimizara el

tiempo de aprovechamiento comercial, producción más rápida de nuevos brotes para reemplazar a los que han sido cultivados. En esta fase madura del cultivo requiere de fertilización sobre todo de fósforo (P) para la producción de raíces que conlleva a una producción de nuevos brotes y un rápido crecimiento del material leñoso de la planta.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en la fase madura en suelos degradados de la zona Pucallpa. Ucayali, Perú.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en crecimiento en altura en las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*.
- Determinar la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en crecimiento en diámetro en las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*.
- Determinar la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en la producción de nuevos brotes en las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El bambú se utiliza ampliamente en muchos países del mundo, aunque en la Argentina pasa inadvertido pese a tener especies nativas. Una de las causas de su escasa aplicación es la falta de conocimiento científico. Por ello, investigadores de la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA) y del Instituto de Botánica Darwinion (IBODA, CONICET) identificaron las especies nativas y exóticas presentes en nuestro país y están trabajando en usos novedosos: desde la utilización de las hojas como forraje y las cañas como biocarbón para remediar suelos y aguas contaminadas, o las paredes celulares para la industria química, hasta sus brotes como alimento nutritivo (Tamashiro, 2017).

Xian-min, De-kui, Tian-zhen, Shun-zhen, & Wang (2004), investigaron el efecto de la fertilización balanceada en el rendimiento de bambú con 6 tratamientos y el testigo; en dos años de evaluación la cantidad de brotes por unidad de crecimiento fue mayor que la del tratamiento testigo, la cantidad de brotes por unidad de crecimiento y el peso de los brotes se incrementó significativamente. La fertilización balanceada del bambú incrementa la cantidad, peso y calidad de los brotes y de la madera.

Lárraga Sánchez, y otros (2011) evaluó el efecto de los factores método de propagación (CH, V y SN), especies de bambú (*Ga*, *Bo* y *Bv*) y efecto agronómico, en macetas de polietileno negro. Concluyeron que el método por chusquin (CH) es mejor que el de vareta (V) y segmento nodal (SN). La vareta y el segmento nodal ofrecieron menor supervivencia y reducido número de hijuelos. Mientras que la *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* son las mejores especies en relación a la *Bambusa oldhamii* para la propagación de planta de bambú, independientemente del sustrato que se utilice.

Cubas Delgado & Reyna Padilla (2019), investigó la aplicación de 2 tipos de abonos orgánicos a partir de biomasa de bambú (*Guadua angustifolia*) como una alternativa para la recuperación de suelos degradados utilizando el choclo (*Zea mayz* L.) como planta indicadora seleccionando un área experimental representada por diferentes usos de suelo evaluando el efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Los resultados obtenidos fueron que los abonos orgánicos de biomasa de bambú mejoran el pH, y las características físicas, químicas del suelo es semejante o mayor a otros fertilizantes orgánicos.

Maldonado Caballero (2019), investigó el efecto del tipo y dosis de abono respecto al número de esquejes con brote, crecimiento en altura, y el porcentaje de supervivencia en esquejes de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne f. (Bambú). Obteniéndose como resultado que estadísticamente es iguales las dosis de los abonos y la concentración de los abonos con las dosis. Pero encontraron diferencias significativas entre los tipos de abono en el número de esquejes con brotes que fue uno de los parámetros investigados siendo el mejor tratamiento el humus de lombriz, la gallinaza para el crecimiento en altura de los brotes, la gallinaza y el humus de lombriz para el porcentaje de supervivencia de los esquejes,

Díaz Zuñiga (2020), investigó el comportamiento agronómico de cinco especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y *Guadua sarcocarpa*, en suelos degradados en tres parcelas evaluando el comportamiento agronómico en los parámetros de altura, grosor del tallo, números de brotes (macollamiento). Obteniéndose que el mejor comportamiento agronómico en cuanto a altura fueron las especies de bambú *Guadua weberbaueri* y *Guadua angustifolia*, en macollamiento o números de brotes *Bambusa vulgaris*) y *Dendrocalamus asper*.

Montalvo Zarate (2021), investigó la mejor dosis correcta e influencia de los fertilizantes compuestos Nitrofoska, Bayfolan y Yaramila Complex en el desarrollo de plántulas *Guadua angustifolia* Kunth, en Satipo, evaluando número de brotes por planta de bambú, área foliar, altura, diámetro del tallo y conteo de hojas en un periodo de 5 meses. Los resultados obtenidos fueron que el abono hidrosoluble Bayfolan mostro los mejores resultados en el conteo de brotes, área foliar, altura de planta, diámetro de tallo y conteo de hojas.

Quispe Janampa (2009), investigó el efecto del humus de lombriz con tres especies de bambú *Dendrocalamus asper* y *Gigantochlo apus*, en fase de vivero. Encontró diferencias estadísticas de los tratamientos en comparación con el testigo siendo mejor los tratamientos en las evaluaciones en altura, numero de hojas, brotes y prendimiento.

Rodríguez Infante (2016), evaluó el efecto de diferentes sustratos, en la propagación de *Dendrocalamus asper* (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae. Los sustratos fueron obtenidos de un bambusal, tierra de un bosque de *C. cateniformis*, mezcla de humus (50 %) + sustrato vivero (50 %) (6:3:1), mezcla de humus (40 %) + sustrato vivero (60 %) (6:3:1), aparte se prepararon mezcla de tierra agrícola (58 %), arena (39 %) + roca fosfórica (3 %). Se evaluaron altura de brote principal, números de brotes, número de hojas, porcentaje de prendimiento, incremento en altura de brote principal, número de brotes y número de hojas. Los mejores resultados se lograron con la mezcla de tierra agrícola (58 %), arena (39 %) y roca fosfórica (3 %) en altura, brotes y hojas. En el porcentaje de supervivencia e incremento la mejor respuesta fue en el sustrato mezcla de tierra agrícola (58 %) con arena (39 %) y roca fosfórica (3 %), en el incremento del número de brotes y hojas no hubo diferencias entre ellos.

Sánchez Martínez (2017), investigó la propagación vegetativa *Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en vivero, a través del método de segmentos de ramas, utilizando dos fitohormonas para mejorar el enraizamiento: ácido indolbutirico (AIB) y ácido naftalacético (ANA), propagando 450 segmentos de ramas de las tres especies. No se encontraron diferencias significativas en relación a la supervivencia los porcentajes más altos se obtuvieron con el testigo (sin hormona) y *Dendrocalamus asper*, en relación al número de brotes se evidenció una mayor cantidad en *Dendrocalamus asper*, pero sin diferencia estadísticas de las hormonas aplicadas, aunque no hubo diferencias estadísticas, se observó en

Bambusa vulgaris con la hormona AIB una cantidad y longitud considerable de raíces.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. El Cultivo de Bambú en el Mundo

El bambú, como una fibra natural, crece en muchos de los bosques biológicamente diversos que se encuentran localizados en el sudeste asiático, América Central y del Sur, y en el Caribe. En el sudeste asiático se encuentra la mayor variedad y diversidad biológica de mamíferos; cerca de 200 especies de pájaros y por lo menos 20 de reptiles y 14 especies de anfibios que crecen y viven en los bosques de bambú (Dudley & Stolton, 1996).

La mayoría de la pulpa de bambú que se consume en el mundo hoy, proviene de bosques naturales. De acuerdo con la información reportada por la industria del papel, la demanda global anual de pulpa está alrededor de 1.46 millones de toneladas, de las cuales cerca del 80% proviene de China e India. Pero esto no es una casualidad, debido a que estos países tienen los bosques de bambú tratados con programas muy serios de conservación y manejo sostenibles. Por ejemplo, en India, el bambú se extrae de 60 a 70 bosques protegidos. Sin embargo, la producción de pulpa de papel es sólo una de muchas causas de la pérdida de los ecosistemas necesarios (por ejemplo, para el hábitat de algunas especies como el oso panda). Esto se puede apreciar con el incremento del crecimiento de las ciudades dentro de los bosques naturales de bambú en esa región (Bittu , 2015).

El bambú comienza a ser un producto muy valorado en el mercado mundial; los ecosistemas del bambú aumentan su atractivo para el mercado de industriales e inversionistas. El éxito de ello está basado en la minimización de la destrucción de los bosques naturales que se observa en todo el mundo.

Con un proyecto para aumentar la producción del bambú y expandir su uso a nivel mundial, sólo nace una pregunta: ¿en dónde se producirá tanto bambú para suplir las necesidades de los industriales y productores de papel? La respuesta es, se producirá en el lugar en que salga más económico sembrarlo y explotarlo, en donde no haya leyes ambientales restrictivas y las leyes laborales favorezcan al empleador.

Teniendo en cuenta lo anterior, las plantaciones de bambú se han expandido rápidamente por el sureste asiático y están posicionando los bosques naturales como productores de pulpa y fibra para papel. Como el mercado internacional de pulpa de bambú está creciendo, se han realizados grandes inversiones en Vietnam, India, China, Indonesia y Filipinas para suplir las necesidades de los papeleros norteamericanos, aumentando la presión sobre los ecosistemas y las comunidades indígenas y su hábitat (Bittu , 2015).

China es el país más rico en recursos y especies de bambú, con más de 500 especies de 37 géneros, que cubren 3.8 millones de hectáreas. Las especies

más importantes (teniendo en cuenta el área cultivada y el porcentaje de cultivo) es *Phyllostachys Heterocycla*, variedad pubescens, de la cual hay cerca de 2.6 millones de hectáreas. El bambú ha sido tradicionalmente usado como material de construcción, para artículos de lujo, como manualidades y para la pulpa de papel, en China. Es excelente para estos usos por sus propiedades mecánicas, por sus longitudes y rigidez, y por su fácil y rápido crecimiento.

La región de Centro, Suramérica y el Caribe ofrece un gran potencial para las inversiones y un sinfín de oportunidades comerciales. A pesar de la distancia y el idioma, ya ha atraído la atención de los empresarios taiwaneses. Los programas de cooperación técnica entre la República de China y los países latinoamericanos han tenido gran éxito, mejorando el nivel de vida y la economía de esas naciones.

Otros países observan el éxito en el programa de la India para la producción de bambú, porque el bambú representa gran potencial para economías agrícolas autosuficientes. Su rápido crecimiento y niveles de regeneración por año, hacen al bambú un gran candidato por sus múltiples usos (Bittu , 2015).

2.2.2. Caracterización de la Producción Mundial de Bambú

Existe una organización internacional llamada INBAR, encargada de reunir estados soberanos productores de bambú. La Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR) es una organización internacional creada por 22 estados miembros pertenecientes a la ONU, con sede en Pekín (R. P. China). Mediante una creciente red de organismos y personas participantes de todos los continentes, INBAR desarrolla y ayuda a difundir la tecnología, las técnicas y las soluciones adecuadas para beneficiar a los pueblos del mundo y sus entornos naturales. Fue fundado en 1997 con nueve países miembros. Para ser miembro de INBAR, es necesario tener algo más que interés en el tema a un nivel técnico y tecnológico y se requiere que el país firme el tratado con INBAR, una decisión formal del gobierno del país y un soporte policivo importante.

En marzo de 2001, INBAR contaba con 22 países miembro: Bangladesh, Benín, Bolivia, Canadá, Chile, China, Colombia, Cuba, Ecuador, Ghana, India, Indonesia, Kenya, Malasia, Myanmar, Nepal, Perú, Filipinas, Sri Lanka, Tanzania, Togo y Vietnam. Sin embargo, son algo más de 75 países los que potencialmente pueden pertenecer a esta organización. (International Network for Bambú and Rattan , 1995)

La utilización del bambú y la producción reportada en la actualidad, por cada uno de los países miembro se puede resumir de la siguiente manera:

a) Bangladesh: cerca del 70% de sus casas son hechas en bambú, se han hecho importantes esfuerzos por diseñar la mejor manera de distribución del bambú, siendo este el mayor renglón de exportaciones para este país debido que además ha sido privilegiado con unas condiciones ambientales únicas para su cultivo.

b) **Benín:** su capital Cotonou es famosa por sus construcciones en bambú de los años 50. Los cultivos de bambú se encuentran localizados principalmente en la región este y ha sido tradicionalmente utilizado para la construcción de casas, muebles, para la pesca, para la producción de alcohol, etc. El uso del bambú en las casas es considerado como una solución ante la ausencia de posibilidades diferentes y económicas de construcción.
c) **Bolivia:** es un importador de bambú desde los países vecinos, lo usa en construcción y en manufactura artesanal; además, de otros usos. Este país está pensando en aumentar su producción de especies comunes de bambú, para de esta manera reducir sus importaciones.
d) **Canadá:** los mayores cultivos naturales de bambú están en Canadá, este país ha tenido un soporte activo para este sector desde los 70s, a través de una agencia destinada para esta labor, llamada IDRC. La Fundación Canadiense inició y sostuvo una red de producción informal de bambú desde 1984 hasta 1997, siendo el soporte ideológico y cognoscitivo de lo que hoy se conoce como INBAR.
e) **Chile:** tiene gran abundancia de bambú nativo. Es utilizado para artesanías, como material de construcción, objetos domésticos y otros implementos de uso diario.
f) **China:** la importancia del bambú para China, y la importancia de China en sí para el sector del bambú, no puede pasar inadvertida. Con una tradición que por lo menos del año 2500 AC; el país cuenta con 30000 pequeñas empresas explotadoras del bambú, con el empleo de millones de personas, 60% de los cuales son mujeres. Se cree que cerca de 1000 especialistas en bambú son empleados para el cuidado y la investigación en los bosques.
g) **Colombia:** Cuenta con una rica tradición de uso del bambú, y la evidencia sugiere que este material fue el principal en las primeras construcciones hechas en áreas deshabitadas. Hoy en día hay un renovado interés en el bambú, especialmente por la protección que presta a las edificaciones durante un terremoto. El bambú también es usado en muchos proyectos de conservación ambiental y en proyectos de reforestación.
h) **Cuba:** es uno de los mayores consumidores a nivel mundial de bambú e importa grandes cantidades del Sudeste asiático. Este país ha iniciado un ambicioso programa para desarrollar plantaciones de bambú, obviando el hecho de que el bambú no es nativo de Latinoamérica ni del Caribe. Algunas variedades vietnamitas y chinas han sido introducidas con éxito, y científicos cubanos han recibido entrenamiento para el cuidado y la producción del bambú en algunos de los institutos líderes del sudeste asiático.
i) **Ecuador:** es un país que cuenta con una topografía abrupta y variada con gran variedad de zonas tropicales, vegetación, aves y vida salvaje. Es uno de los países más ricos en diversidad de flora y fauna. Ecuador tiene tal vez la tradición más antigua de uso de bambú en Sudamérica. Excavaciones han mostrado que el uso del bambú en construcción data de hace 4500 años. El país emprendió un programa para incentivar el uso de recursos provenientes

del bambú, haciendo uso de la tradición tan rica de sus conocimientos, sobre los que han basado su desarrollo socio-económico y valiéndose siempre de la tecnología foránea.

j) **Ghana:** de los recursos provenientes del bambú, ha derivado el desarrollo de pequeñas y medianas empresas que han generado riqueza y empleo; destacando, especialmente, la labor de la mujer campesina. Actualmente, se hacen inventarios e investigaciones de las diversas especies de bambú y los medios para su distribución.

k) **India:** tiene la mayor cantidad de recursos de bambú en cuanto al número de especies y al área cultivada. El bambú ocupa cerca del 13% de los bosques de este país y está asociado con el nivel de vida de millones de habitantes, por constituir una importante fuente de sustento, comida y medicina.

l) **Indonesia:** ha sido uno de los mayores productores y proveedores de bambú en el mercado mundial por mucho tiempo. El gobierno interactúa proactivamente con el sector; su reciente interés en el bambú ha contribuido con la creación de políticas ambientales que le agregan valor al producto.

m) **Kenya:** fue el quinto país africano que firmó el tratado INBAR. El bambú en Kenya es usado para cercas de casa, en las construcciones, floreros, basureros, palillos mondadientes, palos de incienso, entre otros. Muchos de los habitantes de las zonas urbanas, semi-urbanas y zonas rurales, derivan su sustento de la realización de varias actividades de la producción del bambú o del sistema de distribución de estos, incluyendo el ensamblaje, transporte, procesamiento, empaque y venta. El gobierno ha manifestado su interés en desarrollar y aprovechar sosteniblemente un vasto sector sembrado de bambú en el país.

n) **Malasia:** es un país líder en la región del sudeste asiático y ha desarrollado la producción y utilización de tecnologías, principalmente relacionadas con el bambú y admiradas por los países vecinos. Las investigaciones se han enfocado principalmente en el uso de tecnologías que puedan beneficiar a los pequeños productores y pequeñas empresas, con una gran aplicación no sólo en Asia sino también en países africanos.

o) **Myanmar:** El producto más importante para los campesinos es el bambú y se han tomado muchas e importantes medidas para garantizar su explotación sostenible y controlada. La firma del tratado de INBAR forma parte del gran interés por conocer y desarrollar estos recursos para beneficio del común de la población.

p) **Nepal:** El bambú es el más importante componente de los bosques del sector, que contribuye con cerca del 15% del producto interno bruto de este país. Nepal ha hecho uso extensivo del bambú en bosques cultivados, especialmente para proteger los reservorios de agua y los ecosistemas frágiles de las montañas.

q) **Perú:** Aunque el bambú no es nativo de la región latinoamericana, si se produce en la zona. El gobierno peruano ha actuado como líder en la región

al ser el primer país que se acogió al tratado, reconociendo el potencial del bambú, especialmente en los países montañosos.

r) **Filipinas:** Aunque es un país pequeño, siempre ha sido un gran productor de bambú para el mercado mundial, con un consumo significante de sus derivados. Se estima que cerca de 30000 personas se involucran directamente en la producción y procesamiento de este.
s) **Sri Lanka:** el bambú genera cerca de 3000 empleos en la industria, de los cuales la mitad son para mujeres. Se estima que el 25% de la población empleada trabaja con bambú.
t) **Tanzania:** fue el primer país africano que firmó el tratado de INBAR, por lo que ha sido un punto de gran atención en la zona. Ha sido el primero en experimentar con bambú para atender las necesidades dentro de la infraestructura del país, como en tanques de agua, y tuberías.
u) **Vietnam:** el bambú crece en toda la región, y juega un papel importante en el diario convivir de sus habitantes, como material de construcción, recurso energético, pulpa de papel, etc. La demanda de bambú continúa su incremento y se le ve un gran potencial para el desarrollo socioeconómico del campo y las áreas montañosas.

