

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth), UTILIZANDO SUSTRATOS MEJORADOS, EN EL DISTRITO DE CALZADA - MOYOBAMBA – SAN MARTÍN**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**EFRAÍN CARHUATOCTO CHULLY**

**ASESOR**

**Ing. M. Sc. SEGUNDO MEDARDO TAFUR SANTILLAN**

**JAÉN – PERÚ**

**2022**



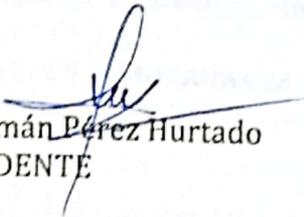
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **catorce** días del mes de **diciembre** del año dos mil veintidós, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal-Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°173-2022-FCA-UNC, de fecha 14 de junio del 2022, y con la Resolución de Consejo de Facultad N°326-2022-FCA-UNC, de fecha 25 de octubre 2022, presentado al Asesor; con el objetivo de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulada: "**PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) UTILIZANDO SUSTRATOS MEJORADOS EN EL DISTRITO DE CALZADA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN**", ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don EFRAIN CARHUATOCTO CHULLY**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **dieciocho** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **diecinueve** horas y **cero** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 14 de diciembre de 2022.

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
PRESIDENTE

  
Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
VOCAL

  
Ing. M. Sc. Segundo Tafur Santillán  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*Con todo mi corazón mi tesis a Dios, a Juanita Chully Cabrales mi madre y a Marleny Vargas Chully mi hermana, que desde el cielo me cuidan y guían por el buen camino; a mis tíos y hermanos, por su constante apoyo que me permitió alcanzar este logro.*

*A Arleth Carhuatocto Zamora mi hija y a Rosi Zamora Díaz mi esposa, que son mi mayor motivación de superación permanente, para quienes aspiro ser un ejemplo.*

Efraín

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterno agradecimiento a mis padres, hermanos y esposa por su constante e importante apoyo para el logro de culminar mi tesis y ser un profesional de éxito de importancia para la sociedad.

Mi agradecimiento y reconocimiento por su constante apoyo y guía durante todo el proceso de desarrollo de la presente tesis al Dr. Segundo Primitivo Vaca Marquina y a mi asesor el M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán.

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca y a todos mis docentes de Ingeniería Forestal por ser formadores de profesionales de alta calidad y que son promotores del desarrollo local y nacional.

Mi reconocimiento y agradecimiento al técnico Robinson Flores Tuesta, quien me apoyo en el trabajo de campo durante la ejecución de la tesis, gracias a sus reconocidos conocimientos pude ejecutar la tesis con prontitud y calidad.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. La propagación de plantas	18
2.2.2. Propagación de chusquines	18
2.2.3. Aspectos generales de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	19
2.2.4. Taxonomía de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	20
2.2.5. Distribución del bambú (Guadua o marona)	21
2.2.6. Importancia del bambú	22
2.2.7. Características del tallo, culmo o caña de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	23
2.2.8. Condiciones ambientales para el desarrollo de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	24
2.2.9. Propagación sexual o por semilla	25
2.2.10. Propagación asexual o vegetativa	25
2.2.11. Propagación de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth por el método de chusquines	26
2.2.12. Método del rizoma con raíces, parte del tallo con yemas activas	26
2.2.13. Método del tallo delgado con trozo de rizoma	26
2.2.14. Método de chusquines de rizomas de guaduas apeadas	27
2.1. Conceptos básicos	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Ubicación de la investigación	30

3.2. Materiales	30
3.3. Metodología	32
3.3.1. Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio	32
3.3.2. Diseño experimental y arreglo de factoriales	32
3.3.3. Croquis del experimento	33
3.3.4. Selección y ubicación del área experimental	34
3.3.5. Construcción de las camas de propagación	34
3.3.6. Preparación de los sustratos	34
3.3.7. Selección, separación y siembra de chusquines	34
3.3.8. Manejo de las camas de propagación de chusquines	35
3.3.9. Medición de altura de nuevos chusquines	35
3.3.10. Análisis de datos	35
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>36</b>
3.1. Resultados	36
3.1.1. Crecimiento de chusquines con sustrato de humus de lombriz y los otros factores	36
3.1.2. Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol de vacuno y los otros factores	37
3.1.3. Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y los otros factores	39
3.1.4. Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y los otros factores	40
3.1.5. Crecimiento de chusquines con la combinación de los tres factores en estudio	42
3.1. Discusión	48
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
5.1. Conclusiones	52
5.2. Recomendaciones	52
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS</b>	<b>59</b>
Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación	59
Anexo 2. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque I	60
Anexo 3. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque II	68
Anexo 4. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque III	76

Anexo 5. Resumen de datos del crecimiento de chusquines de bambú de acuerdo al diseño factorial aplicado	84
Anexo 6. Análisis estadístico de los datos en el software Insfostat V2020	85
Anexo 7. Panel fotográfico de la investigación	86

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	20
Tabla 2. Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio	32
Tabla 3. Arreglo de factoriales	33
Tabla 4. Croquis de distribución de los tratamientos	33
Tabla 5. Crecimiento de los chusquines en el sustrato de humos de lombriz y otros factores en estudio	36
Tabla 6. Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol vacuno y otros factores en estudio	38
Tabla 7. Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y otros factores en estudio	39
Tabla 8. Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y otros factores en estudio	41
Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA de los tratamientos en estudio sobre crecimiento de chusquines	43
Tabla 10. Prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de sustrato en el crecimiento de chusquines	44
Tabla 11. Prueba de Tukey para los tratamientos de aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines	45
Tabla 12. Prueba de Tukey para la interacción de los factores tipo de sustrato con la aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de la <i>Guadua angustifolia</i>	22
Figura 2. Mapa de ubicación de la investigación	31
Figura 3. Crecimiento de chusquines en el sustrato con humos de lombriz y otros factores en estudio	37
Figura 4. Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol de vacuno y otros factores en estudio	38
Figura 5. Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y otros factores en estudio	40
Figura 6. Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y otros factores en estudio	41
Figura 7. Prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de sustrato en el crecimiento de chusquines	45
Figura 8. Prueba de Tukey para los tratamientos de aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines	46
Figura 9. Prueba de Tukey para la interacción de los factores tipo de sustrato con la aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines	48

## RESUMEN

Existe cada vez mayor demanda de plántones de *Guadua angustifolia* Kunth por parte de los proyectos de reforestación, la especie se propaga de manera vegetativa, generalmente por chusquines que es la más utilizada. El objetivo principal de la presente investigación fue determinar el mejor sustrato para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. Se aplicó una metodología experimental del tipo factorial, los sustratos utilizados fueron, humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de cuy y tierra agrícola; uso o no de fósforo como fertilizante y el distanciamiento a 0.20 m x 0.20 m y a 0.10 m x 0.10 m. Como resultados, el mejor sustrato para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, es mediante el uso de tierra agrícola más humus de lombriz, obteniéndose un crecimiento de 22.86 cm; el uso de fósforo como fertilizante favorece el crecimiento de los chusquines, mientras que el distanciamiento no tiene mayor efecto en el crecimiento de los chusquines. Como conclusión final se establece que el mejor sustrato es el que utiliza tierra agrícola más humus de lombriz, combinado con la aplicación de fósforo como fertilizante, ya que se obtuvo un crecimiento de 25.60 cm.

**Palabras clave:** Bambú, chusquin, humus de lombriz, sustrato, crecimiento.

## ABSTRACT

There is an increasing demand for *Guadua angustifolia* Kunth seedlings by reforestation projects, the species is propagated vegetative, generally by chusquines, which is the most used. The main objective of the present investigation was to determine the best substrate for the propagation of *Guadua angustifolia* Kunth's lollipops. An experimental methodology of the factorial type was applied, the substrates used were earthworm humus, cattle manure, guano and agricultural land; use or not of phosphorus as fertilizer and the distance to 0.20 m x 0.20 m and 0.10 m x 0.10 m. As a result, the best substrate for the propagation of *Guadua angustifolia* Kunth, it is through the use of agricultural land plus earthworm humus, obtaining a growth of 22.86 cm; the use of phosphorus as a fertilizer favors the growth of the locusts, while distancing has no greater effect on the growth of the locusts. As a final conclusion, it is established that the best substrate is the one that uses agricultural land plus worm humus, combined with the application of phosphorus as a fertilizer, since a growth of 25.60 cm was obtained.

**Keywords:** Bamboo, chusquin, earthworm humus, substrate, growth.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La *Guadua angustifolia* Kunth es la especie de bambú más importante económicamente hablando, debido a sus cualidades muy particulares tales como sus excelentes propiedades físico-mecánicas (algunos lo consideran el acero vegetal), rápido crecimiento, facilidad de manejo y procesamiento que permite bajos costos con altos rendimientos. Las cuales permiten que sea empleada en una amplia y versátil gama de usos, por ejemplo, su utilización como leña, construcción de estructuras, muebles, instrumentos musicales y artesanías, inclusive la protección de suelos y fuentes de agua, generación de biomasa, así como servicios ambientales (captura de carbono, belleza escénica, etc.). El recurso bambú en Perú es abundante y diverso, con un gran potencial de desarrollo. Algunos esfuerzos se han realizado por parte del gobierno para incorporar esta planta en la economía de algunas regiones, especialmente en la Amazonía (Londoño, 2010).