Otra de las grandes organizaciones a nivel internacional se llama International Bamboo Association (IBA) I. La ayuda internacional que recibe esta organización, va encaminada a facilitar, coordinar y expandir las actividades conexas a las sociedades regionales y organizaciones relacionadas, y a patrocinar la creación de nuevas sociedades interesadas en bambú, en áreas en las cuales se produce naturalmente (International Network for Bambú and Rattan , 1995).

2.2.3. La Cadena de Valor del Bambú en el Perú

Cada vez más, el bambú está teniendo protagonismo, por ser un recurso ecológico, económico y sostenible. Sin embargo, a pesar de ser un excelente recurso, amigable con el medio ambiente, económico y rentable, aún es muy poco conocido y en muchos lugares es considerado como un material para los pobres. En el Perú, el bambú es comúnmente usado para la construcción de viviendas, se pueden encontrar dos tipos de presentaciones, tales como caña rolliza y caña chancada; asimismo, puede estar preservada y sin preservar. Generalmente es utilizado en construcciones de casas de playa, hoteles, centros turísticos y recreativos, restaurantes, casas, entre otros. Existe una norma, que establece los lineamientos técnicos que deben seguirse de manera obligatoria para el diseño y construcción de edificaciones sismo resistentes con bambú, es la E.100, mediante Decreto Supremo N° 011-2012-VIVIENDA.

La zona de mayor producción de bambú se encuentra en el Distrito de La Florida, Provincia de Cajamarca, asimismo, existen plantaciones en las regiones de Piura, San Martín, Amazonas, entre otros. La mayoría de los productores de bambú cultivan el bambú como un cultivo complementario a sus cultivos

agrícolas principales, tales como el café, cacao, entre otros. Cultivar bambú ha sido rentable para ellos porque les ha permitido generar un ingreso adicional que suma a su economía familiar. Su producción está orientada, en mayor parte, al mercado de construcción de viviendas, un mercado que se viene desarrollando en el país con miras al crecimiento. La demanda del bambú está conformada por arquitectos, albañiles, artesanos, diseñadores, entre otros, (Morocho Galarza & Gutiérrez Tejada, 2018).

Después del último desastre natural causado por el Fenómeno del Niño, el bambú ha tenido mayor protagonismo, debido a que ha sido considerado como un producto potencial y que contribuye en la protección de suelos, actúa como defensa ribereña de los ríos, es una gran alternativa para la reforestación e incluso para la construcción de viviendas.

En el Perú, la cadena de valor del bambú se encuentra débil y poco desarrollada, su desarrollo y fortalecimiento es muy importante porque permitirá a cada actor que interviene en la cadena aprovechar mayores oportunidades. Asimismo, porque exigirá que todos los actores que intervienen en la cadena se articulen, ya que ello les permitirá la interconexión e interrelación entre ellos mismos para generar relaciones de confianza, apoyo y cooperación y lograr los objetivos planteados, satisfacer las necesidades que exige el mercado, lograr obtener un producto de calidad y competitivo dirigido a un mercado que cada vez es más exigente, obtener mayores beneficios, reducir riesgos e impulsar más el desarrollo del bambú (Morocho Galarza & Gutiérrez Tejada, 2018).

2.2.4. Distribución del Bambú

El bambú se encuentra distribuido en todos los continentes, con excepción de Europa y en las zonas polares existen bambúes nativos. Los bambúes tienen un rango de distribución muy amplio, desde los 51° de latitud norte (*Sasakurilensis*) hasta 47° de latitud sur (*Chusquea culeou*); y desde el nivel del mar hasta los 4,300 metros de altura. En América, existen 41 géneros y 451 especies, las cuales se distribuyen desde los Estados Unidos (*Arundinaria gigantea*), hasta el sur de Chile (*Chusquea culeo*), pero la mayoría se encuentran entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (MINAGRI, 2018) en altitudes bajas y medias y son abundantes en regiones cálidas y tropicales.

Para el caso del Perú, se reportan especies nativas distribuidas en la costa, en zonas alto andinas y en la vista región amazónica. Considerando la necesidad de información, se han identificado zonas productoras en las regiones de Piura, Cajamarca, Amazonas, Huánuco, San Martin, Loreto, Ucayali, etc. Las especies con mayor dominio son del género Guadua, como también especies del género Bambusa y Dendrocalamus.

Tabla 1. Principales géneros de bambú en el Perú (MINAGRI, 2018)

Genero	N° Especies Nativas	Genero	N° Especies Nativas
Arthrostylidium sp	2	*Aulonemia sp*	7
Chusquea sp	22	*Bambusa sp*	5
Elytrostachys sp	1	*Dendrocalamus sp*	1
Guadua sp	5	*Phyllostachys sp*	2
Merostachys sp	1	*Gigantocloa*	1
Neurolepis sp	2		
Rhipidocladum	2		

Las especies que se adaptan a las regiones del Perú tenemos:

- Región Andina:
  - *Phyllostachys sp*.
  - *Chusquea sp*.
- Región Selva y Ceja de Selva:
  - *Guadua angustifolia*.
  - *Bambusa vulgaris*.
  - *Dendrocalamus asper*.
  - *Guadua angustifolia* Kunth.

Son las especies más reconocidas para la amazonia peruana, por ser nativa y un cultivo ideal y de fácil desarrollo.

- Especies para la Costa:
  - *Bambusa vulgaris*.

2.2.5. Características Generales de la Especie

2.2.5.1. Taxonomía

a) *Guadua Angustifolia*

Según (Stallman, 2016), (Villada, 2014) & (Matos, 2017) clasifican de la siguiente manera.

Superreino	:	Eucariota
Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Bambusoideae
Supe tribu	:	Bambusoideae
Tribu	:	Bambuseae
Subtribu	:	Guaduinae
Género	:	Guadua
Especie	:	*G. angustifolia*

b) *Guadua weberbaueri*

Es una especie de aglomeración de bambú que se encuentra en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Perú y Venezuela (Grandtner, 2017).

Reino : Plantae
Orden : Poales
Familia : Poaceae
Género : Guadua
Especies : *G. weberbaueri*

c) *Bambusa vulgaris*

Bambusa vulgaris desarrolla unos tallos muy macizos que pueden alcanzar una altura de hasta 15 metros y un grosor de entre 5 y 9 cm, rectos y erectos en su base y ligeramente caídos en el ápice. Los internudos tienen una longitud 20 a 30 cm, presentan estriación longitudinal y un color verde intenso en las poblaciones naturales. Dos de los cultivares más utilizados en jardinería *Bambusa vulgaris* cv. Vittata y *Bambusa vulgaris* cv. Wamin presentan características diferentes siendo los internudos de la primera amarillos con franjas verdes y los del segundo más cortos y ensanchados basalmente de lo habitual.

A partir de los nudos desarrolla las hojas y las inflorescencias en grupos compactos. Las hojas son característicamente lanceoladas y glabras tanto en el haz como en el envés. Tienen entre 10 y 30 cm de longitud y entre 1,3 y 2,5 cm de anchura. Las inflorescencias son pseudoespiguillas lanceoladas y bífidas de entre 2 y 3,5 mm de longitud y entre 0,4 y 0, 5 mm de anchura, (Watson, 2017)

Reino : Plantae
Orden : Poales
Familia : Poaceae
Subfamilia : Bambusoideae
Tribu : Bambuseae
Subtribu : Bambuseae
Género : Bambusa
Especie : *B. vulgaris*

2.2.6. Requerimiento del Cultivo de Bambú

2.2.6.1. La Plantación de Bambú

Las plantas de bambú exigen abundante luz al inicio de su desarrollo; por lo que el terreno debe estar libre de sombra. En terrenos inclinados o susceptibles a la erosión, la sombra se elimina mediante podas y chapeos, usando el método de anillamiento o corona, que consiste en eliminar totalmente las malezas del suelo alrededor de las plantas en un diámetro de 1.5 m (Díaz Zuñiga, 2020).

Tabla 2. Distanciamiento entre planta y planta. (Díaz Zuñiga, 2020)

Porte final del bambú	Especié típica	Marco de plantación (metros)	
		Dist. Entre plantas	Dist. Entre líneas
Pequeño	*Bambusa oldhamii*	5	5 o 6
Mediano	*Bambusa vulgaris*	6	6 o 7
Grande	*Guadua angustifolia*	Entre 5 y 7	Entre 5 y 7
	Dendrocalamus spp.	Entre 7 y 9	Entre 7 y 9

De otro lado, Valdez (2016), afirma que los distanciamientos dependen de la calidad del suelo, de la disponibilidad del terreno, de la especie y los fines para los que se desee utilizar el bambú.

2.2.6.2. Requerimiento Hídrico y Clima

El rango de requerimientos pluviométricos promedios del bambú va desde un mínimo de 1,000 mm hasta más de 4,050 mm. Se requiere que lluevan al menos 100 mm/mes durante 6 meses para garantizar el desarrollo del bambú. El desarrollo y emergencia de los brotes requiere de al menos 100 mm y los rizomas crecen con 200 mm o más al final del verano (agosto-septiembre).

Es bueno que las plantaciones de bambú se realicen con las primeras lluvias de las estaciones lluviosas para garantizar la humedad requerida en el suelo para el desarrollo de las plantas.

Las plantas adultas pueden resistir un tiempo la inundación o saturación total del suelo, pero las nuevas son relativamente susceptibles tanto a los excesos como a las deficiencias de agua.

La mayoría de los bambúes se desarrollan en temperaturas que varían entre los 9º C. y los 36º C. Sin embargo, algunas especies se desarrollan a temperaturas más frías, tales como algunas especies del género Arundinaria que resiste las heladas de Chile (Xian-min, De-kui, Tian-zhen, Shun-zhen, & Wang, 2004).

2.2.6.3. Suelo y Pendientes

El bambú prefiere los suelos aluvionales y bien drenados. No resiste suelos salinos. Algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH de hasta 3.5, pero en general el pH óptimo se encuentra entre 5.0 y 6.5. Los bambúes crecen bien en pendientes empinadas, pero no resisten los fuertes rayos solares. El bambú es una especie de hábito forestal, por lo que responderá muy bien si encuentra o se le dispone un mulch (cubierta vegetal) abundante, por otro lado, le gusta tener un suelo aireado razón por la cual es bueno incorporar lombrices para que efectúen esta labor. Es aconsejable además que las hojas que caen no se recojan, sino que se coloquen alrededor de los troncos o culmos donde han de reciclar la sílica y otros elementos necesarios para el bambú.

2.2.7. Etapas de Desarrollo de una Plantación de Bambú

El manejo del bambú está basado en el desarrollo fisiológico del tallo. El bambú adquiere su máximo desarrollo en menos de un año después de haber brotado

del suelo o más bien, luego de su establecimiento en el campo, pero no estarán listos para su uso en construcciones hasta alcanzar su plena madurez y dureza. En la mayoría de los bambúes, este período termina entre los 2 y los 6 años. Antes de este tiempo, son relativamente suculentos y las células no han producido suficiente tejido leñoso. En este período se endurecen y adquieren la consistencia o resistencia necesaria para darle un uso diferente al alimento. El desarrollo de una plantación de bambú tiene diferentes etapas conforme a la edad y apariencia de las plantas. Estas etapas son cualitativas y deben desarrollarse para cada especie (Díaz Zuñiga, 2020).

En un área poblada naturalmente por bambú normalmente se consideran las siguientes:

a) Fase de renuevo o Brotación: Es aquella en la que los culmos, cogollos o brotes están emergiendo, los entrenudos no se han elongado o estirado y están presentes las hojas caulinares. Temporalmente corresponde a edades menores de 180 días.
b) Fase juvenil: También es llamada biche. En ella las hojas caulinares están parcialmente caídas, las ramas empiezan a desarrollarse, el color de los brotes es de un verde intenso. La mayoría de los entrenudos se han desarrollado en tanto que los nudos comienzan a presentar una coloración blancuzca. Este período va de 6 a 12 meses.
c) Fase madura, adulta o comercial: Los tallos se tornan a verde pálidos, las ramas están totalmente desarrolladas, la madera se torna resistente y si la zona es relativamente húmeda los tallos presentan algunos líquenes. Ya se puede hacer el aprovechamiento. Este período va desde 1 a 4 años.
d) Fase de sazonamiento: La madera empieza a perder resistencia y se va llenando de líquenes. El follaje es poco denso y el color de los tallos es verde-pálido y amarillento. Va de 4 a 6 años.
e) Fase sobre madura o vieja: Se empiezan a notar signos de degradación en los culmos (quebraduras o rajaduras en los tallos). Hay poco follaje en las ramas y todo de la apariencia y sensación de estar seco.

2.2.8. Labores Culturales

Cuando el cultivo del bambú se mantiene como un cultivo manejado, esto permite su fomento y aprovechamiento en todas las fases de su ciclo biológico. Entre los cuidados y labores que hay que llevar para mantener el bambú como cultivo sostenido están:

a) Limpieza del bambú: Durante los primeros meses de establecimiento del bambú es conveniente realizar una o dos limpiezas para reducir la competencia con las malezas. Luego de esto, la actividad de limpieza se realiza para mantener una plantación bonita y sana. Para ello:
- Se deben cortar y sacar todas las hojas caídas, partidas o dobladas.
- Eliminarse las ramas que impidan el movimiento dentro de la plantación

- Eliminar tallos enfermos, secos o deformes, así como los tallos que han cumplido su función.

b) Fertilización: En terrenos de baja fertilidad o después de un entresaque, se puede abonar las plantas para que los nuevos rebrotes se desarrollen vigorosos y resistentes; ya sea con estiércol o con otros abonos comerciales.

Una fórmula ensayada por la Universidad de Colombia, para guadua (*Guadua angustifolia*), en la etapa inicial de plantación con muy buenos resultados, es la aplicación de 60 gr. de urea; 100 gr. de superfosfato triple; 80 gr. de cloruro de potasio y 20 gr. de bórax, a plantas individuales. Ensayos realizados en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, han dado resultados satisfactorios aplicando 44 lb /tarea de sulfato de amonio y 14 lb de superfosfato triple y cloruro de potasio en dos aplicaciones en la especie Bambusa vulgarum (Díaz Zuñiga, 2020).

2.2.9. Uso y Aprovechamiento

Hay especies muy dinámicas cuya frecuencia de brotación y velocidad de crecimiento, les permite producir diferentes estados y estructuras de su biomasa en corto tiempo. En las especies que son aptas para la alimentación se cortan los brotes tiernos antes de 30 días. Este período también puede aprovecharse para producir varas deformadas para uso decorativo empleando formaletas o moldes. Cuando las varas alcanzan de seis (6) meses a un (1) año de edad, se emplean en la elaboración de canastos, esteras, carteras, paneles, pajillas y otros tipos de tejidos. Entre los dos (2) y tres (3) años las varas se utilizan principalmente en la elaboración de tableros de esterilla y cables. Después de los tres (3) años se emplean en la construcción de estructuras y en la fabricación de pulpa y papel.

a) El bambú como alimento

A partir de la germinación o brote de las yemas, la primera utilización que se le da al bambú es como alimento humano. Con este propósito se utilizan brotes o cogollos de 10 o 15 días de edad o como muy tardíos 30 días. Para fines de crianza de animales las hojas se pueden emplear muy reducidamente como forraje. Las semillas, por su parte son apetecidas por numerosos pájaros.

En la China los osos Panda dependen enteramente de los brotes tiernos para su alimentación. Por otro lado, las hojas de algunas especies son utilizadas para envolver alimentos durante su preparación.

b) Utilización del tallo del bambú

Cuando no se utiliza como alimento, se diversifica enormemente el potencial de uso del tallo de bambú. El primer uso es muy rudimentario como tubería de conducción de agua, o varilla de construcción, o poste, o para construir casi cualquier parte de una casa, o conformar parte de sus utensilios.

El segundo uso es ya menos rudimentario y está constituido por su transformación en una forma artesanal a mobiliarios, utensilios, artículos decorativos y manualidades. Todos estos usos van a depender de cada especie y de la edad del tallo, gracias a los diferentes grados de dureza, flexibilidad y resistencia que el bambú va adquiriendo a medida que transcurre la primera etapa de su maduración o sazonamiento. En las especies comerciales, esto ocurre entre los 2 y 4 años de edad del bambú (Díaz Zuñiga, 2020).

2.2.10. El Fósforo en el Sistema Suelo-Planta

El fósforo es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y ocurre conjuntamente con el nitrógeno y el potasio como constituyente primario de los seres vivos, vegetales y animales. El fósforo posee una serie de funciones en el metabolismo vegetal y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Desempeña funciones estructurales en las macromoléculas como los ácidos nucleicos y de transferencia de la energía en los procesos metabólicos de biosíntesis y degradación. A diferencia de los nitratos y sulfatos, los fosfatos no son reducidos en la planta y permanecen en su forma más altamente oxidada (Marschner, 2018).