Perú puede ser uno de los países Andinos con mayor riqueza en diversidad de bambúes, pero hasta la fecha no se ha enfatizado en la investigación taxonómica de este grupo de plantas, para lo cual es necesario realizar más trabajo de campo. Según el inventario de bambúes realizado por Londoño (1998) para América Latina y en particular para el Perú, existen 37 especies reunidas en 8 géneros. Los departamentos de Pasco y del Cuzco son los que albergan la mayor diversidad, mientras que los departamentos de Madre de Dios y del Amazonas son los que tienen la mayor área cubierta por bambúes.

El bambú en Perú se utiliza en una cantidad proporcionalmente menor que otros materiales utilizados en la construcción de viviendas y muebles. Los usos más frecuentes son techos, cercos, paredes, y como elemento decorativo de viviendas y locales comerciales, sin cumplir realmente un papel estructural (Takahashi & Ascencios, 2004).

Actualmente el método de propagación por chusquines en bambú es uno de los métodos más adecuado para producir plantas en el menor tiempo posible y al menor costo, a su vez esto exige lograr plántulas o chusquines vigorosos en el menor tiempo, motivo por el cual se requiere conocer los tipos de sustrato más conveniente utilizados en camas de propagación. En este sentido con el propósito de contribuir al conocimiento de esta problemática y el valor que

actualmente tiene esta especie, se propone realizar un estudio, cuyos resultados permitan acercarse al conocimiento de las técnicas con los mejores sustratos empleados tanto en camas almacigueras como en bolsas para campo definitivo de la especie *Guadua angustifolia* (Kunth). En cuanto a lo descrito anteriormente, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el tipo de sustrato con la adecuada proporción de insumos locales mediante la utilización de mezclas naturales y locales (Tierra agrícola, guano de cuy, estiércol de vacuno, humus) de *Guadua angustifolia* Kunth en Moyobamba – San Martín?

La investigación realizada se propuso como objetivo general, determinar el sustrato adecuado para la propagación de plántulas o chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de humus con y sin aplicación de fósforo.
- Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de tierra agrícola con y sin aplicación de fósforo.
- Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de estiércol de vacuno con y sin aplicación de fósforo.
- Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de guano de cuy con y sin aplicación de fósforo.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Márquez de Hernández & Marín Ch. (2011), investigaron sobre la propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *Guadua angustifolia* Kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure, en tres tipos de sustratos, estudiaron la propagación de *Guadua angustifolia*, *Guadua amplexifolia*, y *Elytostachys typica* utilizando tres tipos de sustrato. Esta investigación se desarrolló en el cobertizo del Laboratorio de Ecología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) en Maracay, estado Aragua. Es una investigación experimental en donde se usó como material vegetal brotes basales de rizomas (chusquines). Los tres sustratos utilizados fueron S1: suelo + arena de río (1:2), S2: S1 + humus de lombriz (3:1), S3: S1 + pulpa de café. Los sustratos fueron llenados en un total de 180 bolsas, se sembraron 20 chusquines de cada especie en cada tipo de sustrato. Se evaluaron parámetros como sobrevivencia de los chusquines, aparición de nuevos brotes, número de hojas, crecimiento longitudinal, etc. Obteniendo como resultado que la especie *Guadua angustifolia* presentó un 70 % de brotación en los sustratos S2 y S3, respecto a las variables de crecimiento (longitud, área foliar) fueron mejores utilizando el sustrato S2 (suelo + arena de río + humus de lombriz). El autor concluye que el mejor sustrato para la propagación de la especie *Guadua angustifolia* Kunth es el que está conformado por suelo, arena de río humus de lombriz.

Fonseca y Rojas (2016) estimaron la biomasa acumulada y el carbono acumulado en plantaciones de bambú en Costa Rica, y en el suelo en rodales artificiales de *Dendrocalamus latiflorus*, *Guadua angustifolia* y *Guadua aculeata* y desarrollaron modelos matemáticos para estimar la biomasa y el carbono. La biomasa se estimó por el método destructivo que consiste en la cosecha del material para obtener el peso húmedo. La fracción de carbono promedio osciló de 43,3 a 47,2 % entre los diferentes componentes (hojas, ramas, raíz y tronco) en un mismo culmo y de 36,4 a 46,7 % en la vegetación herbácea. El porcentaje de carbono en el suelo fue de 2,45 %. El carbono almacenado (incluido el suelo) por hectárea en plantaciones de *D. latiflorus* fue de 186,73 Mg ha<sup>-1</sup> y de 117,74 Mg ha<sup>-1</sup> en *G. angustifolia* y *G. aculeata*. Los culmos representan más del 87 % del carbono de la biomasa total y más de 34 % a nivel de

ecosistema. Los modelos ensayados por componente del culmo y para el culmo completo no presentaron buenos ajustes y se desestimaron, mientras que los modelos agregados poseen R<sup>2</sup> superiores al 89 % y bajos errores de estimación.

Révolo Baltazar & Révolo Baltazar (2018), investigaron sobre el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo, determinó el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento del bambú. Para ello, utilizó cuatro tipos de sustratos (T1: Aserrín + tierra, T2: Compost + tierra, T3: Fibra de coco + tierra, T4: Microorganismos de montaña + tierra) y como testigo se usó sustrato conformado tierra negra + arena. Las variables evaluadas fueron supervivencia de las plántulas sembradas, vigorosidad de sus brotes en número de chusquines, altura de la planta, diámetro de tallo y número de hojas por planta. Obteniendo como resultado que el tratamiento T2 tuvo mayor supervivencia con un 79.00 % de plantas vivas a los 100 días de cultivo, número de brotes un promedio de 8.00 brotes, incrementando estos entre los 80 a 100 días de cultivo, cantidad de hojas por brote de 12.75 y diámetro de tallo con 3.38 cm, respecto a la longitud del brote el T4 obtuvo una longitud de 29.75 cm y el T2 obtuvo 28.95 cm. Concluyendo de esta manera que para la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* se debe utilizar sustratos preferiblemente a base de compost y microorganismos de montaña.

Aguirre (2019) investigó sobre, el efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero – Aucayacu, evaluó el efecto de dos enraizadores y tres tipos de sustrato en la propagación de bambú. La investigación se desarrolló en la región Huánuco, en el Vivero Municipal del distrito de José Crespo y Castillo, Aucayacu; provincia de Leoncio Prado donde se evaluó dos factores: dosis de enraizadores (razormín 5 ml/l agua, Root–Hor 5 ml/l agua) y mezcla de sustratos (80 % tierra agrícola + 20 % arena de río, 80 % tierra agrícola + 20 % humus y 80 % tierra agrícola + 10 % arena de río + 10 % humus) los cuales conformaron 9 tratamientos distribuidos en un diseño completamente al azar. El material vegetal utilizado fueron chusquines de bambú a los cuales se les evaluó el prendimiento, la cantidad de hijuelos, altura, diámetro, volumen radicular, biomasa y la relación beneficio-costos. El autor obtuvo como resultado que el enraizador Razormín a una dosis de 5 ml/l y con el sustrato conformado por 80 % de tierra y 20 % de humus arrojaron los mejores valores para todas las variables estudiadas, por otro lado,

respecto al análisis económico se obtuvo que todos los tratamientos fueron rentables. Concluyendo de esta manera que el sustrato más idóneo para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* es 80 % de tierra + 20 % de humus y utilizando 5 ml/l del enraizador Razormín para mejores resultados.

Ardiles (2019) evaluó diferentes sustratos en la propagación de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en Kapashiato - Echerati - La Convención – Cusco, consideró importante evaluar el mejor sustrato para la propagación de bambú, así como también determinar el método más idóneo de propagación. La investigación se llevó a cabo en la provincia de La Convención, en el fundo Santa Lucia de la familia Ardiles en el distrito de Echarati. Es su investigación de tipo experimental, aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de seis tipos de sustratos (Suelo agrícola, Compost de aserrín, Suelo agrícola + arena de río, Suelo agrícola + compost de aserrín, Compost de aserrín + arena de río, Suelo agrícola + compost de aserrín + arena de río) y dos tipos de esqueje (esquejes de tallo y esquejes de ramas laterales), conformando 12 tratamientos con 3 repeticiones. Se estudiaron los parámetros de altura y diámetro de brote, número de entrenudos, número de plantas prendidas y porcentaje de mortalidad. Los resultados fueron analizados estadísticamente con el software estadístico Minitab-17 mediante análisis de varianza (ANOVA) y se comparó las medias con la prueba Duncan al 5 % obteniendo que el tratamiento T10 (esqueje de tallo en suelo agrícola + compost de aserrín) presentó mejores valores para las variables estudiadas, siendo los siguientes: altura de brote fue 102.23 cm, diámetro de brote fue 0.817 cm, número de entrenudos fue 9.8 unidades, número de plantas prendidas con 12.67 unidades y porcentaje de mortalidad con 25.00 % a 90 días de instalado en vivero.

Ardiles (2019) concluyó que, el mejor sustrato en la propagación vegetativa de cultivo de bambú, fue el sustrato S4 (suelo agrícola + compost de aserrín) que, a los 90 días de su instalación en vivero, favoreció con una mayor altura de brote de 87.96 cm, en diámetro de brote 0.78 cm, en número de entrenudos 8.6 unidades, en número de plantas prendidas 11.33 unidades de un total de 16 plantas, en porcentaje de mortalidad fue de 29.17%. Seguidamente se ubica el sustrato S2 (compost de aserrín) que, a los 90 días, alcanzó una altura de brote de 83.68 cm, en diámetro de brote 0.70 cm, en número de entrenudos 7.72 unidades, en número de plantas prendidas 10.50 unidades de un total de 16 plantas, en porcentaje de mortalidad un promedio de

34.38 %. Finalmente, el sustrato S3 (suelo agrícola + arena de río) obtuvo una altura de brote de 68.18 cm, en diámetro de brote 0.65 cm, en número de entrenudos 5.98 unidades, en número de plantas prendidas 8.50 unidades, en porcentaje de mortalidad se encontró un promedio de 46.88 %.