El fósforo es absorbido principalmente durante el crecimiento vegetativo y luego la mayoría del fósforo absorbido es movilizado a los frutos y semillas durante las etapas reproductivas. Las plantas con deficiencias de fósforo tienen un crecimiento retardado (reducción del crecimiento celular y de la expansión foliar así como de la fotosíntesis y de la respiración) y a menudo presentan un color verde oscuro (más alta concentración de clorofila) y rojizo (aumento de la formación de antocianinas). Se ha indicado que el nivel de abastecimiento de fósforo durante los estados reproductivos regula el fraccionamiento entre las hojas y los órganos reproductivos, siendo este efecto esencial para las leguminosas fijadoras de nitrógeno (Marschner, 2018).

Este elemento nutritivo es absorbido por las plantas a partir de la solución suelo como aniones ortofosfato monovalente (H_2PO_4) y divalente (HPO_4), cada uno representando un 50 por ciento del fósforo total en la solución a un pH cercano a la neutralidad (pH 6-7). A un pH entre 4 y 6, el anión ortofosfato monovalente (H_2PO_4) representa casi el 100 por ciento del fósforo total en la solución. A un pH 8, el anión monovalente (H_2PO_4) constituye el 20 por ciento y el divalente (HPO_4) el 80 por ciento del fósforo total en la solución (Black, 1968).

2.2.11. Funciones del Fósforo en las Plantas

Las plantas absorben la mayoría del fósforo (P) como el ion ortofosfato primario (H_2PO^{-4}). Las plantas también absorben pequeñas cantidades de P como ion ortofosfato secundario ($HPO^{=4}$). El pH del suelo influye en gran parte en la absorción de estas dos formas de P por la planta. Las plantas pueden utilizar otras formas de P, pero en menores cantidades que el ortofosfato. Las concentraciones más altas de P en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de los puntos de crecimiento. Debido a que el P se mueve rápidamente de los

tejidos viejos a los tejidos jóvenes, las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que las plantas maduran, la mayor parte del P se mueve a las semillas o al fruto.

El P desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. El P mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos y es además vital para la formación de la semilla. El P está involucrado en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente.

El P ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. Además, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y adelanta la madurez, es importante para rendimientos más altos y calidad de los cultivos (Díaz Zúñiga, Manual de Fertilidad de Suelos, 2018).

2.2.12. Movimiento del Fósforo en el Suelo

El P se mueve muy poco en la mayoría de los suelos. Por lo general se queda en el lugar en que es puesto ya sea por la intemperización de los minerales o por la fertilización. De modo que, el P que se pierde por lixiviación es muy poco, si bien es cierto que éste se mueve con mayor facilidad en los suelos arenosos que en los arcillosos. La erosión superficial (escurrimiento) puede remover las partículas de suelo que contiene P. Las pérdidas importantes de P ocurren únicamente por escurrimiento o por la remoción efectuada por las plantas.

Prácticamente todo el P del suelo se mueve por difusión, un proceso lento y de corto alcance, que depende de la humedad del suelo. La difusión en los suelos secos es extremadamente baja. El K también se mueve por difusión, pero éste es más soluble que el P, de modo que tienda a moverse a distancias mayores. Si comparamos las distancias a que se muevan el N, P, K y Ca desde su punto de ubicación, vemos cuán libremente se mueve el N (como NO^3) en el suelo.

¿Cuánto se mueve realmente el P en el suelo? Si el P en un suelo franco (migajón) se encuentra a más de 0,6 cm de una raíz, nunca se acercará lo suficiente para ser absorbido por la raíz. Las raíces de un cultivo en crecimiento, de acuerdo con estimaciones, sólo entran en contacto con el 1% al 3% del suelo de la capa arable.

En términos prácticos, esto significa que el suelo debe tener un suministro adecuado de P para mantener un crecimiento óptimo del cultivo. El nivel de P del suelo en toda la zona donde crecen las raíces debería ser lo suficientemente alto para asegurar P DISPONIBLE durante cada etapa del crecimiento (Díaz Zúñiga, Manual de Fertilidad de Suelos, 2018).

2.2.13. Factores que Afectan la Disponibilidad del Fosfato

La mayoría de los cultivos recupera sólo una pequeña parte del P de los fertilizantes durante el primer año de aplicado. El porcentaje de recuperación es muy variable. Depende de la fuente de P, tipo de suelo, cultivo, método de aplicación y clima. Por lo general es menor del 30%. Pero una buena parte de P residual estará disponible para los cultivos siguientes. La disponibilidad de P depende de numerosas condiciones del suelo:

a) Tipo de arcilla: Los suelos ricos en arcillas caoliníticas (en zonas de alta pluviosidad y temperatura) retienen o "fijan" más P agregado en otros suelos. (El término, "fijación", describe la retención de P en los suelos). Independientemente del tipo de arcilla, el P de los fertilizantes es convertido rápidamente a formas menos disponibles.

b) Cantidad arcilla: Los suelos con alto contenido de arcilla fijarán más P que aquellos que contienen cantidades menores.

c) Época de aplicación: Mientras mayor sea el tiempo de contacto entre el P añadido y el suelo, mayores serán las oportunidades de fijación. En suelos con alta capacidad de fijación, el cultivo debe usar el P del fertilizante antes de que éste sea fijado. En otros suelos, la utilización de P puede durar por muchos años. Este periodo crítico --- (cuánto tiempo después de la aplicación puede la planta utilizar el P en forma efectiva) --- determina el calendario de fertilización. ¿Debemos aplicar el fósforo ocasionalmente en cantidades, como en una rotación, o debemos aplicarlo con mayor frecuencia y en cantidades más pequeñas?

d) Aireación: El oxígeno es necesario para el crecimiento de las plantas y la absorción de nutrientes. También es esencial para la descomposición microbiológica de la materia orgánica del suelo, una de las fuentes de P.

e) Compactación: La compactación reduce la aireación y el espacio poroso de la zona radicular. Esto reduce la absorción de P y el crecimiento de las plantas. La compactación también reduce el volumen del suelo que las raíces pueden penetrar, limitando en esta forma su acceso al P del suelo.

f) Humedad: Al aumentar la humedad del suelo a niveles óptimos, se aumenta la disponibilidad de P para las plantas. Pero el exceso de humedad excluye el oxígeno, limitando el desarrollo radicular y reduciendo la absorción de P.

g) Condición del fosfato en el suelo: Aquellos suelos que han recibido fosfato en cantidad mayor de la que los cultivos han removido por varios años puedes presentar un aumento en el nivel de P --- suficiente como para reducir los niveles de fertilización, si el P en el suelo es lo suficientemente alto. No deje que el suelo llegue a niveles bajos en P.

h) Temperatura: Cuando las temperaturas son adecuadas para permitir un buen crecimiento de las plantas, la disponibilidad de P.

2.2.14. Forma de Aplicación del Fósforo

Si un agricultor busca obtener retornos máximos de su inversión en P, su mejor opción es ponerlo es bandas. Pero a medida que los niveles de fertilidad aumentan, las ventajas del bandeado desaparecen. Los rendimientos potenciales suben. De manera que la decisión de si ponerlo en bandas o al voleo dependerá enormemente de la filosofía de manejo del agricultor. ¿Fertiliza él para obtener un remoto máximo por el dinero invertido en su fertilizante o para obtener ganancias máximas por hectárea de producción?

La aplicación al voleo incorporada con arado tiene varias ventajas:

- Es posible aplicar dosis altas sin perjuicio para la planta.
- La distribución en la zona de enraizamiento favorece un enraizado más profundo, mientras que la colocación en bandas produce concentraciones de raíces alrededor de la banda.
- Un enraizamiento más profundo permite un mayor contacto raíz-suelo, proporcionado una reserva mayor de agua y nutrientes.
- La aplicación al voleo es la única forma práctica de aplicar P granulado en los pastizales y praderas establecidos.
- La incorporación del fertilizante aplicado al voleo puede asegurar una alimentación completa para ayudar a sacar el máximo provecho de las condiciones favorables durante toda la estación de crecimiento.

Si bien es cierto que la aplicación superficial del P es por lo general la forma menos eficiente de fertilizar cultivos de hilera, la siembra sin labranza constituye una excepción para la mayoría de los casos. Cuando un cultivo como el maíz es sembrado sobre pastos o paja muertos o rastrojos de cultivos, sin labranza previa, la aplicación superficial del P generalmente aumenta los rendimientos tanto como si se incorpora.

Con los residuos superficiales, los niveles de humedad favorecen el enraizamiento superficial. Esto permite a las raíces utilizar P en o cerca de la superficie. En condiciones de fertilidad baja y clima seco, probablemente el enterrarlo pudiera ser más eficiente. En Nebraska se ha visto que el P en bandas es importante para el maíz sin labranza.

Aun en siembras sin labranza, el arar cada cuatro o cinco años ayudará a distribuir en P y K acumulado en la superficie. Muchas veces esto no se puede hacer por las pendientes pronunciadas donde esto se efectúa.

Las investigaciones han demostrado que la aplicación “zona” es efectiva, algunas veces mejor que el bandeado o aplicaciones al voleo incorporadas con arado. Este método aplica el fertilizante en bandas en la superficie, y luego éstas son incorporadas con arado. Este método aplica el fertilizante en bandas en la superficie, y luego éstas son incorporadas con el arado. La tabla que sigue

compara la aplicación al voleo incorporada con arado (Díaz Zúñiga, Manual de Fertilidad de Suelos, 2018).

La colocación del P en chorros con la semilla de cereales pequeños requiere menor cantidad de fertilizante que las aplicaciones al voleo para producir un determinado incremento en los rendimientos. Pero puede consumir un tiempo valioso en periodos críticos de la primavera. La colocación directamente detrás del chorro (siembra en bandas) para las forrajeras es mejor que la colocación al voleo. Tanto los tomates como las cebollas han respondido mejor si el P se coloca directamente bajo la semilla o plántula.

Se ha encontrado que la aplicación doble de amoniaco anhídrido y polifosfatos de amonio en el momento de la siembra del trigo es superior a las aplicaciones al voleo o aplicaciones en banda de polifosfatos de amonio.

Algunas veces se combina la aplicación en banda y al voleo para conseguir mejores resultados. Esto asegura en suministro de P temprano para el desarrollo de la plántula y una reserva de nutrientes para el resto de la estación. El efecto de arranque obtenido con la aplicación en banda; aun en suelos con altos contenidos de P, a menudo es importante cuando las temperaturas son bajas. Esta condición es común a los cultivos que se siembran temprano. Las hortalizas, papas por ejemplo, responden al P en bandas, aun en suelos ricos en P (Díaz Zúñiga, Manual de Fertilidad de Suelos, 2018).

2.2.15. Fuentes de Fertilizantes Fosfatados

El fosfato mineral es el material básico en casi toda la producción de fertilizantes fósforosos. Los depósitos de roca más importantes son materiales sedimentarios, que yacían en camas debajo del océano y que luego fueron llevados hacia arriba con la masa terrestre.

Las reservas mundiales conocidas de fosfato mineral son enormes --- cerca de 100 mil millones de toneladas. Cerca de la mitad de éstas pueden ser recuperadas en forma económica para las condiciones de hoy en día. Esta cifra representa fosfato suficiente para satisfacer el consumo presente por cientos de años. A medida de la economía cambia es posible que cantidades aún más grandes sean recuperadas.

Los depósitos de EE.UU. (fosforita) se encuentra en Florida, Carolina del Norte, Tennessee, Idaho, Montaña, UTA y Wyoming. Estos depósitos representan cerca de 30% de las reservas mundiales. La producción de Florida y Carolina del Norte representan más de tres cuartos del total en EE.UU. y el restante de los estados del Oeste y de Tennessee (Díaz Zúñiga, Manual de Fertilidad de Suelos, 2018).

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **Tratamientos:** es el procedimiento aplicado a uno o más de las variables independientes que genera o no un cambio en los valores de la(s) variables dependientes. (www.wikipedia.org, 2022)
- **Dosis:** es una cantidad medida de un medicamento, nutriente o patógeno que se administra como una unidad. Cuanto mayor es la cantidad entregada, mayor es la dosis. (www.wikipedia.org, 2022)
- **Fertilización:** Consiste en proporcionar a la planta los fertilizantes (sólidos o líquidos) que se han seleccionado y preparado previamente. (Cámara, 2017)
- **Efecto agronómico:** son los efectos de los sistemas de cultivo que mejoran el suelo (SICS) en rendimiento de los cultivos. (Proyecto SoilCare, 2022)
- **Comportamiento agronómico:** son labores culturales que se hace en un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área, también llamado Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) tales como: riego, aporque, despunte, resiembra, deshije, podas, decapitación floral. (www.wikipedia.org, 2022)

CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación fue de carácter exploratoria, descriptiva, experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), correlacional, de laboratorio y campo (Mejía, 2005).

3.2. POBLACION Y MUESTRA

3.2.1. Población

La presente investigación se consideró a la población a las especies de bambú ubicadas en las parcelas de investigación de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo cinco especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri*, *Guadua sarcocarpa*, *Dendrocalamus asper* y *Bambusa vulgaris*, distribuidos en 3 bloques. Cada bloque está formado por 16 plantas haciendo un total de 240 plantas de bambú.

3.2.2. Muestra

Fueron los datos tomados de tres especies de bambú: en cada Unidad Experimental (UE) con tres repeticiones, cada UE estaba conformado por 16 plantas de bambú haciendo un total de 144 plantas de bambú con los tratamientos aplicados incluido el testigo, que son especies de bambú sin la aplicación de las tres dosis de fósforo (P2O5) como fuente de SFT.

3.3. DISEÑO ESTADISTICO

Se utilizó un arreglo factorial de dos factores y el testigo: 3x3+1 en un BCR con 3 repeticiones a un α=0.05. Fueron 16 plantas en una Unidad Experimental (UE) incluida el testigo; cada UE con tres (3) repeticiones que son igual a 9 UE distribuidos en 3 Bloques.

a) Factor A: Fósforo (P_2O_5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT)

- a_1= 30 kg/ha.
- a_2= 60 kg/ha.
- a_3= 90 kg/ha.

b) Factor B: Especies de bambú

- b_1= *Guadua angustifolia*.
- b_2= *Guadua weberbaueri*.
- b_3= *Bambusa vulgaris*.

c) Tratamientos (combinación del factor A y factor B)

$T_1 = a_1b_1$……. $T_9 = a_3b_3$

- T_1: a_1b_1
- T_2: a_2b_1
- T_3: a_3b_1
- T_4: a_1b_2
- T_5: a_2b_2
- T_6: a_3b_2
- T_7: a_1b_3
- T_8: a_2b_3
- T_9: a_3b_3

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Descripción de los Tratamientos
T_0: testigo	N-K (Nitrógeno – Potasio)
T_1: a_1b_1	30 kg /ha *Guadua angustifolia*
T_2: a_2b_1	60 kg/ha *Guadua angustifolia*
T_3: a_3b_1	90 kg/ha *Bambusa angustifolia*
T_4: a_1b_2	30 kg/ha *Guadua weberbaueri*
T_5: a_2b_2	60kg/ha *Guadua weberbaueri*
T_6: a_3b_2	90 kg/ha *Bambusa weberbaueri*
T_7: a_1b_3	30 kg/ha *Guadua vulgaris*
T_8: a_2b_3	60 kg/ha *Guadua vulgaris*
T_9: a_3b_3	90 kg/ha *Bambusa vulgaris*

Los promedios de las variables respuestas se analizaron mediante la prueba de Tukey por adaptarse mejor al diseño estadístico, a un nivel de significación deα=0,05%. Del total de plantas de bambú de cada unidad experimental. La información obtenida se procesó en el programa estadístico MiniTab 17.

d) Modelo regresión factorial general

$$Y_{ijk} = u + T_i\,(a_i + b_j + a_{ibj}) + \beta_j + e_{ijk}$$

- Y_{ijk} = cualquier observación en estudio.
- u = media general.
- T_i = Efecto de i – esimo tratamiento en estudio.
- a_i = Efecto del i – esimo factor A en estudio.
- b_j = Efecto del j – esimo factor B en estudio.
- a_{ibj} = Interacción del i – esimo factor A por la j – esima factor B.
- β_j = Efecto del j – esimo bloque en estudio.
- e_{ijk} = Error del modelo.

e) Análisis de Varianza (ANVA)

F.V = Fuentes de Variabilidad.

G. L = Grados de Libertad.

Tabla 4. ANVA.

F.V	G.L
Bloques	2
Factor A	2
Factor B	2
Interacción AB	4
Error	16
Total	**26**

f) Disposición Experimental

Tabla 5. Ubicación de los tratamientos.

Bloques	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3
	b_1	b_1	b_1	b_2	b_2	b_2	b_3	b_3	b_3
I	T_1 Testigo	T_2 Testigo	T_3 Testigo	T_4 Testigo	T_5 Testigo	T_6 Testigo	T_7 Testigo	T_8 Testigo	T_9 Testigo
II	T_1 Testigo	T_2 Testigo	T_3 Testigo	T_4 Testigo	T_5 Testigo	T_6 Testigo	T_7 Testigo	T_8 Testigo	T_9 Testigo
III	T_1 Testigo	T_2 Testigo	T_3 Testigo	T_4 Testigo	T_5 Testigo	T_6 Testigo	T_7 Testigo	T_8 Testigo	T_9 Testigo

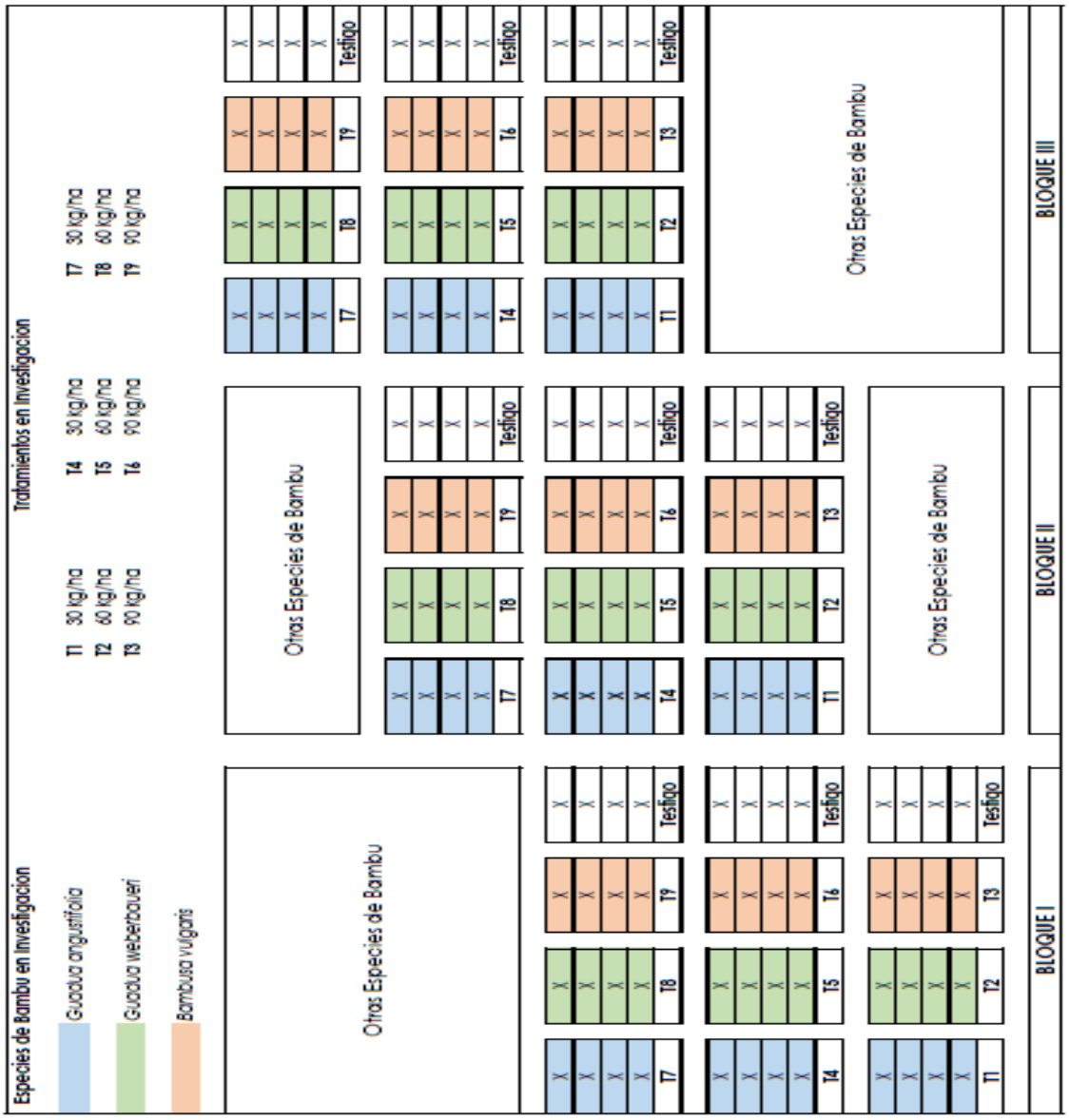


Figura 1. Croquis de distribución de los tratamientos en el campo.

El diseño estadístico del presente proyecto de investigación se diseñó dentro del proyecto denominado “Comportamiento Agronómico de Cinco Especies de Bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y *Guadua sarcocarpa*, en Suelos Degradados de La Zona

de Pucallpa. Ucayali, Perú", quedando de la siguiente manera la disposición de los tratamientos en campo.

g) a) Dimensiones del Área Experimental
UE:

- Distribución entre planta y planta: 5m x 5m = 25 m^2
- Distanciamiento de la calle: 3m
- Área de siembra: 400 m^2
- Área total de siembra: 3600 m^2

3.4. HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

3.4.1. Hipótesis

La aplicación de tres dosis de Fósforo (P_2O_5) a evaluar en diferentes especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en la fase madura en suelos degradados de la zona será favorable para el cultivo.

3.4.2. Variables en Estudio

3.4.2.1. Variables independientes

- Dosis de Fósforo como fuente de Superfosfato Triple (SFT)
  - 30 kg/ha.
  - 60 kg/ha.
  - 90 kg/ha.
- Especies de bambú:
  - *Guadua angustifolia*.
  - *Guadua weberbaueri*.
  - *Bambusa vulgaris*.

3.4.2.2. Variables dependientes

- Crecimiento:
  - Tamaño (longitud).
  - Grosor (diámetro).
  - Numero de brotes

3.4.3. Operacionalización de las Variables

3.4.3.1. Variables independientes

Dado que el estudio de la investigación se centró en el efecto del Fósforo (P_2O_5) en diferentes especies de bambú en la fase madura, estuvo determinado por las tres diferentes dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT aplicadas en las diferentes variedades de bambú.

3.4.3.2. Variables Dependientes

Se determinó el crecimiento de las diferentes especies de bambú con las diferentes dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT.

3.4.3.3. Datos a Registrar

- Crecimiento en tamaño (longitud).
- Crecimiento en grosor (diámetro).

- Producción de brotes.

3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Para el proceso de la información tomada durante el del proyecto se siguió:

- Modelo de regresión factorial general: $Y_{ijk} = u + T_i\,(a_i + b_j + a_{ibj}) + \beta_j + e_{ijk}$
- Análisis de Varianza (ANVA)

3.6. TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

La recolección de información fue conformada por tres (3) evaluaciones, la primera evaluación o evaluación inicial empezó antes de la aplicación de los tratamientos, que fue el punto de inicio. La primera evaluación se realizó a los dos (2) meses de la aplicación de los tratamientos. La segunda evaluación se realizó a los cuatro (4) meses después de ser aplicados los tratamientos. La tercera evaluación se realizó a los seis (6) después de ser aplicados los tratamientos. Los ejemplares considerados para la toma de datos fueron etiquetados para su fácil identificación y seguimiento dentro de la plantación, todos estos datos recabados fueron apuntados en una libreta de campo.

3.7. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.7.1. Materiales

a) Materiales de campo

- Gorra para sol.
- Camisa manga larga.
- Botas de hule.
- Machete.
- Tacarpo.
- Lápiz y lapicero.
- Libreta de campo.
- Tablero de campo.

b) Herramientas y equipos

- Wincha.
- Clinómetro óptico
- Calibrador vernier digital.
- Cámara fotográfica digital.

c) Materiales de oficina

- Papel bond A4 75 gr.
- Folder de manila A4. Equipos
- Laptop.
- Impresora.

3.7.2. Insumos

- Fósforo (P_2O_5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT).

3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.8.1. Ubicación del Área de Estudio

La ejecución del proyecto estuvo ubicada dentro de los terrenos de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre km 6.500 margen izquierda, camino desde Pucallpa hacia Tingo María. Región Ucayali, Provincia de Coronel Portillo, Distrito de Manantay, teniendo como punto de referencia la siguiente ubicación geográfica, 547 069.00 E, 9 068 841.00 S; Altitud 154 m.s.n.m.



Figura 2. Imagen satelital (Google earth) de las parcelas de ejecución de trabajo de investigación. Coordenadas UTM Datum WGS 84; Este 547239, Norte 9068735.



Figura 3. Distribución de las UE en las parcelas de ejecución de trabajo de investigación.

3.8.2. Preparación de los Datos

a) Análisis de suelo: Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó el respectivo análisis de suelo en el área experimental tomada a 20 cm de profundidad en forma de "V", se extrajeron cinco muestras (en 5 puntos diferentes) en forma de "X" en cada unidad experimental, a las cinco muestras obtenidas de una Unidad Experimental se homogenizaron para quedarse con una muestra representativa de 1 Kl y luego se procedió a homogenizar, empaquetado y codificado, esta acción se repitió para las 9 Unidades Experimentales. Las 9 muestras de suelo ya empaquetado y codificado se llevaron al laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas y Abono del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Ucayali para el análisis de caracterización se suelo.

Tabla 6. Resultados del análisis de suelos en el área experimental antes de la aplicación de los tratamientos.

N°	Código	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase Textural	pH	p	MO	Al	K	Ca	Mg	Sat. Al	Bases Totales
						H_2O	ppm	%	Cmol(+)/l				%	Cmol(+)/kg)
1	BI *G.w*	26.88	26	47.12	Franco Arcillo Arenoso	5.82 acido	6.85 bajo	2.02 medio	0.6 bajo	0.08 muy bajo	3.44 bajo	0.83 bajo	12.11 muy alto	4.35 bajo
2	BII *G.a*	28.88	34	37.12	Franco Arcilloso	5.25 fuertemente acido	2.92 bajo	2.19 medio	1.40 bajo	0.05 bajo	3.39 bajo	0.79 bajo	24.89 muy alto	4.22 bajo
3	BIII *G.a*	28.88	34	37.12	Franco Arcilloso	5.3 fuertemente acido	3.81 bajo	2.35 medio	1.2 bajo	0.06 bajo	3.01 bajo	0.76 bajo	23.88 muy alto	3.82 bajo
4	BI *G.w*	28.88	24	47.12	Franco Arcillo Arenoso	5.02 fuertemente acido	4.19 bajo	1.68 bajo	2 bajo	0.05 bajo	2.32 bajo	0.42 bajo	41.81 muy alto	2.78 muy bajo
5	BII *G.w*	30.88	26	43.12	Franco Arcilloso	5.1 fuertemente acido	4.06 bajo	2.35 medio	1.9 bajo	0.09 bajo	2.67 bajo	0.67 bajo	35.66 muy alto	3.43 bajo
6	BIII *G.w*	28.88	34	37.12	Franco Arcilloso	5.1 fuertemente acido	2.79 bajo	1.68 bajo	0.9 bajo	0.05 bajo	2.81 bajo	0.82 bajo	19.63 muy alto	3.69 bajo
7	BIII *B.v*	28.88	34	37.12	Franco Arcilloso	5.42 fuertemente acido	5.07 bajo	2.35 medio	0.5 bajo	0.07 bajo	3.58 bajo	1.08 medio	9.56 alto	4.73 bajo
8	BI *B.v*	34.88	26	39.12	Franco Arcilloso	4.83 muy fuertemente acido	4.06 bajo	2.52 medio	3.5 bajo	0.09 bajo	2.57 bajo	0.63 bajo	51.54 muy alto	3.29 bajo
9	BII *B.v*	30.88	32	37.12	Franco Arcilloso	6.11 ligeramente acido	15.1 bajo	2.52 medio	0.4 bajo	0.16 bajo	3.2 bajo	1.41 medio	7.72 alto	4.78 bajo

BI: Bloque I
BII: Boque II
BIII: Bloque III

G.a: *Guadua angustifolia*
G.w: *Guadua weberbaueri*
B.v: *Bambusa vulgaris*

Del análisis se desprende que el pH del suelo va desde acido, ligeramente acido, fuertemente ácido y muy fuertemente acido, el contenido de fósforo bajo, potasio es bajo y muy bajo, calcio es bajo, el magnesio va desde bajo a medio; el contenido de materia orgánica es desde bajo a medio, contenido de aluminio es bajo. En porcentaje de saturación de aluminio va desde alto a muy alto.

La materia orgánica (MO) va desde el rango bajo a medio, lo que indica que indica que la retención de agua en el suelo es de media a baja, así mismo reduce la CIC de medio a bajo, también reduce la fijación de P.
Las bases totales son bajos lo que nos indica que el suelo presenta problemas de fertilización. El Al está en el rango de alto a muy alto lo que indica que el suelo presenta problemas acides.
El fósforo que es el elemento principal de la investigación se encuentra en condiciones bajas, mediante la aplicación de los tratamientos a las especies de bambú encontramos la mejor dosis para el desarrollo óptimo de las especies de bambú en investigación.
Teniendo en cuenta la diferencia en fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) se determinó experimentar el efecto de tres dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT y que en su composición tienen por lo menos uno de estos compuestos.

b) Preparación de los tratamientos: estaba basado en la preparación de las dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT para ser aplicados a las tres especies de bambú para su investigación. Las tres dosis de SFT corresponden al Factor A y las tres especies de bambú corresponden al Factor B; la combinación de los Factores A y B es el resultado de los tratamientos, como se planteó en el diseño estadístico y se detalla a continuación:

- T_0: testigo (N-K; Nitrógeno – Potasio)
- T_1: a_1b_1 (30 kg /ha *Guadua angustifolia*)
- T_2: a_2b_1 (60 kg/ha *Guadua angustifolia*)
- T_3: a_3b_1 (90 kg/ha *Bambusa angustifolia*)
- T_4: a_1b_2 (30 kg/ha *Guadua weberbaueri*)
- T_5: a_2b_2 (60kg/ha *Guadua weberbaueri*)
- T_6: a_3b_2 (90 kg/ha *Bambusa weberbaueri*)
- T_7: a_1b_3 (30 kg/ha *Guadua vulgaris*)
- T_8: a_2b_3 (60 kg/ha *Guadua vulgaris*)
- T_9: a_3b_3 (90 kg/ha *Bambusa vulgaris*)

c) Aplicación de los tratamientos: se aplicaron los tratamientos: T_0, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9 a las especies de bambú ya identificados. Con el uso de un tacarpo se procedió a hacer cuatro hoyos (4) equidistantes alrededor de la planta a un metro aproximado de la base del tallo para adicionar Fósforo como fuente de Superfosfato Triple (SFT) que estaba contenido en un vaso descartable; previo a esta acción se realizó la tara en el vaso descartable para cada tratamiento. El Superfosfato Triple (SFT) que se aplicó su composición es: Fósforo: 46 %, Calcio 15%, en una presentación de forma granulada.

3.8.3. Obtención de los Datos

a) Evaluación de crecimiento en tamaño (longitud): con la utilización del clinómetro óptico se midió la altura de la planta antes de la aplicación de los

tratamientos (evaluación inicial), a los dos (2) meses de la aplicación de los tratamientos, a los cuatro (4) meses de la aplicación de los tratamientos y a los seis (6) meses de la aplicación de los tratamientos. La evaluación consistió en medir la distancia en metros con una wincha desde la planta hasta una distancia razonable (5, 10, 15 metros), se anotó el valor del ángulo entre el horizonte y la base del árbol, después desde el horizonte hasta la copa del árbol. Se pueden seguir dos estrategias para medir la altura:

- Encuentra un lugar donde tengas una visión clara del tallo de la planta que pretendes medir, a una distancia de 5 o 10 m de la planta. Mide la distancia horizontal precisa (L) que hay entre tu persona y la planta con una wincha. Elige una escala en el clinómetro. Imaginemos que vas a usar la escala de la izquierda. Estima la posición de la parte más alta de la planta, toma la medida del clinómetro y lee la medida H1' de la escala izquierda. La medida de la altura es:

$$H = (H1'+H2')*L/20$$

Con todas las distancias expresadas en metros.
Si se eliges la escala central, entonces debes aplicar la siguiente fórmula:

$$H = (H1'+H2')*L/15$$

La escala de la derecha del clinómetro te ofrece el ángulo de pendiente en porcentajes. No es necesario que lo anotes.

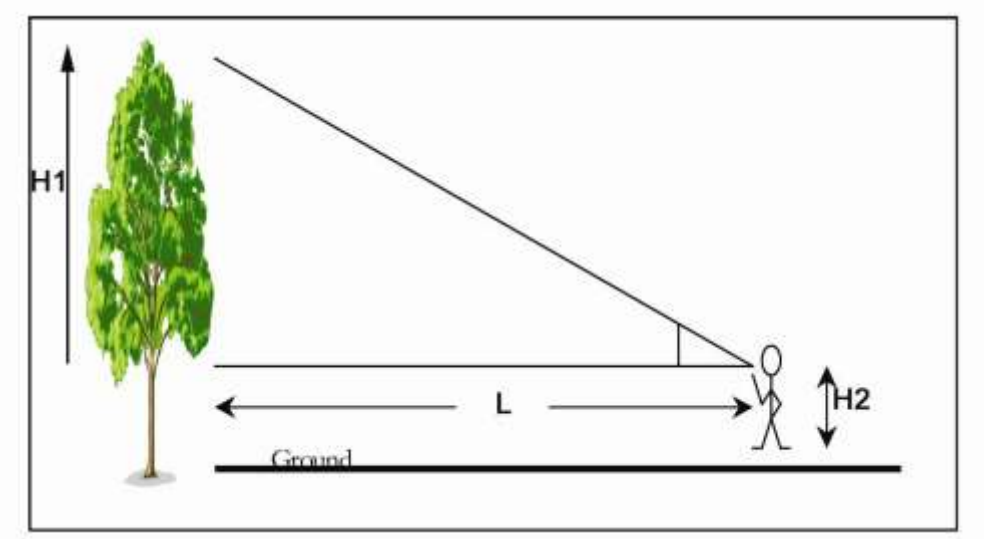


Figura 4. Método de medir la altura de la planta con el uso del clinómetro óptico.

b) **Evaluación de crecimiento en grosor (diámetro):** con un calibrador vernier digital se midió el grosor del tallo principal de la planta de bambú antes de la aplicación de los tratamientos (evaluación inicial), a los dos (2) meses de la aplicación de los tratamientos, a los cuatro (4) meses de la aplicación de los tratamientos y a los seis (6) meses de la aplicación de los tratamientos.
c) **Numero de brotes:** se contaron los números de brotes antes de la aplicación de los tratamientos (evaluación inicial), a los dos (2) meses de la aplicación

de los tratamientos, a los cuatro (4) meses de la aplicación de los tratamientos y a los seis (6) meses de la aplicación de los tratamientos.

d) Toma de datos: con el formato de evaluación se procedió al llenado de toma de datos de crecimiento (en longitud y diámetro) y al conteo de número de brotes. La primera evaluación fue realizada antes de la aplicación de los tratamientos (evaluación inicial), a los dos (2) meses de la aplicación de los tratamientos, a los cuatro (4) meses de la aplicación de los tratamientos y a los seis (6) meses de la aplicación de los tratamientos; el testigo también fue evaluado de la misma manera.

e) Labores culturales: desde la aplicación de los tratamientos hasta la última toma de datos se realizaron esporádicamente control de malezas, plagas y enfermedades, el plateo de las plantas en observación.

f) Toma de datos a registrar: paralelamente a la toma de datos de las variables, se anotaron los datos a registrar como los datos climatológicos, que se anotaron semanalmente.

g) Procesamiento de la información: Una vez concluido el experimento y recopilado todos los datos, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, se procesó la información tomadas en campo a una laptop para ser analizadas y comparadas mediante el programa estadístico MiniTab 17 para determinar diferencias significativas si las hubieras. La información obtenida fue comparada con el testigo.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. EVALUACIONES REALIZADAS A LAS PLANTAS DE BAMBU

Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó una evaluación inicial a las especies de bambú en investigación, posteriormente a la aplicación de los tratamientos se realizaron las evaluaciones correspondientes como indica el procedimiento de las evaluaciones. Los resultados obtenidos se tabularon en un cuadro para las comparaciones respectivas de los tratamientos y los testigos para así poder, mediante análisis estadístico, determinar el mejor tratamiento.