Cano (2020) investigó sobre, la propagación vegetativa de *Guadua* aff. *angustifolia* a partir de chusquines en condiciones de vivero, consideró importante determinar el tiempo óptimo de producción de la especie *Guadua* aff. *angustifolia* por el método de chusquines. La investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el material vegetativo utilizado fue proveniente de la región San Martín de la granja ganadera de Calzada del Proyecto Especial Alto Mayo, ubicada en el distrito de Calzada, provincia de Moyobamba. El sustrato utilizado en la investigación estuvo conformado por tierra agrícola, compost y arena (3:2:1), los chusquines fueron sembrados a un distanciamiento de 25 cm. Se evaluaron variables como prendimiento, número de brotes, altura promedio, número de raíces y promedio de la longitud de raíces. El autor obtuvo como resultado para la etapa de propagación que etapa de banco de propagación, se obtuvo porcentajes de prendimiento del 100 % con valores mayores al 90 % respecto al porcentaje de supervivencia, número de brotes de 11, 14 y 20 brotes/individuo, altura máxima de 20,29 cm, 20,87 cm y 19,57 cm y altura promedio de 10,21 cm, 9,61 cm y 9,24 cm para los tiempos de tres, cuatro y cinco meses respectivamente. El sustrato utilizado fue idóneo para la propagación y el tiempo óptimo para la propagación de la especie estudiada es de a tres meses en banco de propagación.

Montenegro (2020) investigó sobre, el impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), en la provincia de Jaén – Cajamarca”; concluyó que el tratamiento que obtuvo un porcentaje de sobrevivencia fue el sustrato aserrín de cedro obteniendo un 78 % de sobrevivencia (T4) y el sustrato que presentó menor días al brote de *Guadua angustifolia* fue arena, con promedio de 27 días (T1).

Vizcarra (2021) investigó sobre, los efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método de chusquines, determinó el efecto de cuatro tipos de sustrato (tierra negra + arena de río, tierra negra + estiércol de ganado vacuno + arena de río, tierra negra + tamo de arroz + arena de río, tierra negra + humus de

lombriz + aserrín de madera), para esto se establecieron un total de 144 chusquines siendo 48 por tratamiento y 12 por unidad experimental. Como resultado el investigador obtuvo que los chusquines sembrados en el sustrato de tierra negra 80 % + arena de río 20 % presentaron un diámetro de 0,80 cm, altura de 67,8 cm a los 30, 60 y 100 días después de la siembra obteniendo los mejores parámetros morfológicos, además, presentaron un mejor comportamiento en su índice de mortalidad con el 44,44 % de chusquines vivos, concluyendo de esta manera que el mejor sustrato para la propagación de bambú a través de chusquines es el que está compuesto por tierra negra y arena de río.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Propagación de plantas**

La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación por medios sexuales como asexuales. La propagación de plantas ha sido una ocupación fundamental desde inicios de la civilización. Esta presenta tres aspectos diferentes: Primero: para propagar plantas con éxito, se debe conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, cuyo dominio requiere de cierta práctica y experiencia. Segundo: el éxito de la propagación de plantas requiere de conocimiento de la estructura y la forma y la forma de desarrollo de la planta. El tercer aspecto de la propagación exitosa de las plantas, es el conocimiento de las distintas especies o clases de plantas y los métodos con los cuales es posible propagar ciertas especies (Hartmann y Kester, 1997).

Métodos y procedimientos de propagación utilizando partes vegetativas de una planta, con el objetivo de reproducir una generación de individuos de genotipo idéntico a la planta madre. La multiplicación de plantas por medio de semillas (generalmente sexual) o por medios vegetativos (asexuada) (CETHA, 2017).

### **2.2.2. Propagación de chusquines**

Ardiles (2019) indica que, la propagación por chusquines se hacen con plantas pequeñas, con todas sus partes (raíces, tallos y hojas) que provienen de un rizoma que se activa entre el primer y segundo mes después de aprovechado su tallo aéreo. Sus tallos son generalmente delgados: 1 y 2.5 mm de diámetro, 20 a 30 cm de altura y sus raíces alcanzan hasta 15 cm de

longitud. Para la obtención de los chusquines dentro de un guadual se debe: a) seleccionar guaduales sanos, vigorosos y de buenas características físicas; b) separar, los chusquines del rizoma utilizando pala o machete; c) realizando una suave presión se introduce la pala, sacando los chusquines, tratando de evitar en lo posible, la ruptura de raíces y raicillas; d) transportar los chusquines al vivero, donde se realizará su propagación. En *Guadua angustifolia*, se ha demostrado que todos los chusquines pueden producir hijuelos; sin embargo, para propagar es necesario considerar que las plantas presenten buenas características físicas, sanidad, vigor, tamaño, etc. Los chusquines se siembran en un área con sustratos sueltos y ricos en materia orgánica, conocido como banco de propagación, allí los chusquines realizan su proceso de multiplicación o generación de rebrote.

Ardiles (2019) concluye además que, el mejor método de propagación vegetativa del cultivo de bambú, fue con el tratamiento T10 (esqueje de Tallo en suelo agrícola + compost de aserrín), combinación que, favoreció una mayor altura de brote de 102.23 cm, en diámetro de brote 0.82 cm, en número de entrenudos 9.8 unidades, en número de plantas prendidas 12.67 unidades de un total de 16 plantas, y en porcentaje de mortalidad solo obtuvo un 20.83 %. Seguidamente está el tratamiento T8 (esqueje de Tallo en compost de aserrín) combinación que, obtuvo una altura de brote de 96.83 cm, en diámetro de brote 0.80 cm, en número de entrenudos 9.67 unidades, en número de plantas prendidas 12.00 unidades, en porcentaje de mortalidad obtuvo un 25.00 %. Y finalmente el tratamiento T1 (esqueje de rama en suelo agrícola), obtuvo una altura de brote de 63.29 cm, en diámetro de brote 0.51 cm, en número de entrenudos 5.10 unidades, en número de plantas prendidas 6.0 unidades, y porcentaje de mortalidad obtuvo un 62.50 %.

### **2.2.3. Aspectos generales de la *Guadua angustifolia* Kunth**

La especie *Guadua angustifolia* Kunth conocida comúnmente como guadua, bambú o marona, es el bambú tropical económicamente más importante. Esta especie se extiende en América del Sur hacia el norte en Colombia, hasta los Andes venezolanos y hacia el sur hasta Ecuador y Perú (Judziewicz et al., 1999). Esta especie es especialmente abundante a bajas altitudes en los Andes colombianos y ecuatorianos, donde desempeña un papel importante en la vida diaria de sus habitantes, quienes le dan usos diferentes como leña, construcción, fabricación de artesanías y muebles, protección de suelos y fuentes de agua (Cruz, 1994). Puede alcanzar

hasta 30 m de altura y 15 – 20 cm de diámetro. Su crecimiento óptimo se estima en altitudes entre 0 – 1800 m s.n.m., temperatura entre 17 – 24 °C y precipitaciones anuales entre 2000 – 4000 mm (Castaño y Moreno, 2004).

El uso del bambú para la construcción se ha incrementado, debido a su bajo costo y a las ventajas que este material ofrece. De todos los bambúes americanos *G. angustifolia* es el más usado debido a la superioridad mecánica que posee, al bajo peso, la facilidad para su manejo y procesamiento y los bajos costos (Martínez García, 2015).

#### 2.2.4. Taxonomía de la *Guadua angustifolia* Kunth

La *Guadua angustifolia* Kunth pertenece a la división Espermatofitas, Subdivisión Angiospermae, Clase Monocotiledoneae, Orden Glumiflorales, Familia Gramineae, Subfamilia Bambusoideae, Género *Guadua*, Especie *Guadua angustifolia* Kunth. (Ohrnberger y Goerrings, 1983). Hasta ahora dos variedades han sido reconocidas: *Guadua angustifolia* Kunth variedad bicolor Londoño, y *Guadua angustifolia* Kunth var. *nigra* Londoño. De acuerdo a Londoño (1989) y Londoño y Clark (2002), la guadua o bambú conocido como “cebolla”, “macana”, “cotuda” o “castilla” son biotipos que reaccionan a un biotipo específico y a las condiciones del suelo. Pero según Marulanda, Márquez y Londoño (2002), no es posible realizar una caracterización molecular de los biotipos. Según Clayton, Harman, & Williamson (2006), la clasificación de se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**

##### *Taxonomía de Guadua angustifolia Kunth*

---

Súper reino	: Eukaryota
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae

Subfamilia	: Bambusoideae
Súper tribu	: Bambusoidae
Tribu	: Bambuseae
Sub tribu	: Guadulineae
Género	: Guadua
Especie	: <i>Guadua angustifolia</i> Kunth 1822

---

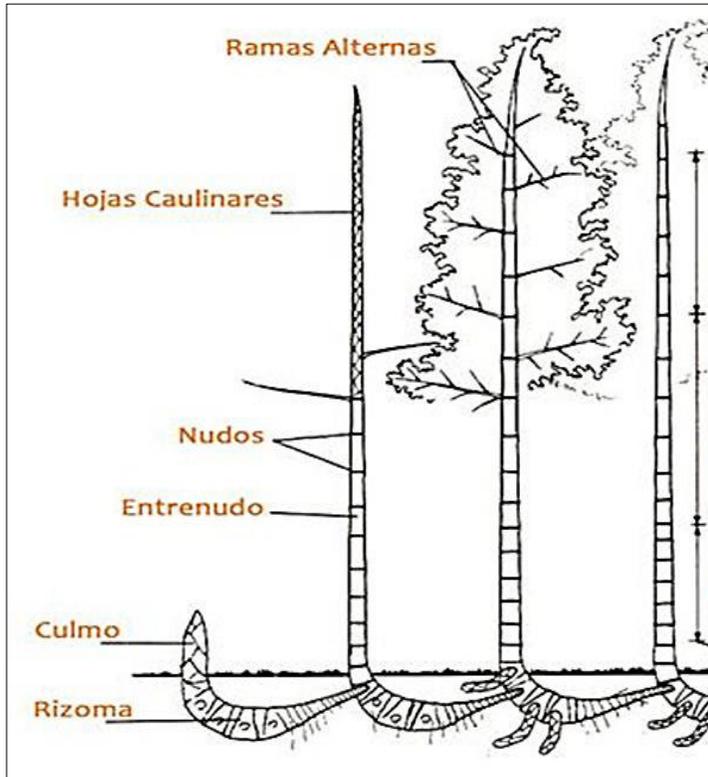
### 2.2.5. Distribución del bambú (*Guadua* o marona)

En todos los continentes, con excepción de Europa y las zonas polares existen bambúes nativos. Los bambúes tienen un rango de distribución muy amplio, desde la latitud 46° N (*Sasa kurilensis*) hasta 47° S (*Chusquea culcou*); pero la mayoría se encuentran entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (Soderstron y Calderón, 1979) en altitudes bajas y medias y son abundantes en regiones cálidas y tropicales. Takahashi en la mayoría de los departamentos del Perú, la situación de las plantaciones de bambú es precaria, no se le brinda la atención debida, desde el punto de vista económico, técnico ni científico. El área natural, aun es extensa, pese a las intervenciones de deforestación a que fue sometido; y se encuentran en la mayoría de los casos alejadas de centros poblados (MINAG, 2011).

Para el MINAG (2011) el ambiente natural de los bambúes, son los bosques tropicales húmedos, bosques tropicales secos y los bosques templados. En el sureste de la Amazonía, en los departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Cusco y Junín, existen grandes extensiones de bosques naturales asociados con bambú, que de acuerdo a la información oficial del INRENA, corresponden a aproximadamente 39, 978 km<sup>2</sup> de bosques con bambú, siendo las especies dominantes *Guadua angustifolia*, *G. sarcocarpa*, *G. superba*, *G. chacoensis* y *G. paniculata* (Londoño, 2001); pero reportes recientes indican que se encuentran en densidades del 30 al 70 % (Takahashi & Acencio, 2003). De manera similar, en los departamentos del noroeste del país, especialmente en Amazonas, San Martín, Cajamarca y en menor grado en Tumbes y Piura, se encuentran bosques naturales de bambú, formando asociaciones con otras especies forestales, mayormente de la especie *Guadua angustifolia*, *Guadua superba*, *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, además de diversas especies del género *Chusquea* spp.

**Figura 1**

*Partes de la Guadua angustifolia*



Fuente: Londoño (2010).

## **2.2.6. Importancia del bambú**

### **Alternativa económica**

Como referencia de la importancia del cultivo e industria del bambú en el mercado externo, se menciona que, de la mitad de la humanidad lo viene utilizando a diario; porque representa una alternativa viable ante materiales más costosos. Se espera que, a corto y mediano plazo, su uso sea masivo como fuente de energía por el continuo incremento de los combustibles fósiles y adicionado a los programas de promoción de energías renovables entre ellas la biomasa; y por tratarse de un recurso renovable y de rápido crecimiento. El mercado mundial del bambú supera los diez mil millones de dólares anuales, con un potencial de crecimiento de 20 mil millones al 2015 (MINAG, 2011). Históricamente el bambú ha sido utilizado en el Perú desde

épocas ancestrales; actualmente su uso está limitado a la industria de la construcción de viviendas, albergues turísticos, mueblería fina, cercos perimétricos, defensas ribereñas, arborización urbana, artesanía, como tutores en cultivos agroindustriales, forraje y algunas comunidades campesinas utilizando los brotes para el consumo humano.

### **Alternativa ambiental**

Desde el punto de vista ambiental los bambúes tienen una excelente función restauradora y cicatrizante de los daños ocasionados al ecosistema, por ejemplo: incendios forestales, derrumbes, deforestación de diversa índole. Al incorporarse el bambú se extiende y cubre rápidamente el área afectada. El bambú se encuentra en la tierra hace unos 100 millones de años y durante su existencia nunca ha reemplazado ni destruido los bosques, al contrario, siempre ha vivido en armonía con ellos (St. Clair, 1996). Es una excelente alternativa para solucionar los múltiples problemas de erosión, debido fundamentalmente a la forma estructural del sistema radicular de los rizomas que evitan que el suelo sea lixiviado o degradado, protegiendo los canales de riego; asimismo por la excesiva producción de biomasa en la producción de hojas forman colchones en la superficie del suelo (MINAG, 2011).

### **Alternativa social**

Debido a que los ciclos de rotación del cultivo son cortos, el primer corte se efectúa entre 1 y 4 años, dependiendo de los usos, y por ende su rápido crecimiento es mayor de 5 a 15 veces a ciclos de rotación de especies maderables. Por tanto, en los sistemas silviculturales, la utilización integral de la materia prima, la diversidad de usos y sus respectivos procesos de transformación industrial y artesanal, son indicadores de importancia para ser considerado como una especie demandante en la absorción masiva de mano de obra (MINAG, 2011).

#### **2.2.7. Características del tallo, culmo o caña de la *Guadua angustifolia* Kunth**

Son los tallos o cañas, que se desarrollan a partir de una yema del rizoma que emergen del suelo con el mismo diámetro que tendrá cuando se encuentre fisiológicamente madura. No tienen madera verdadera que crece en grosor, sino que estará supeditado en cuanto a la dureza, por la acumulación de sílice, lignina, celulosa y hemicelulosa (MINAG, 2011).

Los tallos o culmos son generalmente huecos, pero existen también culmos rellenos o macizos como en el caso de *Chusquea* sp., y algunas formas de *Dendrocalamus strictus*. Presentan nudos o tabiques sólidos donde se acumulan sustancias nutritivas y hormonales, pero a la vez estos nudos confieren mayor dureza, flexibilidad y resistencia; y también entrenudos huecos (algunas especies son sólidas). El desarrollo de la caña es a partir de la sección apical del rizoma paquimorfo, de la yema lateral del rizoma leptomorfo, de alguna yema de la base subterránea y de la yema distal del rizoma leptomorfo.

#### **2.2.8. Condiciones ambientales para el desarrollo de *Guadua angustifolia* Kunth**

**Temperatura.** La temperatura es un factor muy importante para el crecimiento de los bambúes, altas temperaturas promueven su crecimiento y bajas lo desfavorecen (Hidalgo, 2003). La *Guadua angustifolia* Kunth crece mejor en temperaturas entre 20 y 26 °C, con una humedad relativa del 80 % (Hidalgo, 2003; Castaño, 1981; Giraldo y Sabogal, 1999; Cruz, 1994). Cuando la especie se aleja de este rango óptimo, los diámetros y las alturas de los tallos se reducen, afectándose notoriamente el desarrollo vegetativo de la planta (Cruz, 1994).

**Altitud.** El mejor desarrollo de la especie *Guadua angustifolia* Kunth se logra en sitios con altitudes comprendidas entre los 1300 m s.n.m. y 1500 m s.n.m. Dicho desarrollo está representado en una mayor cantidad de individuos con diámetros elevados y en una mejor resistencia mecánica respecto a la madera. Altitudes superiores a 1500 m.s.n.m. pueden retrasar el desarrollo de la especie, debido a temperaturas bajas por espacios prolongados. Por el contrario, sitios con alturas por debajo de 1000 m s.n.m. muestra temperaturas elevadas (superiores a 26 °C), lo que ocasiona la pérdida desproporcionada de la lámina foliar y del suelo por consiguiente un retraso en el desarrollo y el crecimiento (Agudelo y Toro, 1994).

**Precipitación.** Las precipitaciones son determinantes debido a que el requerimiento de agua es significativo para el crecimiento. El requerimiento mínimo anual es de 1000 mm y el máximo de 4050 mm, de acuerdo a especies. Las condiciones óptimas se encuentran en zonas tropicales con 100 a 200 mm de precipitación mensual en rangos normales de seis meses (MINAG, 2011).

### **2.2.9. Propagación sexual o por semilla**

Las especies de bambúes tienen dos vías principales de propagación; la propagación sexual, que ocurre por medio de las semillas viables y la asexual o vegetativa, que tiene lugar a través de cualquier parte de la planta que tenga yemas activas en determinadas condiciones, que facilite la producción de propágulos y la multiplicación de sus partes, incluido los tejidos o células que propician la micro propagación (MINAG, 2011). El MINAG (2011), menciona que, viene a ser la propagación a través de semillas botánicas presentes entre (abril-noviembre). Este tipo de propagación no es recomendable debido a que la mayor parte de semillas son infértiles: por otro lado, la floración y la producción de semillas es eventual e impredecible. La viabilidad de las semillas generalmente se reduce a los dos o tres meses después de cosechado, pero pudiendo prolongarse este periodo, conservando las semillas bajo refrigeración (0 °C). En América, las semillas de especies como *Guadua angustifolia* presentan porcentajes de germinación comprendidos entre 95 y 100 %, pero se dificulta su propagación por esa vía debido al alto grado de parasitismo de sus espigas por algunas larvas de insectos mayormente de los órdenes Dípteras e Himenóptera (Londoño, 2002).