Tabla 7. Promedio general de las evaluaciones realizadas a las especies de bambú en investigación.

Evaluaciones Realizadas	Parámetros Evaluados	*Guadua angustifolia*				*Guadua weberbaueri*				*Bambusa vulgaris*			
		T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_4	T_5	T_6	T_0	T_7	T_8	T_9
Evaluación Inicial	Altura (cm)	404	427	373	504	306	318	355	333	333	281	290	342
	Diámetro (cm)	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
Primera Evaluación	Altura (cm)	552	600	538	663	424	524	511	504	383	357	351	383
	Diámetro (cm)	4	4	3	4	3	4	4	4	1	1	1	1
	PNB*	1	0	7	1	0	3	0	2	2	2	4	3
Segunda Evaluación	Altura (cm)	667	712	578	760	493	642	550	564	428	399	428	454
	Diámetro (cm)	4	4	4	5	3	4	4	4	2	2	2	2
	PNB*	3	1	3	5	2	0	1	1	1	1	0	2
Tercera Evaluación	Altura (cm)	894	965	716	972	662	2521	744	802	489	609	529	522
	Diámetro (cm)	5	6	5	6	5	7	7	6	2	3	3	3
	PNB*	1	0	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0

***PNB** (Producción de Nuevos Brotes)

4.1.1. Evaluación del Crecimiento en Altura de los Tratamientos

Tabla 8. Resultado promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos y el testigo.

Crecimiento Promedio en Altura (cm)												
Evaluaciones Realizadas	*Guadua angustifolia*				*Guadua weberbaueri*				*Bambusa vulgaris*			
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_4	T_5	T_6	T_0	T_7	T_8	T_9
Eval.Inicial	404	427	373	504	306	318	355	333	333	281	290	342
Primera Eval.	552	600	538	663	424	524	511	504	383	357	351	383
Segunda Eval.	667	712	578	760	493	642	550	564	428	399	428	454
Tercera Eval.	894	965	716	972	662	2521	744	802	489	609	529	522

Comparamos los resultados promedio de las evaluaciones de los tratamientos.

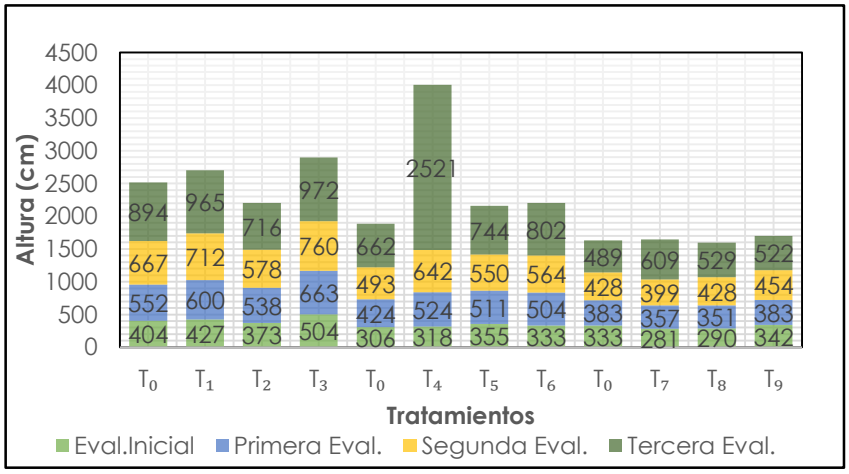


Figura 5. Evaluación promedio en altura (cm) de los tratamientos y el testigo.

De las evaluaciones promedio de los tratamientos y los testigos se compararon por especie de bambú en todas las evaluaciones correspondientes. Se muestran en las figuras siguientes.

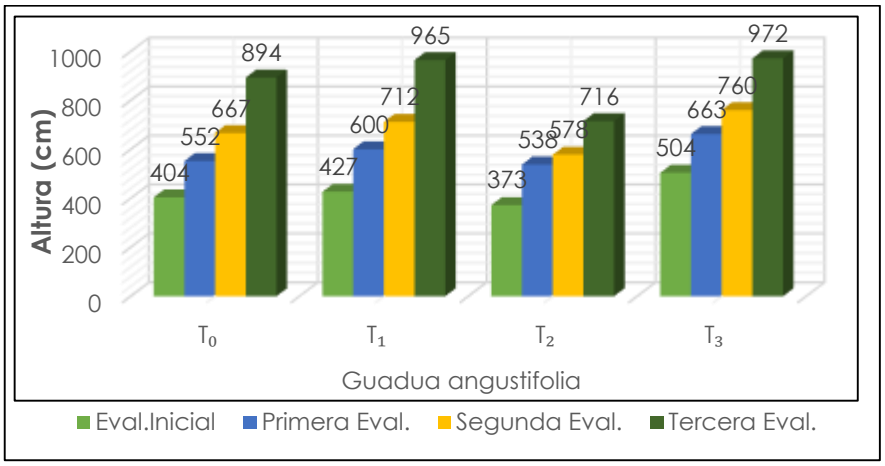


Figura 6. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*.

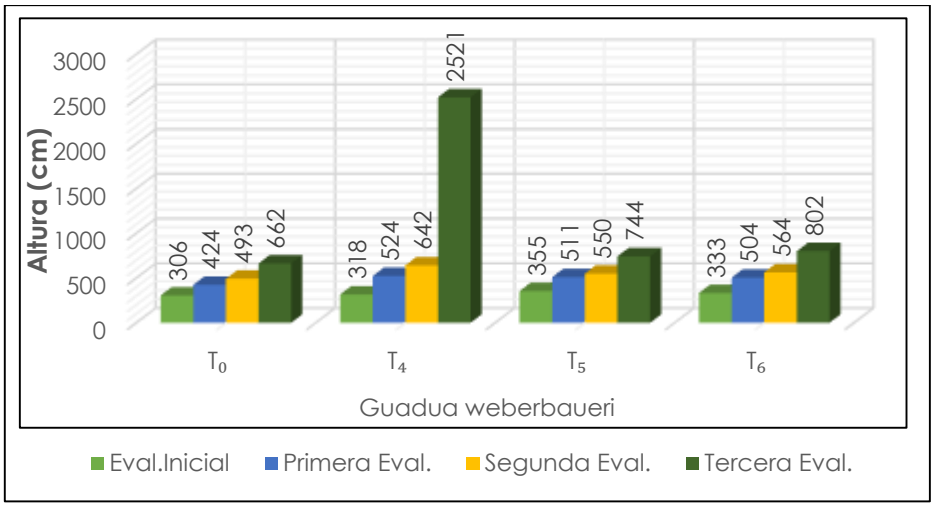


Figura 7. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*.

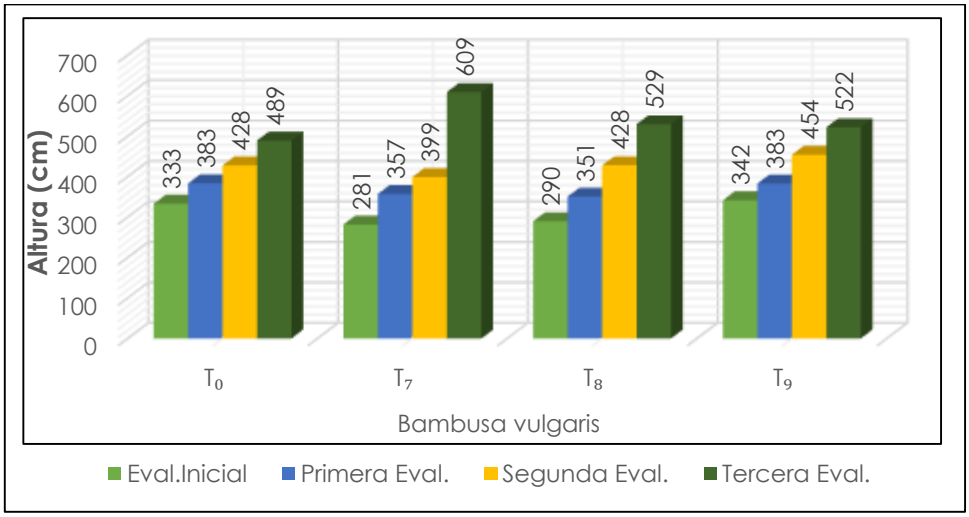


Figura 8. Promedio de las evaluaciones en altura (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*.

Después de analizar las evaluaciones de crecimiento a las especies de bambú se procedió al análisis estadístico de los tratamientos correspondientes a la tercera evaluación en altura el cual se muestran en los siguientes cuadros.

Tabla 9. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en altura.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	1031580	515790	0.95	0.403	**NS**
Factor A	3	3008444	1002815	1.84	0.17	**NS**
Factor B	2	2500070	1250035	2.30	0.124	**NS**
Factor A * Factor B	6	4342453	723742	1.33	0.285	**NS**
Error	22	11961280	543695			
Total	35	22843827				
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Significancia	a = 0.05					

Tabla 10. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	1178569	589284	0.80	0.465	**NS**
Factor A	2	2588629	1294314	1.76	0.20	**NS**
Factor B	2	2925042	1462521	1.99	0.169	**NS**
Factor A * Factor B	4	3670204	917551	1.25	0.330	**NS**
Error	16	11743545	733972			
Total	26	22105988				
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Significancia	α = 0.05					

Los resultados estadísticos de los tratamientos en altura, el análisis de los tratamientos vs el testigo y el análisis entre los testigos, fueron que no se encontraron diferencias significativas, el p Valor es mayor a α=0.05 donde se acepta la hipótesis nula y se asume que todas las medias son iguales, los tratamientos crecieron por igual que el testigo de acuerdo a la fisiología propia de cada especie. Como indica Marschner (2018), el fósforo posee una serie de funciones en el metabolismo vegetal y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Siendo las especies de bambú en investigación (con dosis de SFT) que rindieron por igual en crecimiento que el testigo (sin la aplicación de SFT) como indica el mismo autor (Marschner, 2018); las plantas con deficiencias de fósforo tienen un crecimiento retardado (reducción del crecimiento celular y de la expansión foliar, así como de la fotosíntesis y de la respiración). Antico Dunaiski (2019) evaluó el efecto de la fertilización con dosis de fósforo sobre la asignación de biomasa en raíces, hojas y tallos y sobre el nivel y contenido de P en hojas y raíces de esquejes de bambú en la especie de bambu *Dendrocalamus asper*, la fertilización con fosfato promovió un mayor desarrollo de las estacas en produccion de raices y resultó en un mayor contenido de fósforo.

4.1.2. Evaluación del Crecimiento en Diámetro de los Tratamientos

Tabla 11. Resultado promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos y el testigo.

Crecimiento Promedio en Diámetro (cm)												
Evaluaciones Realizadas	***Guadua angustifolia***				***Guadua weberbaueri***				***Bambusa vulgaris***			
	T_0	**T_1**	**T_2**	**T_3**	**T_0**	**T_4**	**T_5**	**T_6**	**T_0**	**T_7**	**T_8**	**T_9**
Eval.Inicial	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
Primera Eval.	4	4	3	4	3	4	4	4	1	1	1	1
Segunda Eval.	4	4	4	5	3	4	4	4	2	2	2	2
Tercera Eval.	5	6	5	6	5	7	7	6	2	3	3	3

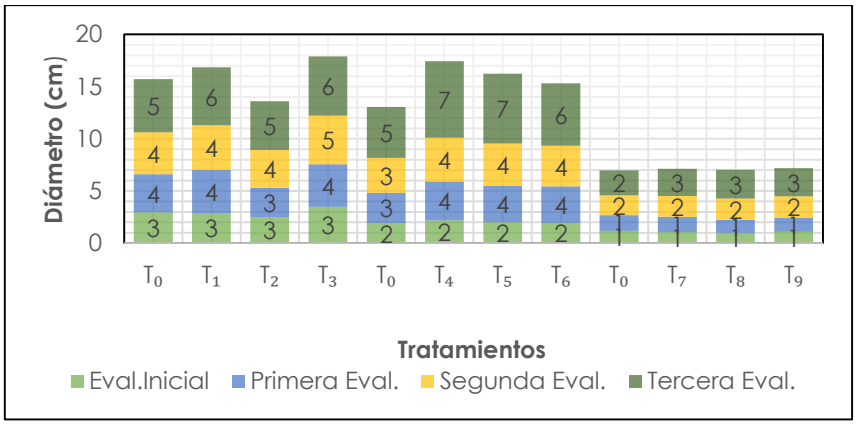


Figura 9. Evaluación promedio en diámetro (cm) de los tratamientos y el testigo.

De las evaluaciones promedio de los tratamientos y los testigos se compararon por especie de bambú en todas las evaluaciones correspondientes. Se muestran en las figuras siguientes.

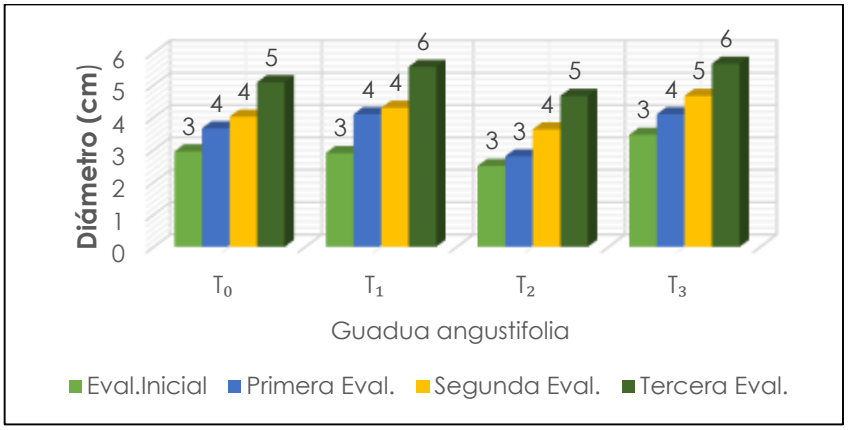


Figura 10. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*.

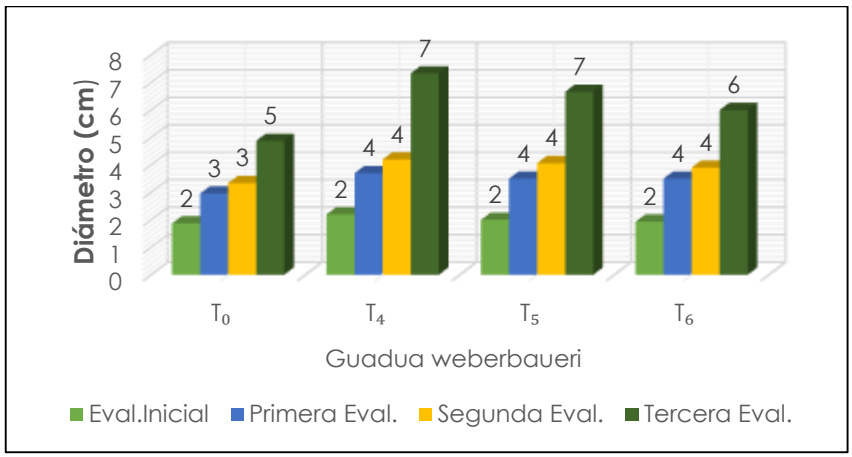


Figura 11. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*.

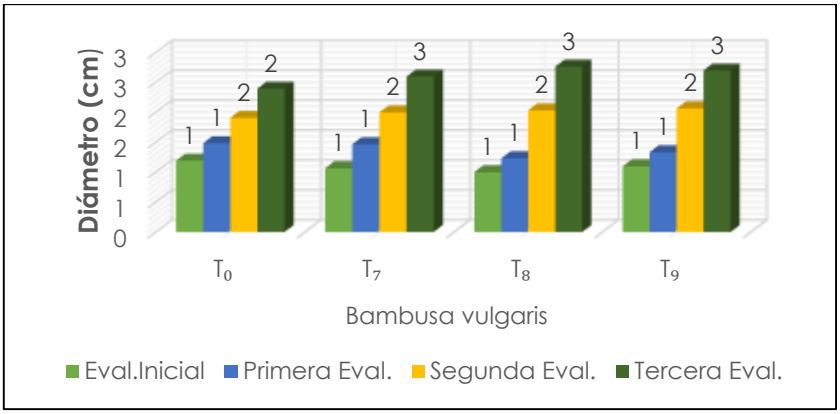


Figura 12. Promedio de las evaluaciones en diámetro (cm) de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*.

Después de analizar las evaluaciones de crecimiento a las especies de bambú se procedió al análisis estadístico de los tratamientos correspondientes a la tercera evaluación en diámetro el cual se muestran en los siguientes cuadros.

Tabla 12. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en diámetro.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	15.094	7.547	3.50	0.048	NS
Factor A	3	5.04	1.68	0.78	0.518	NS
Factor B	2	83.433	41.716	19.36	**0.000**	*
Factor A * Factor B	6	6.976	1.163	0.54	0.772	NS
Error	22	47.399	2.154			
Total	35	157.941				
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Significancia	α = 0.05					

Se encontró diferencias significativas en los análisis estadísticos de los tratamientos vs el testigo, el p Valor es inferior al α=0.05, se acepta la hipótesis alterna, por lo menos una media es diferente. El Factor B (especies de bambú en investigación) asimilaron mejor las diferentes dosis de SFT creciendo en diámetro de acuerdo a la fisiología propia de cada especie.

Al encontrar diferencias significativas en el Factor B se procedió a las comparaciones en parejas de Tukey.

Tabla 13. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Factor B	Especies de Bambú en Investigación	N	Media	Agrupación	
b_2	*Guadua weberbaueri*	12	6.220	A	
b_1	*Guadua angustifolia*	12	5.248	A	
b_3	*Bambusa vulgaris*	12	2.616		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

La prueba de Tukey demuestra que las especies de bambú *Guadua weberbaueri* (Factor B; b_2) y *Guadua angustifolia* (Factor B; b_1) en investigación fueron mejores que la especie *Bambusa vulgaris* (Factor B; b_3) y el testigo, asimilaron mejor las diferentes dosis de P_2O_5 creciendo en diámetro.
Se procedió el análisis estadístico entre los tratamientos para determinar cuál es la mejor dosis de P_2O_5 como fuente de SFT.

Tabla 14. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos en diámetro.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	18.439	9.219	3.56	0.053	NS
Factor A	2	1.11	0.55	0.21	0.810	NS
Factor B	2	73.525	36.763	14.19	**0.000**	*
Factor A * Factor B	4	3.424	0.856	0.33	0.853	NS
Error	16	41.441	2.590			
Total	26	137.934				
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Significancia	α = 0.05					

Se encontró diferencias significativas en los análisis estadísticos entre los tratamientos, el p Valor es inferior al α=0.05, se acepta la hipótesis alterna, por lo menos una media es diferente. El Factor B (especies de bambú en investigación) asimilaron mejor las diferentes dosis de SFT creciendo en diámetro.

Al encontrar diferencias significativas en el Factor B se procedió a las comparaciones en parejas de Tukey en cada dosis de P_2O_5 como fuente de SFT para determinar cuál dosis favoreció mejor a las especies de bambú en investigación.

Tabla 15. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los tratamientos en estudio.

Factor A	Dosis SFT	Tratamientos			
		N	Media	Agrupación	Tratamientos
a_1	30 kg/ha	6	6.11	A	T_4
		6	5.328	A	T_1
		6	2.498	B	T_7
a_2	60 kg/ha	6	5.773	A	T_5
		6	4.878	A	T_2
		6	2.582	B	T_8
a_3	90 kg/ha	6	5.439	A	T_6
		6	5.378	A	T_3
		6	2.548	B	T_9

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

- Los tratamientos T_4 y T_1 fueron mejores que el tratamiento T_7 en la dosis de 30 kg SFT/ha. Siendo las especies de bambú *Guadua weberbaueri* y *Guadua angustifolia* que mejor crecimiento en diámetro obtuvieron.
- Los tratamientos T_5 y T_2 fueron mejores que el tratamiento T_8 en la dosis de 60 kg SFT/ha. Siendo las especies de bambú *Guadua weberbaueri* y *Guadua angustifolia* que mejor crecimiento en diámetro obtuvieron.
- Los tratamientos T_6 y T_3 fueron mejores que el tratamiento T_9 en la dosis de 90 kg SFT/ha. Siendo las especies de bambú *Guadua weberbaueri* y *Guadua angustifolia* que mejor crecimiento en diámetro obtuvieron.

Realizando los análisis estadísticos los resultados observados fueron que el factor B (especie de bambú) en los análisis de crecimiento en diámetro, se puede afirmar que una dosis de P_2O_5 como fuente de SFT ejerce una acción positiva en el desarrollo en diámetro en las especies de bambú en investigación; como indica Marschner (2018), el fósforo posee una serie de funciones en el metabolismo vegetal y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. La importancia del fósforo se ve reflejado en los resultados de las evaluaciones al cultivo de bambú (a las especies en investigación) como indica Díaz Zúñiga (Manual de Fertilidad de Suelos, 2018) el fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. El fósforo posee una serie de funciones en el metabolismo vegetal y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. (Marschner, 2018). Por otro lado la especie de bambú en investigación *Bambusa vulgaris* por lo que no pudo asimilar mejor las dosis de fósforo es debido al clima y suelo como lo indica Díaz Zuñiga (2020) donde investigo el comportamiento agronomico de cinco especies de bambu en las parcelas experimentales de la Universidad Nacional de Ucayali; encontrando mediante la investigacion que la especie de bambu *Bambusa vulgaris* el crecimiento fue inferior a comparación de los demás especies, el clima de esta especie es tropical o subtropical húmedo, pero se adapta también al templado cálido, pudiendo resistir temperaturas de hasta -2 -3 ºC, son originarios de Asia tropical o trópicos del viejo mundo motivo por el cual no tuvo mayor crecimiento.

4.1.3. Evaluación de Producción de Nuevos Brotes

La producción de nuevos brotes se empezó a contabilizar después de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 16. Resultados de las evaluaciones en la producción de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo.

Evaluaciones Realizadas		Producción de Nuevos Brotes											
		T_1	T_2	T_3	Testigo	T_4	T_5	T_6	Testigo	T_7	T_8	T_9	Testigo
Primera Evaluación	Bloque I	0	1	1	3	3	0	4	0	1	1	4	0
	Bloque II	0	19	0	0	2	0	0	1	6	4	3	4
	Bloque III	0	1	3	0	3	0	2	0	0	7	3	1

Segunda Evaluación	Bloque I	0	4	3	6	0	0	0	2	0	1	1	1
	Bloque II	0	0	5	3	0	3	1	0	2	0	2	2
	Bloque III	3	6	7	1	1	1	3	3	0	0	2	1
Tercera Evaluación	Bloque I	0	2	5	3	0	2	1	0	0	0	0	0
	Bloque II	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bloque III	0	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0

Tabla 17. Producción promedio de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo.

	Producción Promedio de Nuevos Brotes											
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_4	T_5	T_6	T_0	T_7	T_8	T_9
Primera Eval.	1	0	7	1	0	3	0	2	2	2	4	3
Segunda Eval.	3	1	3	5	2	0	1	1	1	1	0	2
Tercera Eval.	1	0	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0
Promedio	**1.8**	**0.4**	**3.9**	**2.8**	**0.7**	**1.2**	**0.7**	**1.3**	**1.0**	**1.0**	**1.4**	**1.7**

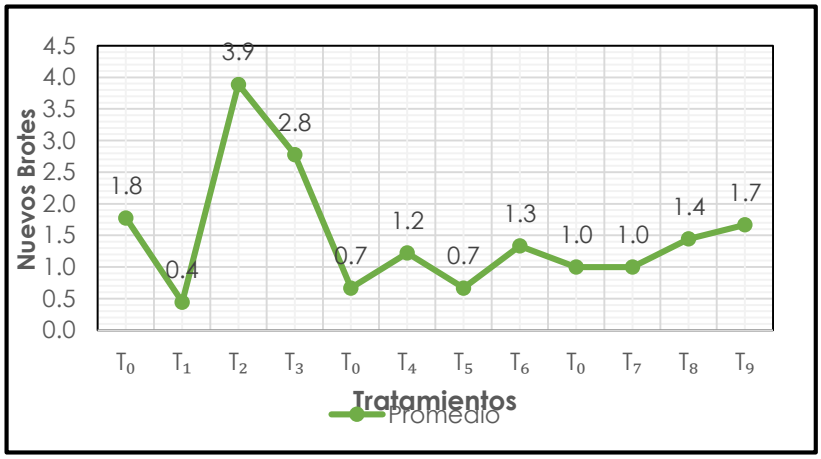


Figura 13. Evaluación promedio de la producción de nuevos brotes de los tratamientos y el testigo.

De las evaluaciones promedio de los tratamientos y los testigos se compararon por especie de bambú en todas las evaluaciones correspondientes. Se muestran en las figuras siguientes.

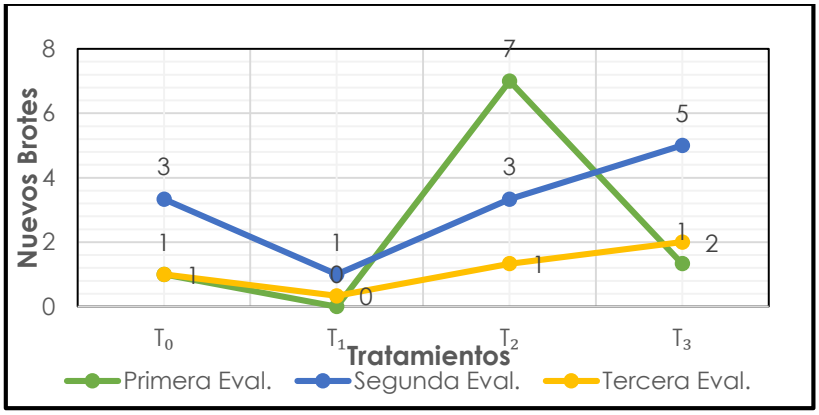


Figura 14. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua angustifolia*.

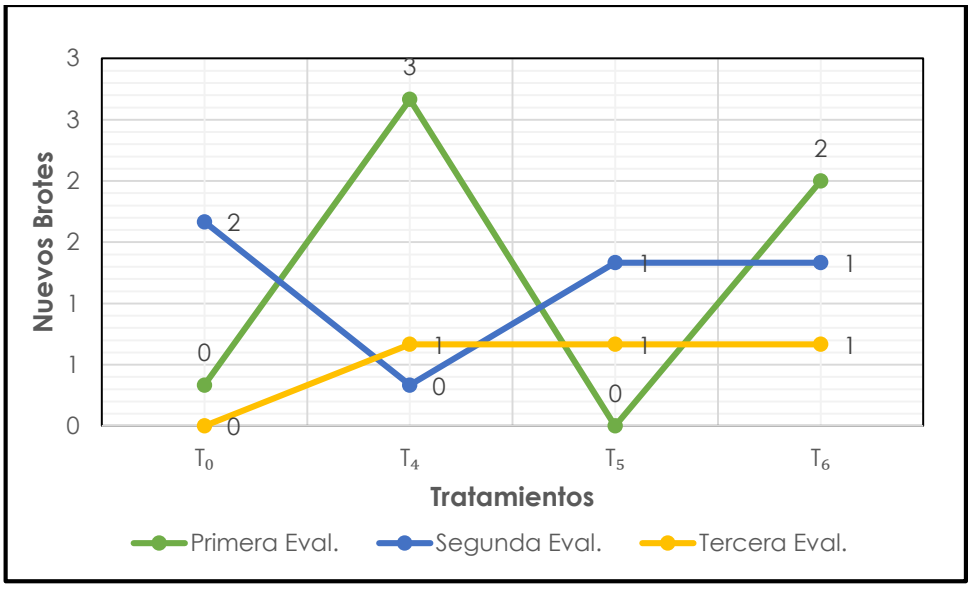


Figura 15. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Guadua weberbaueri*.

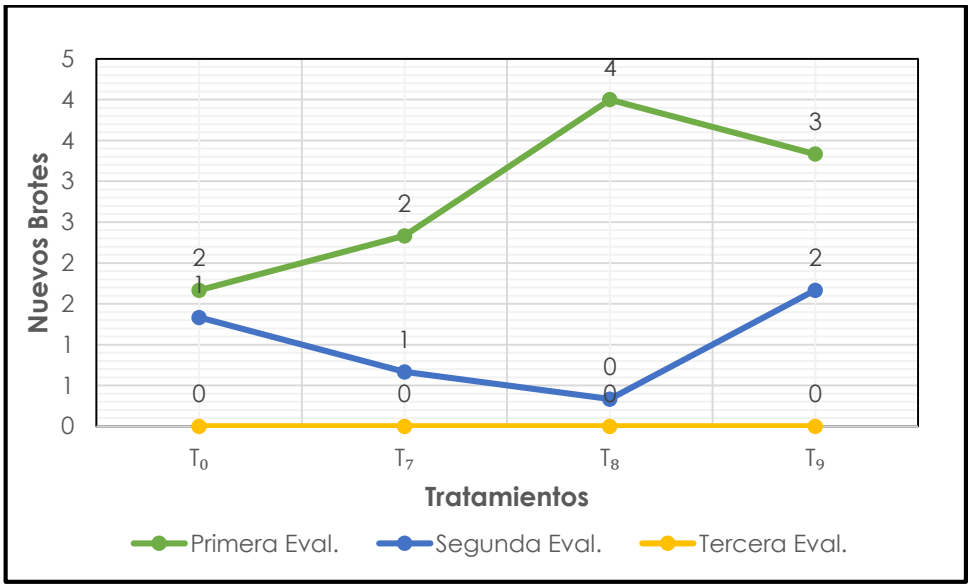


Figura 16. Resultados de las evaluaciones de la producción de nuevos brotes de los tratamientos correspondiente a la especie *Bambusa vulgaris*.

Después de analizar las evaluaciones de producción de nuevos brotes a las especies de bambú se procedió al análisis estadístico de los tratamientos correspondientes a la tercera evaluación el cual se muestran en los siguientes cuadros.

Tabla 18. ANVA, análisis estadísticos de los tratamientos vs testigo en la producción de nuevos brotes.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	3.389	1.694	0.14	0.868	NS
Factor A	3	75.1940	25.0650	2.10	0.129	NS
Factor B	2	91.722	45.861	3.84	**0.037**	*
Factor A * Factor B	6	118.056	19.676	1.65	0.181	NS
Error	22	262.611	11.937			
Total	35	550.972				

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Significancia	α = 0.05

Se encontró diferencias significativas en los análisis estadísticos de los tratamientos vs el testigo, el p Valor es inferior al α=0.05, se acepta la hipótesis alterna, por lo menos una media es diferente. El Factor B (especies de bambú en investigación) asimilaron mejor las diferentes dosis de SFT en la producción de nuevos brotes.

Al encontrar diferencias significativas en el Factor B se procedió a las comparaciones en parejas de Tukey.

Tabla 19. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Factor B	Especies de Bambú en Investigación	N	Media	Agrupación
b_2	*Guadua weberbaueri*	12	6.220	A
b_1	*Guadua angustifolia*	12	5.248	A
b_3	*Bambusa vulgaris*	12	2.616	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

La prueba de Tukey demuestra que las especies de bambú *Guadua weberbaueri* (Factor B; b_2) y *Guadua angustifolia* (Factor B; b_1) en investigación fueron mejores que la especie *Bambusa vulgaris* (Factor B; b_3) y el testigo, asimilaron mejor las diferentes dosis de P_2O_5 en la producción de nuevos brotes.
Se procedió a realizar el análisis estadístico entre los tratamientos.

Tabla 20. ANVA, análisis estadísticos entre los tratamientos en la producción de nuevos brotes.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Signif.
Bloques	2	18.439	9.219	3.56	0.053	NS
Factor A	2	1.1050	0.5526	0.21	0.810	NS
Factor B	2	73.525	36.763	14.19	**0.000**	*
Factor A * Factor B	4	3.424	0.856	0.33	0.853	NS
Error	16	41.441	2.590			
Total	26	137.934				

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Significancia	α = 0.05

Se encontró diferencias significativas en los análisis estadísticos de los tratamientos vs el testigo, el p Valor es inferior al α=0.05, se acepta la hipótesis alterna, por lo menos una media es diferente. El Factor B (especies de bambú en investigación) asimilaron mejor las diferentes dosis de SFT en la producción de nuevos brotes.

Para identificar el tratamiento de mejor comportamiento en el Factor B se procedió a realizar se procedió a las comparaciones en parejas de Tukey.

Tabla 21. Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los tratamientos en estudio.

Factor A	Dosis SFT	Tratamientos				
		N	Media	Agrupación		Tratamientos
a_2	60 kg/ha	6	8.5	A		T_2
		6	3.667	A	B	T_8
		6	2		B	T_5

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

El tratamiento T_2 se comportó mejor en la producción de nuevos brotes seguido del tratamiento T_8 y que este tratamiento a su vez es igual al tratamiento T_5.

Como indica los resultados estadísticos el Fósforo es fundamental para la formación de nuevos brotes. El Fósforo es usado por las plantas para ayudar a formar nuevas raíces, producir semillas, frutos y flores. También es usado por las plantas para combatir enfermedades. Potasio ayuda a las plantas desarrollar tallos fuertes y mantener un rápido crecimiento. (Urbana-Champaign, 2022)

Como indica Alvaro (2019) el fósforo es un factor de crecimiento muy importante y, además, el desarrollo radicular se ve favorecido por una correcta aportación de este nutriente al principio del ciclo vegetativo, por lo que necesita de vital importancia su conocimiento cuando planteamos una nueva plantación independientemente del tipo que sea. Se ve reflejado en los resultados estadísticos donde los tratamientos obtuvieron mejores resultados en comparación al testigo que fueron fertilizados solo con N-K (Nitrógeno y Potasio),

4.2. RESUMEN DE CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS ESPECIES DE BAMBU EN INVESTIGACION

El efecto agronómico en las especies de bambú en investigación se determinó por el efecto de los tratamientos en el crecimiento en altura y diámetro. Los cálculos en altura y diámetro de cada tratamiento fueron el resultado de calcular la media de cada tratamiento incluyendo el testigo; los datos fueron tomados de las evaluaciones promedio de los tratamientos y cada tratamiento estaba constituido por cuatro plantas (cuatro evaluaciones) en tres bloques incluido el

testigo. Se calculó la media de cada tratamiento desde la evaluación inicial (1), primera evaluación (2), segunda evaluación (3) y tercera evaluación (4) la cual se muestra las medias de los tratamientos y los testigos en la siguiente tabla.