### **2.2.10. Propagación asexual o vegetativa**

Representa la reproducción a partir de partes de la planta como tallos, ramas y rizomas; algunas especies son versátiles y se propagan por diversos métodos, existiendo especies que solo pueden ser propagados por un solo método, es decir por sección de rizoma con raíces (*Chusquea*). La propagación por rizoma y sección de tallos con presencia de yemas en los nudos, son los más recomendables (MINAG, 2011). Para la recolección del material vegetativo, se recomienda seleccionar secciones de tallos y ramificaciones de las plantas en etapa juvenil, hasta los cuatro años, que es la más recomendada debido a su excesivo vigor; existiendo siempre una edad óptima para cada especie.

*Bambusa vulgaris* (tres años), es la especie más sencilla para propagar usando tallos y ramificaciones. La *Guadua angustifolia* es una especie muy bondadosa para propagar. Los chusquines que generan los rizomas de las plantas adultas vienen a representar la mejor opción, pero requieren de experiencia en el manejo.

A medida que la planta avanza de edad, se efectúan en las células somáticas, cambios ontogenéticos de la etapa juvenil a la adulta para luego entrar en un estado de transición en donde las yemas se inactivan fisiológicamente. Por la actividad hormonal y enzimática las reservas de nutrientes en el culmo fluctúan de acuerdo a las edades (MINAG, 2011).

#### **2.2.11. Propagación de *Guadua angustifolia* Kunth por el método de chusquines**

Se denomina “chusquín” a plantas delgadas y pequeñas que generan los rizomas en manchas que han sido sobre aprovechadas (extracción de todos los tallos desarrollados). El generar este tipo de plantas pequeñas es un mecanismo de defensa de la planta al no tener follaje que promueva la fotosíntesis. Normalmente el cultivo de chusquines se hace en un lugar adecuado, que se denomina banco de propagación, con adecuadas fertilizaciones, manejo de humedad y control de malezas, se pueden alcanzar en promedio 10 brotes en 90 días (Banik, 1980). Para el desarrollo de este método el chusquín o sección delgada de tallo debe provenir de una yema basal del rizoma que se activa dos meses después que se ha aprovechado su tallo aéreo o culmo. Éstas son plántulas unidas por pequeñas raicillas unidas al rizoma madre, se presentan en varios tamaños y diámetros y alcanzan profundidades en el suelo de hasta 15 centímetros. Los tallos del chusquín son delgados y oscilan entre 1 y 2,5 milímetros de diámetro y alturas comprendidas entre 10 y 30 centímetros (Manzur et al., 1980).

#### **2.2.12. Método del rizoma con raíces, parte del tallo con yemas activas**

El rizoma debe poseer, por lo menos una yema, la cual deberá ser bien protegida durante el trasplante, el mismo que deberá realizarse al inicio de la temporada de lluvias. En cuando al tallo, sólo debe tener entre 60 y 90 cm de longitud, los propágulos deberán tener de 2 a 3 años de edad y provenir de plantas saludables, preferiblemente jóvenes y provenientes de la periferia del rodal.

#### **2.2.13. Método del tallo delgado con trozo de rizoma**

Se obtiene al sacar del gradual tallos o segmentos de tallo el rizoma con yemas y raíces. Este método según Castaño (1981), ha presentado buenos resultados por su mayor facilidad y economía. Su prendimiento alcanzó en los ensayos un 71 %. La forma más segura y efectiva de propagar la *Guadua* vegetativamente es a través de rizomas completos, de uno o más años de

edad, que aún tengan yemas no desarrolladas. Por lo general, el primer brote aparece a los 30 días de sembrado (Hidalgo, 1978).

#### **2.2.14. Método de chusquines de rizomas de guaduas apeadas**

El término Chusquín se tomó del parecido morfológico existente entre los primeros estados de desarrollo de una planta de chusque con un brote basal del rizoma de la guadua. Chusquín, es pues, una plántula pequeña o rebrote con alturas entre 20 y 50 cm, diámetros entre 0.25 y 0.5 cm, con pocas hojas que comienzan a emerger dos o tres meses después de cortado el tallo principal (No en todos los casos) Ejemplo: distrito y provincia de Moyobamba – departamento de San Martín; este método consiste en seleccionar renuevos emergentes de una parte del rizoma de guaduas apeadas, los cuales se separan con cuidado de la planta madre a la que los técnicos denominan “banco de germoplasma”. Castaño (1981) asegura que, este método, además de la supervivencia, presenta otras ventajas en cuanto a la economía de material se refiere, ya que es fácil de obtener y transportas, permitiendo extraer de allí material en excelentes condiciones de vigor y sanidad para ser plantados. Una vez garantizado su prendimiento, se puede trasladar a bolsas de polietileno o directamente al sitio de plantación.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Abonos orgánicos.** Los abonos orgánicos son un material producto de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos mediante un proceso aeróbico o anaeróbico. Los abonos orgánicos tienen alto contenido de nutrientes para las plantas (Ramos & Terry, 2014).

**Bambú.** Es una herbácea como el maíz o la caña de azúcar con la diferencia que con el paso del tiempo la lignina de sus tejidos se convierte en una estructura dura como la madera, pero más ligera y flexible. Esto convierte al bambú en una planta muy utilizada en la construcción, artesanía, etc. La principal ventaja del bambú es que rebrota tantas veces como sea cortado, garantizando la continuidad en su producción, además tiene un rápido crecimiento (Martínez, 2015).

**Chusquines.** Son plantas delgadas y pequeñas que generan los rizomas en manchas que han sido sobre aprovechadas o afectadas por incendios, quemas o acción del viento. Un

mecanismo de defensa de la planta al no tener follaje que promueva la fotosíntesis, es el de generar este tipo de plantas pequeñas (CETHA, 2017).

**Chusquín de bambú.** Son brotes de los rizomas, es decir, los rizomas generan plantas pequeñas y delgadas como un mecanismo de defensa de la planta al no tener follaje para la fotosíntesis, ya que estos chusquines se producen en manchas de bambú que han sido afectadas por el sobre aprovechamiento, incendios, etc. (Botero, s.f.)

**Crecimiento del bambú.** El crecimiento del bambú es rápido, se dice que puede crecer hasta 120 cm por día, los ciclos de crecimiento son predecible y siguen el mismo patrón cada año. El crecimiento de bambú se lleva a cabo en 4 etapas: la primera es el florecimiento que comienza con el brote de la planta del suelo y dura entre 30 y 45 días don el tallo crece aproximadamente 182.88 cm de pendiendo de la especie. La segunda etapa es la explosión donde comienza a brotar las hojas de las protuberancias de los tallos, las hojas pueden crecer entre 2, 54 cm y 7, 62 cm. La tercera etapa es la ramificación u hojeada en esta etapa las ramas y hojas empiezan a esparcirse, además la planta empieza a ponerse más gruesa en la parte superior. La cuarta y última etapa es el derramamiento de hojas o brotes donde las ramas y hojas empiezan a caerse de los tallos de bambú, además empezarán a salir nuevos brotes que serán la base del florecimiento (Kondolojy, 2017).

**Densidad de siembra en vivero.** Se entiende por densidad de siembra a la cantidad de semilla a sembrar por m<sup>2</sup>, esta va depender de la especie, tipo de semillas y método de reproducción (Trujillo, 2018).

**Guano o estiércol.** Material producto de la digestión de animales herbívoros generalmente, utilizado como abono orgánico precursor, el mismo que debe ser compostado previamente antes de ser utilizado en cultivos, los más importantes son de mamíferos rumiantes, roedores herbívoros, y aves (Ramos & Terry, 2014).

**Nutriente mineral Fósforo.** El fósforo es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. La solubilidad del fósforo en el suelo es baja, por lo tanto, muchas veces es necesario aplicar fertilizantes para cubrir las necesidades de las plantas. Este mineral

participa en procesos importantes en el desarrollo de la planta como es la fotosíntesis y la síntesis y degradación de carbohidratos.

**Plantaciones forestales de bambú.** En el Perú existen plantaciones forestales de bambú distribuidas en diferentes lugares, esto gracias a la diversidad y adaptabilidad de los ecosistemas peruanos. En departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Madre de Dios, Ucayali, Cusco, Huánuco Pasco y Junín se pueden encontrar plantaciones y bosques naturales de bambú, siendo las especies más comunes *Guadua* aff. *angustifolia*, *G. superba*, *G. paniculata*, *G. chacoensis* y *G. sarcocarpa*. Al igual que en algunos de los departamentos antes mencionados, en el valle de Cañete existen plantaciones de *Guadua angustifolia* que son aprovechadas por la población local (MINAG, 2008).

**Propagación vegetativa.** Representa la reproducción a partir de partes de la planta como tallos, ramas y rizomas; algunas especies son versátiles y se propagan por diversos métodos, existiendo especies que solo pueden ser propagados por un solo método, es decir por sección de rizoma con raíces (*Chusquea*). La propagación por rizoma y sección de tallos con presencia de yemas en los nudos, son los más recomendables (MINAG, 2011).

**Sustrato para vivero.** El sustrato es el medio que le brinda soporte físico a la planta brindándole los requerimientos necesarios para un buen desarrollo de su sistema radicular. En el vivero el sustrato está compuesto por diferentes materiales como tierra, arena, turba, pajilla de arroz, etc. los cuales le brindan las propiedades físicas y químicas adecuadas para el buen crecimiento de la planta. Los sustratos para viveros son preparados teniendo en cuenta los requerimientos de la especie a propagar y el tipo de reproducción por semilla o parte vegetativa (García, 2014).

**Vivero.** Reyes Quiñones (2015) indica que, los viveros son instalaciones que cuentan con todas las herramientas, equipos, insumos y características necesarias para la producción de plantas de excelente calidad. Es el lugar donde se germinan y producen diferentes especies.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó utilizando la infraestructura administrada por la Dirección de Manejo Ambiental, en la granja ganadera en el distrito de Calzada, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM (Figura 2). Como unidad ejecutora del Gobierno Regional de San Martín. Ubicada en las siguientes coordenadas UTM – WGS 84, 272103 E y 9333082 N, a una altitud de 855 m s.m.m.

Políticamente, el distrito de Calzada está ubicada a 11 km de la ciudad de Moyobamba (Este) y 12 km de la ciudad de Rioja (Oeste) en la margen izquierda de la carretera Fernando Belaunde Terry, en el valle del Alto Mayo, conformado por las provincias de Moyobamba y Rioja, al noroeste de la región San Martín. Cuenta con 4 caseríos reconocidos que a continuación se mencionan: San Francisco del Pajonal, San Juan de Tangumi, Faustino Maldonado y Santa Rosa del Bajo Tangumi. Limita por el norte con el distrito de Yantaló, por el este con el distrito de Moyobamba (río Indoche), por el oeste con la provincia de Rioja (río Tónchima) y por el sur con el distrito de Habana.

#### 3.2. Materiales

**Material Experimental:** Chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

**Materiales de Campo:** Alambre de amarre, wincha, regadera, machete, rastrillo, caña brava, estacas, lápices, plumón, lapiceros, cuadernos de campo.

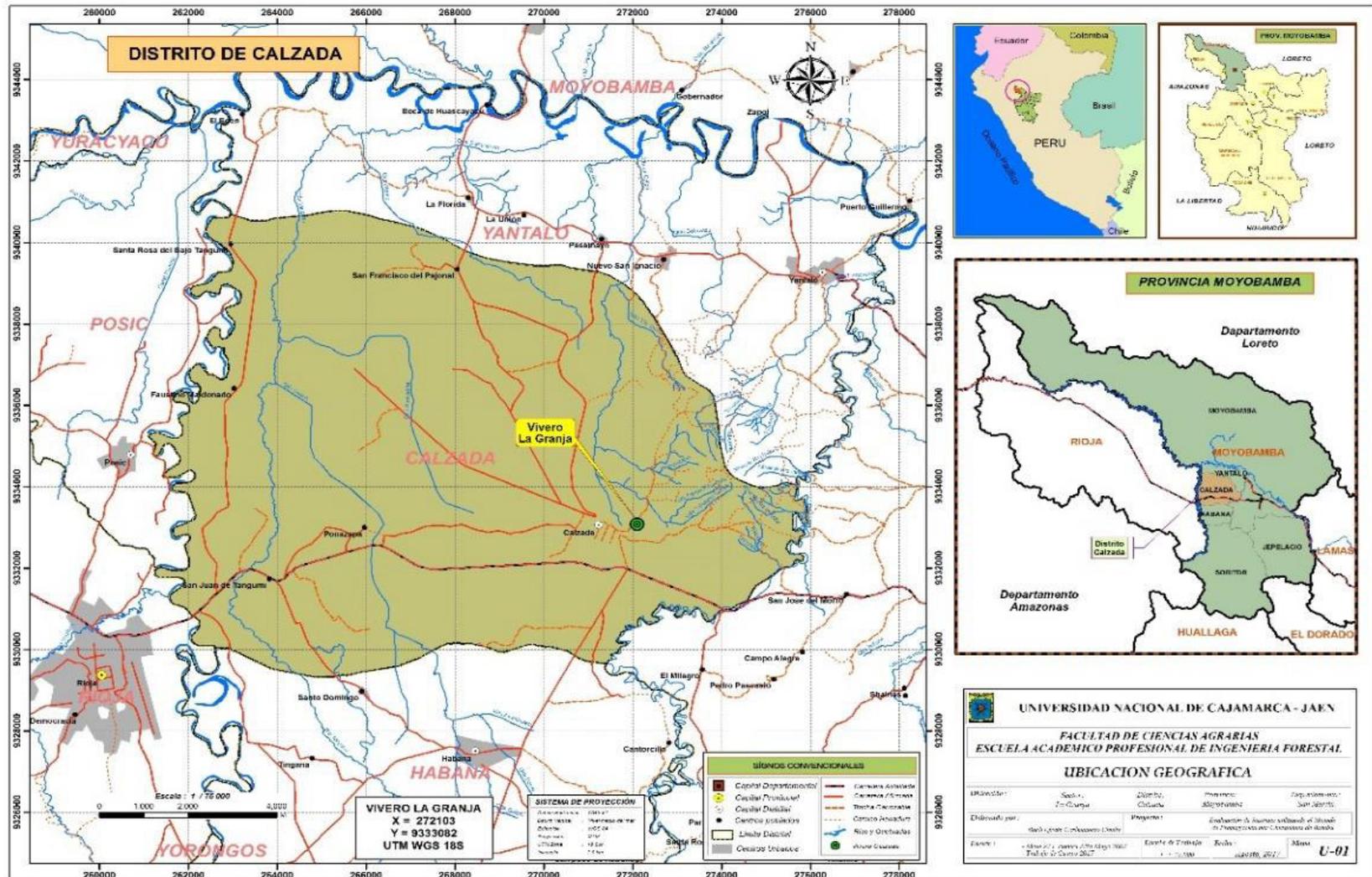
**Herramientas:** Carretilla, palana, alicate.

**Insumos:** Tierra agrícola, humus, estiércol de cuy, estiércol de vacuno, fósforo (fosfato triple de calcio).

**Materiales y equipos de oficina:** Cámara digital, computadora, memoria USB, impresora, CDs.

**Figura 2**

*Mapa de ubicación de la investigación*



### 3.3. Metodología

#### 3.2.1. Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio

Los factores, variables independientes, niveles y tratamientos de estudio de esta investigación se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 2**

*Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio*

Factores	Variable independiente	Niveles	Tratamientos
FACTOR A	Tipos de sustrato	a1: Tierra agrícola (suelo) al 100 %	T1: Tierra agrícola / con fósforo/10 cm x 10 cm
		a2: Guano de cuy (25 %)	T2: Tierra agrícola / sin fósforo/10 cm x 10 cm
FACTOR B	Fósforo	a3: Estiércol de vacuno (25 %)	T3: Tierra agrícola / con fósforo/20 cm x 20 cm
		a4: Humus (25 %)	T4: Tierra agrícola / sin fósforo/20 cm x 20 cm
		b1: Con aplicación de fósforo (100 g SFTCa/m <sup>2</sup> cama)	T5: Tierra agrícola /guano de cuy/con fósforo/10 cm x 10 cm
			T6: Tierra agrícola /guano de cuy/sin fósforo/10 cm x 10 cm
		b0: Sin aplicación de fósforo	T7: Tierra agrícola /guano de cuy/con fósforo/20 cm x 20 cm
			T8: Tierra agrícola /guano de cuy/sin fósforo/20 cm x 20 cm
		T9: Tierra agrícola / estiércol de vacuno/con fósforo/10 cm x 10 cm	
		T10: Tierra agrícola / estiércol de vacuno/sin fósforo/10 cm x 10 cm	
		T11: Tierra agrícola / estiércol de vacuno/con fósforo/20 cm x 20 cm	
		T12: Tierra agrícola / estiércol de vacuno/sin fósforo/20 cm x 20 cm	
FACTOR C	Densidad	c1: 10 cm x 10 cm o 100 chusquines/m <sup>2</sup>	T13: Tierra agrícola / humus/ con fósforo/10 cm x 10 cm
		c2: 20 cm x 20 cm o 25 chusquines/m <sup>2</sup>	T14: Tierra agrícola / humus/ sin fósforo/10 cm x 10 cm
		T15: Tierra agrícola / humus/ con fósforo/20 cm x 20 cm	
		T16: Tierra agrícola / humus/ sin fósforo/20 cm x 20 cm	

#### 3.2.2. Diseño experimental y arreglo de factoriales

Se utilizó el diseño factorial (ABC), con parcelas (A) divididas utilizando subparcelas Factor (B), y subparcelas Factor (C). Con 16 tratamientos y 3 repeticiones.

**Tabla 3**

*Arreglo de factoriales*

Interacción		Descripción Sustrato/Fósforo/Densidad	N° de chusquines/m <sup>2</sup>
Trat.	Clave		
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / con fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / sin fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / con fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / sin fósforo/20cm x 20 cm	25
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola /guano de cuy/con fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola /guano de cuy/sin fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola /guano de cuy/con fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola /guano de cuy/sin fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / estiércol de vacuno/ con fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>10</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / estiércol de vacuno/ sin fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>11</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / estiércol de vacuno/ con fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>12</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / estiércol de vacuno/ sin fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>13</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / humus/ con fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>14</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Tierra agrícola / humus/ sin fósforo/10 cm x 10 cm	100
T <sub>15</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / humus/ con fósforo/20 cm x 20 cm	25
T <sub>16</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Tierra agrícola / humus/ sin fósforo/20 cm x 20 cm	25

### 3.2.3. Croquis del experimento

**Tabla 4**

*Croquis de distribución de los tratamientos*

<b>Bloque I</b>	Suelo				Suelo + guano de cuy			
	T1-S11	T2-S01	T3-S12	T4-S02	T5-G11	T6-G01	T7-G12	T8-G02
	Suelo + estiércol de vacuno				Suelo + humus			
	T9-E11	T10-E01	T11-E12	T12-E02	T13-H11	T14-H01	T15-H12	T16-H02
<b>Bloque II</b>	Suelo				Suelo + guano de cuy			
	T3-S12	T2-S01	T4-S02	T1-S11	T8-G02	T5-G11	T6-G01	T7-G12
	Suelo + estiércol de vacuno				Suelo + humus			
	T10-E01	T9-E11	T12-E02	T11-E12	T15-H12	T16-H02	T13-H11	T14-H01
<b>Bloque III</b>	Suelo				Suelo + guano de cuy			
	T4-S02	T3-S12	T1-S11	T2-S01	T7-G12	T5-G11	T8-G02	T6-G01
	Suelo + estiércol de vacuno				Suelo + humus			
	T12-E02	T10-E01	T9-E11	T11-E12	T14-H01	T15-H12	T16-H02	T13-H11

### **3.2.4. Selección y ubicación del área experimental**

La propuesta del experimento se plasmó en base a las facilidades brindadas por el Proyecto Especial Alto Mayo, para utilizar el vivero que está ubicado en la infraestructura administrada por la Dirección de Manejo Ambiental, en la Granja Ganadera en el distrito de la Calzada. Se decidió estudiar el efecto de tres factores en el método de propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth (sustrato, fósforo y densidad).