Tabla 22. Crecimiento promedio general de las evaluaciones de los tratamientos y los testigos.

Crecimiento (cm)	Tiempo de Crecimiento	*Guadua angustifolia*				*Guadua weberbaueri*				*Bambusa vulgaris*			
		T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_4	T_5	T_6	T_0	T_7	T_8	T_9
Altura	Diario	1.75	1.88	1.53	2.02	1.31	2.78	1.51	1.53	1.14	1.14	1.11	1.18
	Mensual	52.5	56.5	46.0	60.5	39.3	83.5	45.2	46.0	34.17	34.33	33.33	35.50
	Seis meses	315	339	276	363	236	501	271	276	205	206	200	213
Diámetro	Diario	0.015	0.016	0.014	0.017	0.013	0.016	0.016	0.015	0.009	0.009	0.009	0.009
	Mensual	0.45	0.48	0.41	0.50	0.40	0.49	0.47	0.45	0.27	0.28	0.27	0.28
	Seis meses	2.72	2.87	2.45	2.99	2.38	2.92	2.80	2.67	1.62	1.66	1.64	1.67

Tabla 23. Crecimiento promedio en altura (cm) de los tratamientos y los testigos.

Crecimiento promedio en altura (cm)			
	diario	**mensual**	**6 meses**
T_0	1.75	52.50	315
T_1	1.88	56.50	339
T_2	1.53	46.00	276
T_3	2.02	60.5	363
T_0	1.31	39.33	236
T_4	2.78	83.5	501
T_5	1.51	45.17	271
T_6	1.53	46.00	276
T_0	1.14	34.17	205
T_7	1.14	34.33	206
T_8	1.11	33.33	200
T_9	1.18	35.50	213

Como se puede observar en el cuadro la importancia del Fósforo en el metabolismo de las plantas se ve reflejado en los tratamientos que fueron la aplicación de diferentes dosis de P_2O_5 como fuente de SFT en comparación con el testigo (T_0) que estaba desprovisto de la dosis de SFT.

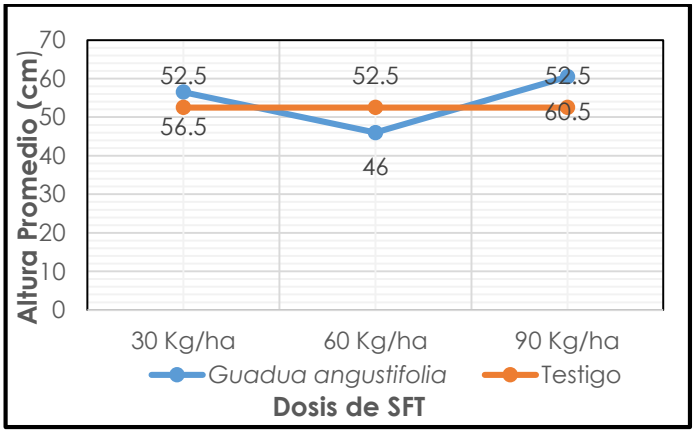


Figura 17. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Guadua angustifolia* y el testigo.

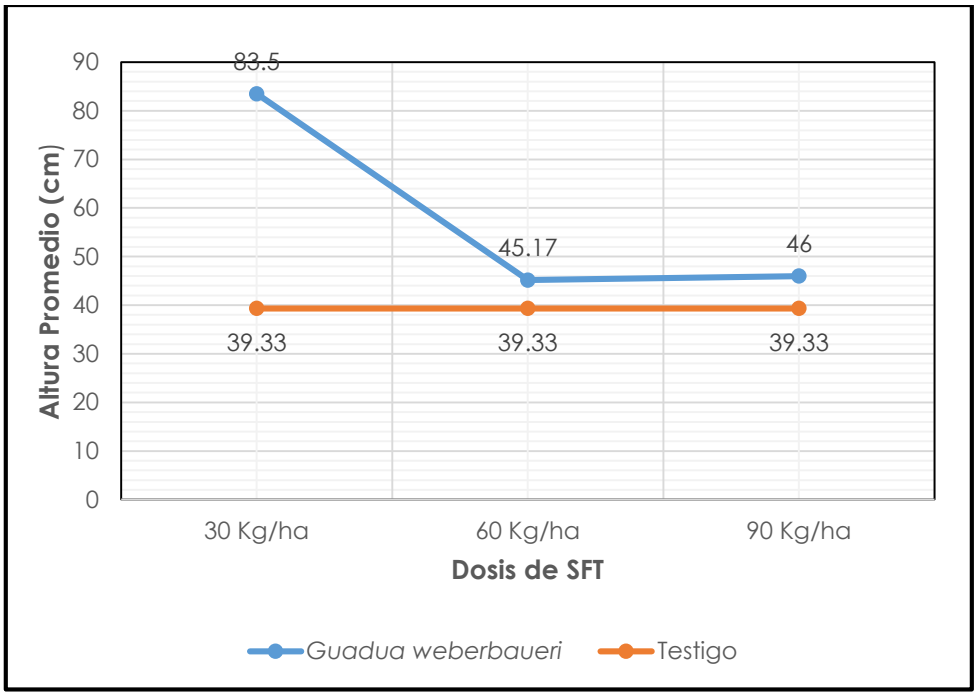


Figura 18. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Guadua weberbaueri* y el testigo.

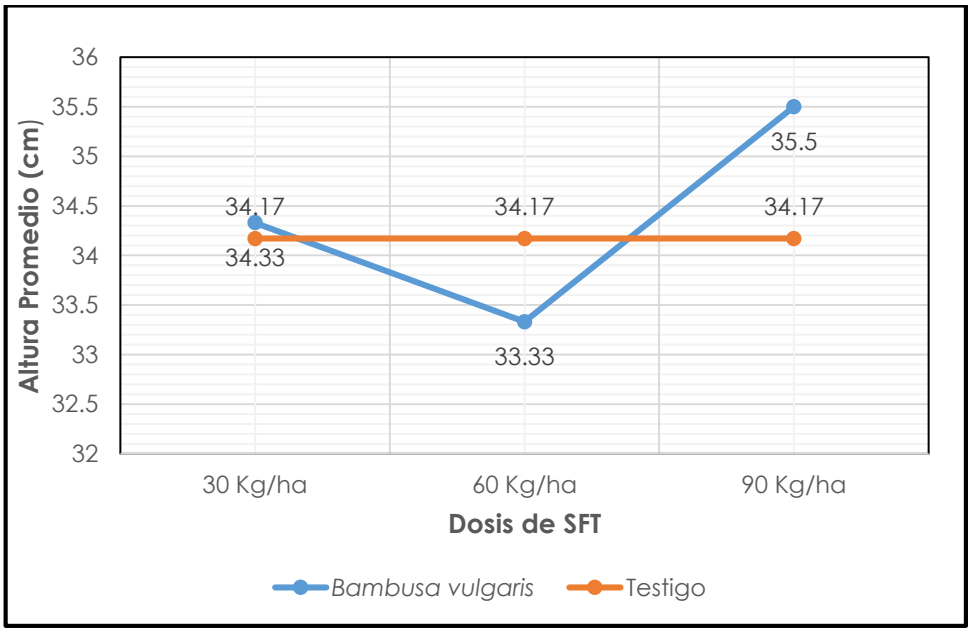


Figura 19. Comparación del crecimiento promedio mensual en altura de la especie de bambú *Bambusa vulgaris* y el testigo.

La influencia del fósforo (P_2O_5) como fuente del SFT en el crecimiento en altura fueron estadísticamente iguales entre las especies de bambú en estudio, pero estadísticamente diferentes en comparación con el testigo. Como indica Grandez Garate (2022) en su investigacion de tesis al evaluar el efecto de la aplicación de roca fosfórica y dos fertilizantes en el crecimiento inicial de tres especies forestales, encontró que no existe un efecto significativo de los mejoradores de suelo utilizados (testigo) en el crecimiento en altura de las especies V. cymosa,

C. paupera y M. bidentata, pero si existe una diferencia significativa en el crecimiento en altura de las diferentes especies, siendo todas ellas estadísticamente diferentes entre sí, obteniéndose el mayor crecimiento en V. cymoso que creció en promedio 161.31 cm, seguido de M. bidentata con 72.65 y C. paupera con 40.7 cm.

Tabla 24. Crecimiento promedio en diámetro (cm) de los tratamientos y los testigos.

Crecimiento promedio en diámetro (cm)			
	diario	mensual	6 meses
T_0	0.015	0.45	2.72
T_1	0.016	0.48	2.87
T_2	0.014	0.41	2.45
T_3	0.017	0.50	2.99
T_0	0.013	0.40	2.38
T_4	0.016	0.49	2.92
T_5	0.016	0.47	2.8
T_6	0.015	0.45	2.67
T_0	0.009	0.27	1.62
T_7	0.009	0.28	1.66
T_8	0.009	0.27	1.64
T_9	0.009	0.28	1.67

Como se puede observar en el cuadro anterior la importancia del Fósforo en el metabolismo de las plantas, tuvo una influencia muy marcada en el crecimiento en diámetro en las especies de bambú que estuvieron con la influencia de la aplicación de los tratamientos con diferentes dosis de SFT en comparación con el testigo.

En las figuras siguientes se muestran la comparación de cada especie de bambú en investigación con cada dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT comparando con sus respectivos testigos.

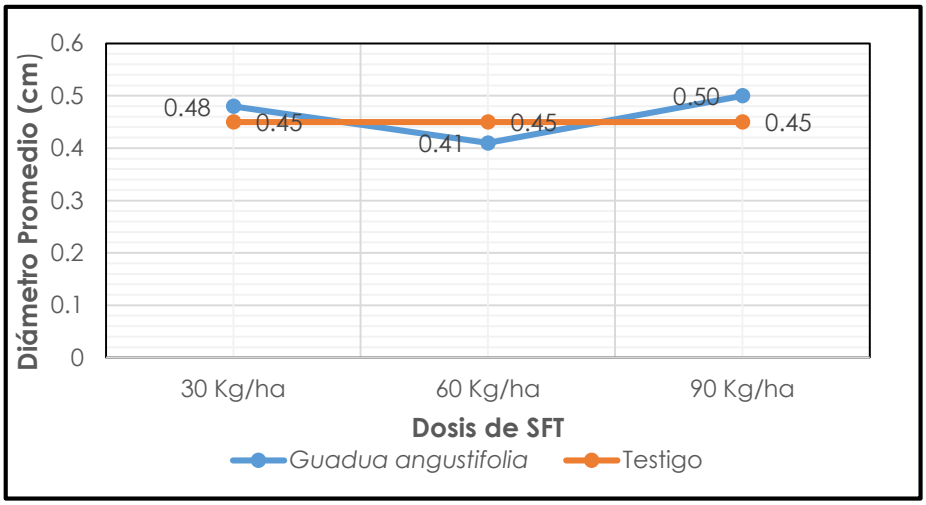


Figura 20. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Guadua angustifolia* y el testigo.

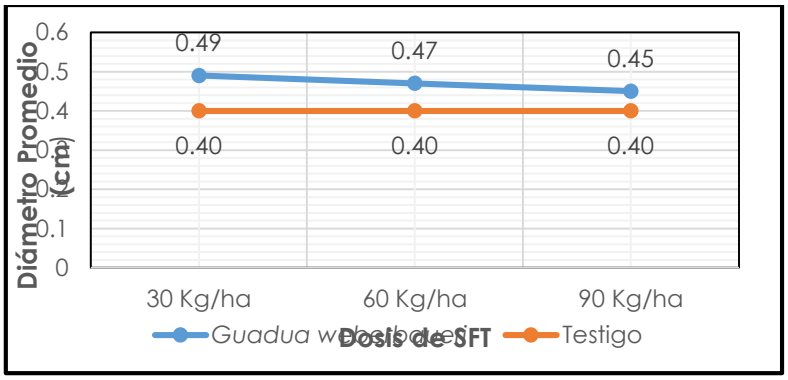


Figura 21. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Guadua weberbaueri* y el testigo.

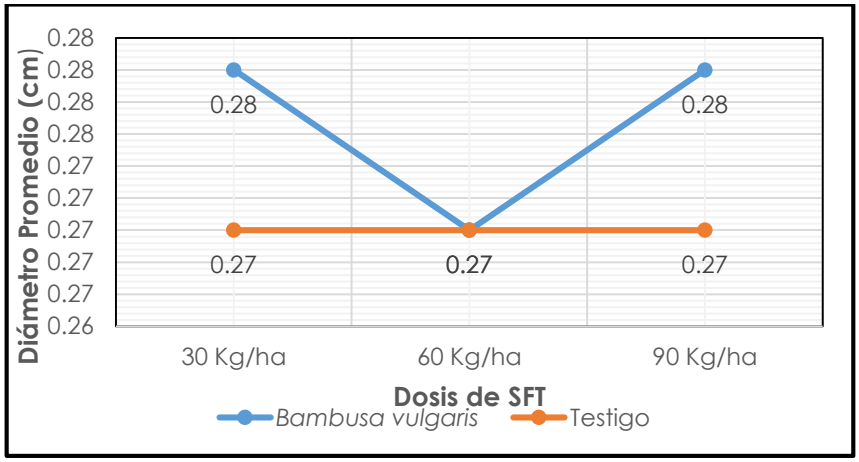


Figura 22. Comparación del crecimiento promedio mensual en diámetro de la especie de bambú *Bambusa vulgaris* y el testigo.

En el crecimiento en diámetro de las especies de bambú sometidas a diferentes dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT fueron estadísticamente diferentes entre las especies de bambú en estudio, de igual manera en comparación con el testigo. Como indica Grandez Garate (2022) en su investigación de tesis al evaluar el efecto de la aplicación de roca fosfórica y dos fertilizantes en el crecimiento inicial de tres especies forestales, encontró diferencias estadísticamente significativa en los promedios de crecimiento en diámetro a la altura del cuello de la raíz (DACR) entre las especies estudiadas, así mismo, existe una interacción estadísticamente significativa entre las especies y los mejoradores de suelo utilizados, el crecimiento en diámetro será el mismo en las especies investigadas si se utiliza yaramila complex o roca fosfórica, así mismo, si se utiliza roca fosfórica o fertibagra, pero que sería mejor utilizar uno de estos dos últimos porque se obtienen mayores crecimientos en DACR.

Como indica el análisis de suelo previo a la aplicación de los tratamientos, mostraron que el suelo tiene deficiencia en fósforo, por lo cual las especies de bambú en investigación mostraron un buen rendimiento en crecimiento en diámetro y producción de brotes al ser aplicados los tratamientos (dosis de fósforo P_2O_5 como fuente de SFT) en comparación con el testigo que solo fueron fertilizados con nitrógeno y potasio (N-K).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Realizando los cálculos y analizando estadísticamente los resultados se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* para el crecimiento en altura no existieron diferencias significativas, pero, para el crecimiento en diámetro y producción de nuevos brotes se encontró diferencias significativas.
- No se encontró diferencias significativas en las evaluaciones de desarrollo en altura de las dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT en tres especies de bambú: *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris*, se concluyó que la dosis de SFT de 30 Kg/ha, 60 Kg/ha y 90 Kg/ha son estadísticamente iguales y ejercen el mismo efecto en las tres especies de bambú.
- Se encontró diferencias estadísticas en las evaluaciones de crecimiento en diámetro y se determinó que la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT para la especie de bambú *Guadua angustifolia* es la dosis de 90 Kg/ha con un crecimiento promedio mensual de 0.50 cm, así mismo para la especie de bambú *Guadua weberbaueri* es la dosis de 60 Kg/ha con un crecimiento promedio mensual de 0.49 cm y la especie de bambú *Bambusa vulgaris* es la dosis de 30 Kg/ha con un crecimiento promedio mensual de 0.28 cm.
- Se encontró diferencias estadísticas en las evaluaciones de producción de nuevos brotes y se determinó que la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT para la especie de bambú *Guadua angustifolia* es la dosis de 60 Kg/ha con una producción promedio de nuevos brotes de 3.9 en síes meses. La mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT para la especie de bambú *Guadua weberbaueri* es de 60 Kg/ha con una producción promedio de nuevos brotes de 0.7 en seis meses, y para la especie de bambú *Bambusa vulgaris* la mejor dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT es de 60 Kg/ha con un promedio de nuevos brotes de 1.4 en seis meses.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizando los cálculos estadísticos y la prueba de Tukey obtenidos en la comparación de las dosis de fósforo (P_2O_5) como fuente de SFT y analizando las conclusiones se recomienda para un óptimo crecimiento la dosis de fósforo:

- Para mejor crecimiento en altura y diámetro, producción de nuevos brotes para la especie *Guadua angustifolia* se recomienda la dosis de P: 60 kg/ha, usando el fósforo (P_2O_5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT).
- Para mejor crecimiento en altura y diámetro, producción de nuevos brotes para la especie *Guadua weberbaueri* se recomienda la dosis de P: 60 kg/ha, usando el fósforo (P2O5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT).
- Para mejor crecimiento en altura y diámetro, producción de nuevos brotes para la especie *Bambusa vulgaris* la dosis de P: 60 kg/ha, usando el fósforo (P2O5) como fuente de Superfosfato Triple (SFT).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

Alvaro, G. J. (10 de 12 de 2019). El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. *Agrosmart Solutions LAB- Fertibox* . Obtenido de https://www.fertibox.net/home

Antico Dunaiski, F. (2019). Contenido de biomasa y fósforo en esquejes de bambú gigante influenciados por la fertilización con fosfato. *Revista Ciencia Agraria Paranaensis, 18*(4). Obtenido de https://doi.org/10.18188/sap.v18i4.22666

Bittu , S. (30 de 06 de 2015). Gobernanza ahora .

Black, C. A. (1968). *Soil-plant relationships.* NY: John Wiley & Sons Inc.

BOLETÍN FAO FERTILIZANTES Y NUTRICIÓN VEGETAL. (2007). Utilización de las rocas. (F. Zapata, & R. N. Roy, Edits.) *FAO, 13*.

British Sulphur Corporation Limited. (1987). *A world survey of phosphate deposits: London.* Florida, Estados Unidos: The British Sulphur Corporation Limited.

Cámara, M. A. (12 de 04 de 2017). *https://www.fertirrigacion.com/diferencias-entre-nutricion-y-fertilizacion/.* Recuperado el 06 de 07 de 2022

Cochrane, T. (1982). *Caracterizacion Agroecologica para el Desarrollo de* (1 ed.). Cali, Colombia: P.L.Villanueva S.A.

Cubas Delgado, L., & Reyna Padilla, D. A. (2019). *“Efecto de la aplicación de abonos orgánicos de biomasa de bambú (Guadua angustifolia) para la recuperación de suelos degradados Pacayzapa, Lamas 2019.* Lamas, San Martin: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/49521

Díaz Zuñiga, E. (2020). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO ESPECIES DE BAMBÚ: Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri, Bambusa vulgaris, Dendrocalamus asper y Guadua sarcocarpa, EN SUELOS DEGRADADOS DE LA ZONA DE PUCALLPA. UCAYALI, PERÚ.* Informe Final, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Pucallpa - Perú.

Díaz Zúñiga, E. J. (2018). *Manual de Fertilidad de Suelos.* Pucallpa, Ucayali, Perú.

Díaz Zúñiga, E. J. (2019). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO ESPECIES DE BAMBÚ: Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri, Bambusa vulgaris, Dendrocalamus asper y Guadua sarcocarpa, EN SUELOS DEGRADADOS DE LA ZONA DE PUCALLPA. UCAYALI, PERÚ. *Conferencia en la Semana Forestal y Semana Tecnologica e Innovación.* Pucallpa.

Dudley, N., & Stolton, S. (1996). *"The Environmental Impact of Pulp and Paper" from Pulp Fact: The Environmental and Social Impacts of the Pulp and Paper Industry.* World Wildlife Fund for Nature.

Engelstad, O. P., & Hellums , D. T. (1993). *Solubilidad en agua de fertilizantes fosfatados: aspectos agronómicos-Una revisión de la literatura.* IFDC IFDC-P17, Muscle Shoals, AL.

FAO. (2000). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2000.* Roma. Recuperado el 09 de 10 de 2021

Grandez Garate, D. A. (2022). *"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA Y DOS FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES EN UN SUELO DEGRADADO DE PUCALLPA- PERÚ".* Pucallpa, Ucayali, Perú: Universidad Nacional de Ucayali.

Grandtner, J. (2017). *Guadua weberbaueri.* Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Guadua_weberbaueri

Hammond, L. L., Chien, S. H., & Mokwunye, A. U. (1986). Agronomic Value of Unacidulated and Partially Acidulated Phosphate Rocks Indigenous to the Tropics. *Elsevier, 40*, 89-104. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60281-3

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5 ed.). México D.F: Mc GRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

International , F. D., & Organización de las Naciones , U. I. (1998). *Fertilizer manual* (3rd Edition ed.). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers: In cooperation with UNIDO : IFDC.

International Network for Bambú and Rattan , (. (1995). *3*(2).

Lanly, J. (2015). Los factores de la deforestacion y de la degradacion d elos bosques. *FAO*.

Lárraga Sánchez, N., Gutiérrez Rangel, N., López Sánchez, H., Pedraza Santos, M. E., Santos Pérez, G., Santos Pérez, U. I., & Vargas Hernández, J. (mayo - agosto de 2011). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TRES ESPECIES DE BAMBÚ. *Ra Ximhai, 7*(2). doi:ISSN: 1665-0441

Maldonado Caballero, M. (2019). *PROPAGACIÓN DE Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne f. (Bambú) A TRAVES DE ESQUEJES EN TRES TIPOS DE ABONOS ORGANICOS.* Tingo Maria, Huanuco: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.

Marschner, H. (30 de julio de 2018). Nutrición mineral de plantas superiores. *Ciencias Agrícolas, 9*(7).

Matos, R. (2017). *Manual Tecnico del Bambu para Productores (Guadua angustifolia Kunth).* Obtenido de http://www.serfor.gob.pe/wp-

content/uploads/2017/09/Manual%20Tecnico%20del%20Bambu%20para%20Productores.pdf.

Mejía, E. (2005). *Metodología de la Investigación Científica.* Lima, Perú: Universidad nacional Mayor de San Marcos.

MINAGRI. (2018). *MANUAL DE MANEJO TECNIFICADO DEL BAMBU (A. A.-P. PROYECTO ESPECIAL DATEM DEL MARAÑON)* (1 ed.). Loreto, Perú.

Ministerio de Agricultura. (2010). Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020. *2*. Obtenido de www.minag.gob.pe

Montalvo Zarate, M. E. (2021). *Efecto de fertilizantes compuestos en Guadua angustifolia kunt, en la zona de Satipo.* Satipo, Junin: Universidad Nacional de Centro del Prú UNCP. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12894/7836

Morocho Galarza, F. M., & Gutiérrez Tejada, G. R. (enero de 2018). REVISTA DEL CIRCULO DE INVESTIGACIÓN EN LA CADENA DE VALOR DEL BAMBÚ PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO. *“BAMBUCYT: Bambú para la Ciencia, Innovación y Tecnología ”*(1). Obtenido de www.cib@lamolina.edu.pe

NOTHOLT, A. J., & JARVIS. (1 de setiembre de 1989). Una década de investigación y desarrollo de fosforita. *Journal of the Geological Society*, 146, 873-876.

Proyecto SoilCare. (2022). *SoilCare*. Recuperado el 06 de 09 de 2022

Quispe Janampa, D. P. (2009). *Propagación de tres especies de bambú a través de esquejes con diferentes dosis de humus de lombriz, en la zona de Tingo María.* Tingo María, Huanuco, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/707

Rajan, S. S., Watkinson , J. H., & Sinclair, A. G. (1996). Rocas de fosfato para aplicación directa a suelos. *Elsevier, 57*, 77-159. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60923-2

Revilla Chávez, J. M. (2019). Propagación Clonal de Tres Especies de Bambú. *Semana Forestal y Semana de la Ciencia Tecnologia y Ambiente.* Pucallpa.

Rodríguez Infante, J. L. (2016). *Efecto de diferentes sustratos en el prendimiento de esquejes de bambú guayaquil (Dendrocalamus asper Schult. & Schult. f. Backer ex K. Heyne) en Tingo María.* Tingo María, Huanuco, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1810

Sánchez Martínez, A. M. (2017). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo.* Ecuador: Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7665

SERFOR. (2015). *Interpretacion de la Dinamica de la Deforestacion en el Peru y Lecciones Aprendidad para Reducirla*. Obtenido de http://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Interpretacion-de-la-dinamica-de-la-deforestacion-en-el-Peru-y-lecciones-aprendidas-para-reducirla-1.pdf.

Stallman, R. (2016). *Guadua angustifolia.* Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Guadua_angustifolia

Tamashiro, S. (08 de 07 de 2017). Bambú, un cultivo con usos múltiples y sorprendentes. (FAUBA, Ed.) *SLT Sobre la Tierra*. Obtenido de http://sobrelatierra.agro.uba.ar/bambu-un-cultivo-con-usos-multiples-y-sorprendentes/

Urbana-Champaign, U. d. (Ed.). (2022). *web.extension.illinois.edu*. Recuperado el 03 de 09 de 2022, de https://web.extension.illinois.edu/firstgarden_sp/basics/feedme_03.cfm

Valdez, D. (2016). *Cultivo de Bambu.* Brasil: APUAMA.ORG. Obtenido de http://apuama.org/wp-content/uploads/2016/10/02-David-Valdez-El-cultivo-del-bamb%C3%BA-1.pdf: http://apuama.org/wp-content/uploads/2016/10/02-David-Valdez-El-cultivo-del-bamb%C3%BA-1.pdf

Van Kauwenbergh , S. J., & McClellan, G. H. (1 de enero de 1990). Geología y mineralogía comparada de las fosforitas del sureste de Estados Unidos y Togo. *Sociedad Geológica*, 52, 139-155. Obtenido de https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1990.052.01.10

Villada, O. (2014). *La Guadua Nuestro Recurso.* Obtenido de GUADUA TAXONOMIA: https://es.scribd.com/document/61128181/GUADUA-TAXONOMIA

Watson, T. (2017). *Bambusa vulgaris.* Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Bambusa_vulgaris

www.wikipedia.org. (13 de 01 de 2022).

Xian-min, G., De-kui, N., Tian-zhen, D., Shun-zhen, X., & Wang, J. (01 de 2004). FERTILIZACION BALANCEADA DEL BAMBU. *Informaciones Agronomicas*(52).

ANEXOS

Imagen 1A. Instalación de banner.



Instalación del banner del proyecto de investigación: “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”

Imagen 2A. Análisis de suelo al área de investigación.



Recolección de muestras de suelo, dentro del área experimental, para el análisis de fertilidad en laboratorio.

Imagen 3A. Preparación de las muestras de suelo para análisis de laboratorio.



Etiquetado y codificación de las muestras de suelo para ser llevados al laboratorio para su análisis.

Imagen 4A. Preparación y aplicación de los tratamientos.



Preparación y pesado de los tratamientos (fertilizantes a usar) para ser aplicados a las especies de bambú en investigación.

Imagen 5A. Medición de altura.



Medición del crecimiento en altura a las especies de bambú en investigación con la ayuda de un clinómetro óptico,

Imagen 6A. Medición de diámetro.



Medición del crecimiento en diámetro a las especies de bambú en investigación con la ayuda de un calibrador vernier.

Imagen 7A. Control de malezas.



Aplicación de herbicida en el área experimental como parte de control de malezas durante las evaluaciones realizadas a las especies de bambú en investigación.

Imagen 8A. Coordenadas UTM de los tratamientos.

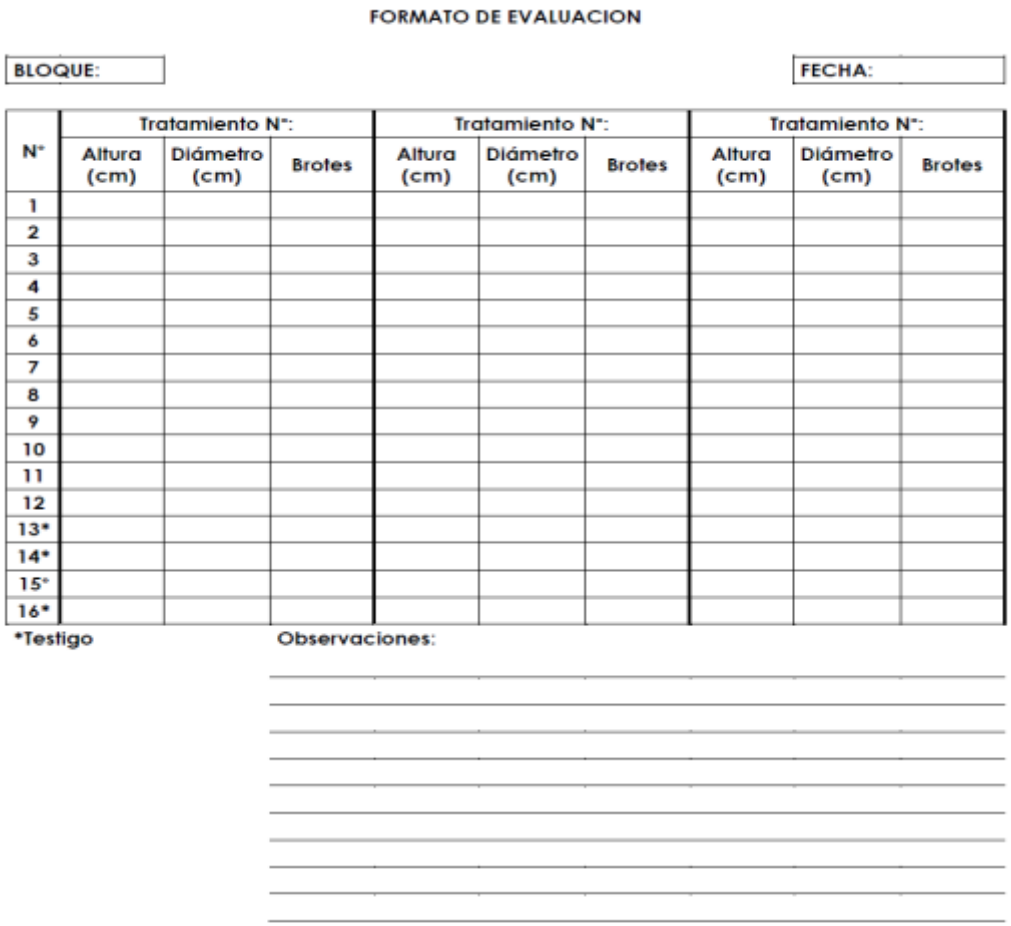
Coordenadas UTM *Guadua angustifolia*								
	T_1		T_2		T_3		Testigo	
	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
Bloque I	547184.00	9068766.00	547183.00	9068760.00	547184.00	9068755.00	547186.00	9068749.00
	547189.00	9068766.14	547188.00	9068760.00	547189.00	9068755.00	547191.00	9068749.00
	547194.00	9068766.28	547193.00	9068760.14	547194.00	9068755.14	547196.00	9068749.14
	547199.00	9068766.33	547198.00	9068760.19	547199.00	9068755.19	547201.00	9068749.19
Bloque II	547210	9068746	547210.16	9068741.84	547210	9068737	547210	9068733
	547215	9068746.06	547215.16	9068741.9	547215	9068737.06	547215	9068733.06
	547219.99	9068746.39	547220.15	9068742.24	547219.99	9068737.39	547219.99	9068733.39
	547224.99	9068746.57	547225.15	9068742.41	547224.99	9068737.57	547224.99	9068733.57
Bloque III	547231	9068729	547232	9068724	547233	9068719	547234.32	9068713.87
	547235.99	9068729.35	547236.99	9068724.35	547237.99	9068719.35	547239.3	9068714.22
	547240.93	9068730.17	547241.93	9068725.17	547242.93	9068720.17	547244.25	9068715.04
	547245.94	9068730.39	547246.94	9068725.39	547247.94	9068720.39	547249.25	9068715.26

Coordenadas UTM *Guadua weberbaueri*								
	T4		T5		T6		Testigo	
	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
Bloque I	547204.00	9068766.00	547204.98	9068761.88	547206.00	9068757.00	547207.00	9068751.00
	547209.00	9068766.00	547210.16	9068761.88	547211.00	9068757.00	547212.00	9068751.00
	547214.00	9068766.08	547215.41	9068762.00	547216.00	9068757.08	547217.00	9068751.08
	547219.00	9068766.14	547220.04	9068762.02	547221.00	9068757.14	547222.00	9068751.14
Bloque II	547228.54	9068746.98	547228.83	9068743.1	547229.29	9068738.42	547229.75	9068733.61
	547233.54	9068747.18	547233.83	9068743.3	547234.29	9068738.62	547234.74	9068733.81
	547238.52	9068747.66	547238.81	9068743.78	547239.27	9068739.11	547239.72	9068734.3
	547243.5	9068748.11	547243.79	9068744.23	547244.25	9068739.55	547244.7	9068734.74
Bloque III	547251	9068730	547252	9068725	547252.72	9068720.6	547253.75	9068715.42
	547255.98	9068730.41	547256.98	9068725.41	547257.71	9068721.01	547258.73	9068715.83

547260.98	9068730.7	547261.98	9068725.7	547262.7	9068721.31	547263.73	9068716.13
547265.94	9068731.35	547266.94	9068726.35	547267.66	9068721.95	547268.69	9068716.77

Coordenadas UTM *Bambusa vulgaris*								
	T7		T8		T9		Testigo	
	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
Bloque I	547223	9068767	547224	9068764	547238	9068765	547226	9068755
	547228	9068767	547229	9068764	547230	9068760	547231	9068755
	547233	9068767	547234	9068764	547235	9068760	547236	9068755
	547238	9068768	547225	9068760	547240	9068761	547241	9068756
Bloque II	547247.06	9068748.26	547247.77	9068744.36	547248.75	9068739.65	547250	9068736
	547252.03	9068748.85	547252.74	9068744.94	547253.71	9068740.23	547254.97	9068736.58
	547256.96	9068749.68	547257.67	9068745.77	547258.65	9068741.06	547259.9	9068737.41
	547261.96	9068750.03	547262.67	9068746.12	547263.64	9068741.41	547264.9	9068737.76
Bloque III	547270	9068732	547271	9068728	547272	9068722	547273	9068717
	547275	9068732	547276	9068728	547277	9068722	547278	9068717
	547279.99	9068732.54	547280.99	9068728.54	547281.99	9068722.54	547282.99	9068717.54
	547284.86	9068734.01	547285.86	9068730.01	547286.86	9068724.01	547287.86	9068719.01

Imagen 9A. Formato de evaluación en campo.



FORMATO DE EVALUACION

BLOQUE: FECHA:

N°	Tratamiento N°:			Tratamiento N°:			Tratamiento N°:		
	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Brotes	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Brotes	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Brotes
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13*									
14*									
15°									
16*									

*Testigo

Observaciones:

Imagen 10A. Resultados del análisis de suelo al área de investigación antes de la aplicación de los tratamientos.