### **3.2.5. Construcción de las camas de propagación**

En el vivero de la Granja Ganadera de Calzada se construyeron 6 camas almacigueras utilizando material de la zona, en este caso fue caña brava. Las dimensiones de las camas fueron de 1.0 m de ancho por 8 metros de largo y 0.20 cm de alto. Para la instalación de las mismas se emplearon un total de 70 cañas bravas de 5 metros de largo. Una vez construidas las camas fueron sub divididas en 48 sub parcelas, cada sub parcela estuvo comprendida en un área de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m).

### **3.2.6. Preparación de los sustratos**

Se preparó cuatro tipos de sustratos, siendo los siguientes: tierra agrícola (suelo al 100 %), tierra agrícola + guano de cuy al 25 % (relación 3:1), tierra agrícola + estiércol de vacuno al 25 % (relación 3:1) y tierra agrícola + humus de lombriz al 25 % (relación 3:1). El sustrato se zarandeó, utilizando una malla de acero de un cuarto de pulgadas (¼") y fue distribuido en las camas de propagación de manera homogénea, de acuerdo al croquis del arreglo factorial.

Para el factor Fósforo, se adicionó a donde corresponda según el arreglo factorial la cantidad de 100 gramos de superfosfato triple de calcio, siendo mezclado homogéneamente con el sustrato correspondiente, la adición se realizó inmediatamente antes de la siembra de los chusquines.

### **3.2.7. Selección, separación y siembra de chusquines**

Para los tratamientos, se usaron 50 matas, cada mata tenía un aproximado de 50 a 60 chusquines, de los cuales se seleccionaron un total de 3000 chusquines y fueron sembrados en

las 48 sub parcelas. Se sembraron a distanciamientos de 10 cm x 10 cm y 20 cm x 20 cm teniendo en cuenta el arreglo de factoriales.

### **3.2.8. Manejo de las camas de propagación de chusquines**

Dentro del manejo de las camas de propagación de chusquines se realizaron las siguientes actividades.

**Riego:** se realizó dos veces al día semanalmente, en las primeras horas del día y en el atardecer por tres meses (90 días).

**Deshierbo y limpieza:** consistió en la eliminación de malezas, para así facilitar el trabajo, el deshierbo se realizó después de regar.

### **3.2.9. Medición de altura de nuevos chusquines**

Consistió en medir desde la base del suelo hasta su ápice terminal con la ayuda de una regla de 30 centímetros, si por cada planta prendida tenía más de un brote se consideró la medición del brote con mayor longitud; así mismo, repitiendo el proceso en cada unidad experimental de cada tratamiento.

Las mediciones de la altura de los brotes se realizaron cada 30 días, culminando todo el proceso de evaluación de la variable dependiente a los 90 días de instalado el experimento.

### **3.2.10. Análisis de datos**

Con los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación se procedió a su procesamiento mediante tablas Excel.

Se hizo un análisis estadístico básico ANVA utilizando el software Excel. La comparación de medias se hizo mediante la Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Crecimiento de chusquines con sustrato de humus de lombriz y los otros factores

El sustrato humus de lombriz se combinó con los otros dos factores en evaluación, y los resultados se muestran a continuación.

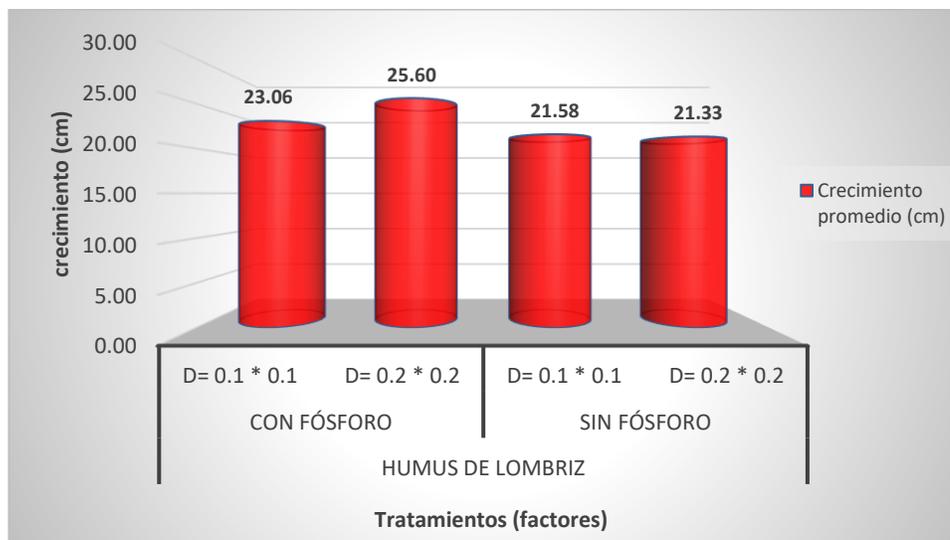
**Tabla 5**

*Crecimiento de los chusquines en el sustrato de humos de lombriz y otros factores en estudio*

N°	Factores			Repeticiones/crecimiento (cm)			Crecimiento promedio (cm)
	Sustrato	Fertilizante	Distanciamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	
1		Con	D= 0.1 * 0.1	21.94	23.81	23.44	23.06
2	Humus de Lombriz	fósforo	D= 0.2 * 0.2	26.00	26.25	24.56	25.60
3		Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	21.69	21.75	21.31	21.58
4			D= 0.2 * 0.2	22.94	20.56	20.50	21.33

**Figura 3**

*Crecimiento de chusquines en el sustrato con humos de lombriz y otros factores en estudio*



En la tabla 7 y figura 3, se visualiza el crecimiento de los chusquines en el sustrato humus de lombriz; en promedio, se logró mayor crecimiento al combinar este sustrato con la adición de fósforo como fertilizante a la dosis de 100 g / m<sup>2</sup> de cama almaciguera y sembrados a un distanciamiento de 0.20 m x 0.20 m, con un valor de 25.60 cm de longitud del chusquín. En la combinación del humus de lombriz sin fósforo como fertilizante y a un distanciamiento de siembra de 0.20 m x 0.20 m, generó el menor crecimiento de los chusquines en promedio con solo 21.33 cm. El distanciamiento de siembra de 0.10 cm x 0.10 cm, generó el menor crecimiento en altura de los chusquines.

#### **4.1.2. Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol de vacuno y los otros factores**

El estiércol de ganado vacuno utilizado fue compostado previamente para evitar cualquier efecto negativo durante su aplicación en el sustrato y crecimiento de los chusquines de bambú. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla y figura a continuación.

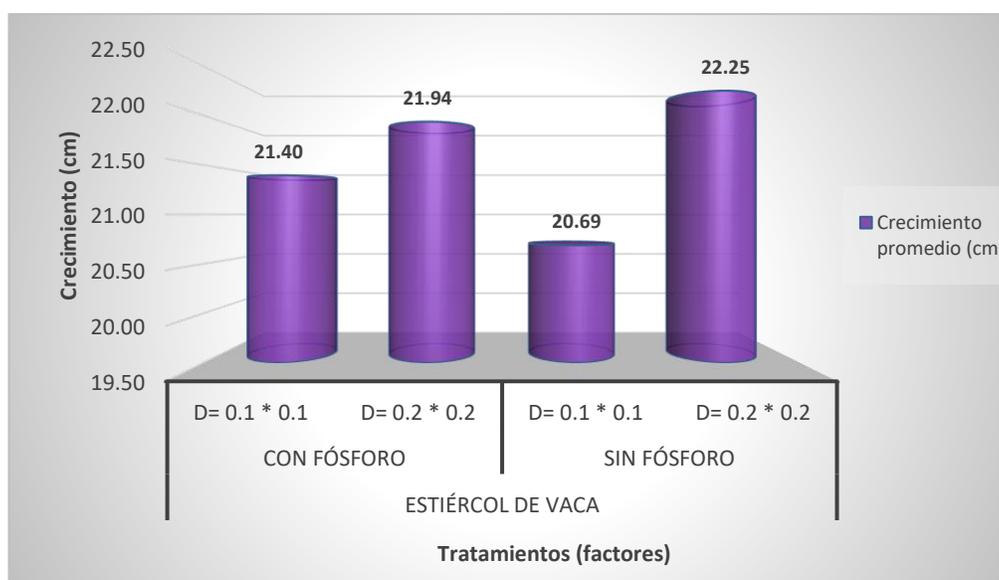
**Tabla 6**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol vacuno y otros factores en estudio*

N°	Factores			Repeticiones/crecimiento (cm)			Crecimiento promedio (cm)
	Sustrato	Fertilizante	Distanciamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	
1	Estiércol de vacuno	Con	D= 0.1 * 0.1	21.25	22.00	20.94	21.40
2		fósforo	D= 0.2 * 0.2	21.81	22.63	21.38	21.94
3		Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	20.50	20.44	21.13	20.69
4			D= 0.2 * 0.2	21.94	21.94	22.88	22.25

**Figura 4**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de estiércol de vacuno y otros factores en estudio*



En la tabla 8 y figura 4, se aprecia que la combinación de los factores ensayados con el factor estiércol de vacuno, se obtiene un crecimiento de los chusquines con diferencias mínimas; sin embargo, puede verse que el uso de estiércol de vacuno usado como mejorador del sustrato, promovió un mayor crecimiento cuando no se agrega fósforo y se siembra a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, alcanzando 22.25 cm, y cuando se utiliza la misma combinación sembrada aun distanciamiento de 10 cm x 10 cm se obtiene el menor crecimiento de 20.69 cm del chusquin en promedio.

#### 4.1.3. Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y los otros factores

En este caso, se considera el sustrato sin la adición de ningún material que mejore sus propiedades ni aporte nutrientes. Se puede considerar como el sustrato patrón o testigo del ensayo. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

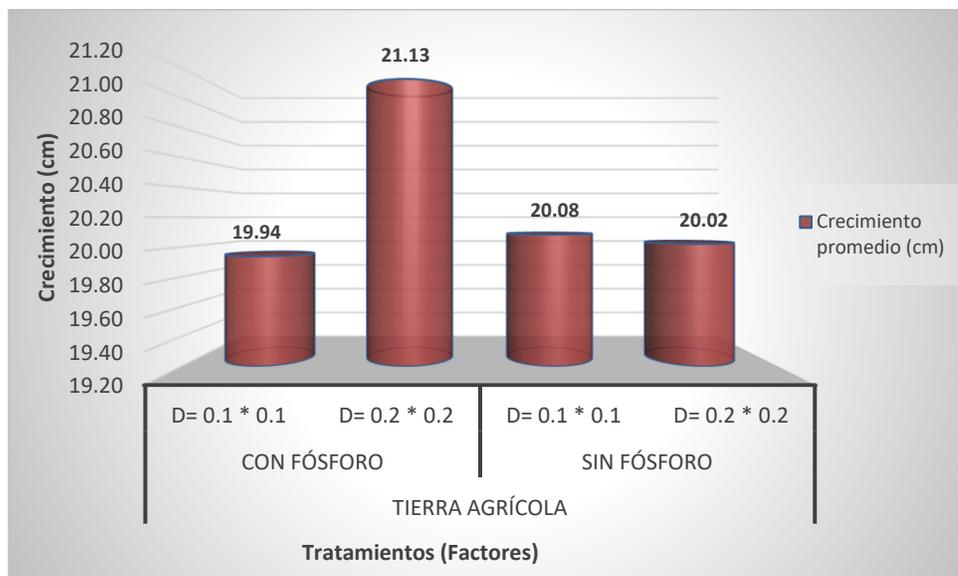
**Tabla 7**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y otros factores en estudio*

N°	Factores			Repeticiones/crecimiento (cm)			Crecimiento promedio (cm)
	Sustrato	Fertilizante	Distanciamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	
1	Tierra Agrícola	Con	D= 0.1 * 0.1	19.94	18.13	21.75	19.94
2		fósforo	D= 0.2 * 0.2	21.25	20.94	21.19	21.13
3			D= 0.1 * 0.1	20.19	19.50	20.56	20.08
4		Sin fósforo	D= 0.2 * 0.2	19.13	19.13	21.81	20.02

**Figura 5**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de tierra agrícola y otros factores en estudio*



En el sustrato de tierra agrícola, puede verse en la tabla 9 y figura 5 que al combinarlo con fósforo como fertilizante y sembrarlo a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, se obtiene el mayor crecimiento de los chusquines en promedio, alcanzando 21.13 cm. las demás combinaciones tienen valores inferiores y muy similares entre ellos.

En este caso se puede ver la influencia que tiene el uso del fósforo como fertilizante y el distanciamiento en el crecimiento del chusquin, ya que promueven un incremento del mismo. Como este sustrato no tiene ninguna sustancia que le aporte mejoras como en el caso de los otros sustratos, ni nutrientes que aportan el humus, guano de isla o el guano de cuy; es claro la influencia del fósforo como fertilizante en el crecimiento del chusquin, y especialmente si se le siembra a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm.

#### **4.1.4. Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y los otros factores**

En este caso el sustrato se enriqueció con guano de cuy o estiércol de cuy, el mismo que fue previamente compostado para evitar el efecto nocivo del mismo en el sustrato y a las raíces del chusquín. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla y figura siguiente.

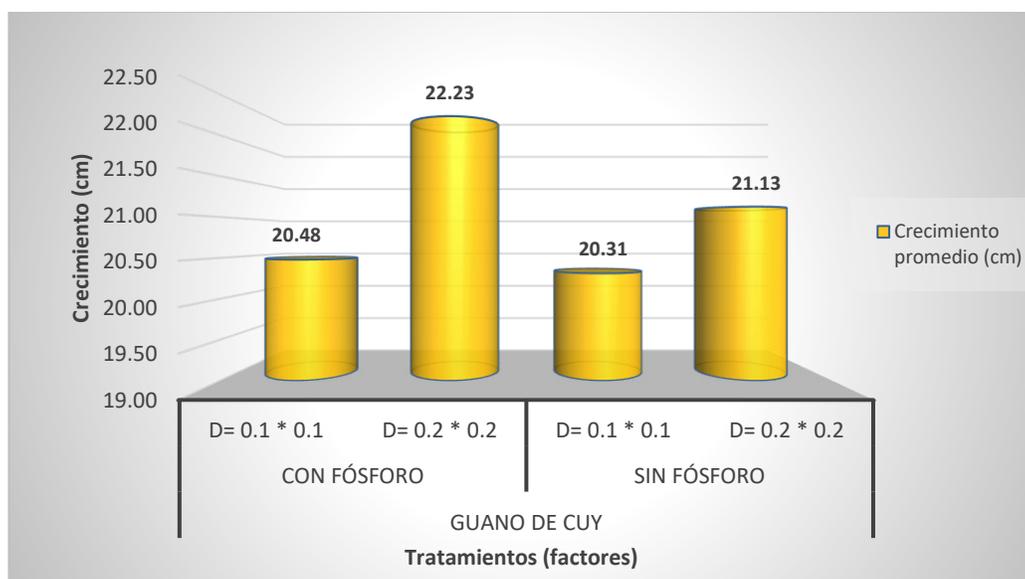
**Tabla 8**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y otros factores en estudio*

N°	Factores		Repeticiones/crecimiento (cm)			Crecimiento promedio (cm)	
	Sustrato	Fertilizante	Distanciamiento	Bloque I	Bloque II		Bloque III
1	Guano de Cuy	Con	D= 0.1 * 0.1	19.00	21.50	20.94	20.48
2		fósforo	D= 0.2 * 0.2	21.00	22.81	22.88	22.23
3		Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	21.31	20.00	19.63	20.31
4			D= 0.2 * 0.2	21.63	22.44	19.31	21.13

**Figura 6**

*Crecimiento de chusquines con sustrato de guano de cuy y otros factores en estudio*



En la tabla 10 y la figura 6, se aprecia que el tratamiento que combina los factores de uso de fósforo como fertilizante y sembrando los chusquines a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm obtuvo el mayor crecimiento de los chusquines en promedio, alcanzando 22,23 cm. El tratamiento que combinó el sustrato más guano de cuy sin uso de fósforo como fertilizante y sembrado a un distanciamiento de 10 cm x 10 cm, obtuvo el menor crecimiento alcanzando solo 20,31 cm.

En este caso puede verse que la mejor combinación para el crecimiento de los chusquines en vivero cuando se usa sustrato más guano de cuy es el uso de fósforo más fertilizante y sembrado a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm en vivero a raíz desnuda.

#### **4.1.5. Crecimiento de chusquines con la combinación de los tres factores en estudio**

Luego de analizar el crecimiento de los chusquines por sustrato utilizado, se realizó un análisis estadístico para establecer si las diferencias obtenidas son significativas estadísticamente. Así se analizó bajo el diseño factorial con tres bloques de repetición, y la interacción de los factores entre sí. Así mismo se realizó una prueba de Tukey para determinar la jerarquía de los tratamientos de haberlos y graficar dichas diferencias.

En las tablas 11, 12 y 13, y las figuras 7, 8 y 9, se muestran los resultados del crecimiento de chusquines con la combinación de los factores en estudio.

En la tabla 11, se puede ver el resultado del análisis de varianza del modelo experimental ejecutado, el mismo que fue un modelo factorial de tres factores: sustratos, uso de fósforo y distanciamiento de siembra; el mismo que tuvo tres repeticiones o bloques. El análisis de varianza se aplicó a los resultados del crecimiento en altura de los chusquines, luego de la evaluación final a los tres meses luego de la siembra.

El análisis se realizó para un  $\alpha$  de 0.05 como nivel de significancia, un valor mayor a éste, rechaza la hipótesis nula; el mismo que se estableció en el plan de tesis como parámetros para el análisis estadístico. El análisis primero evalúa el modelo factorial aplicado, determinando que el modelo si tiene una significancia, siendo este muy por debajo del establecido como nivel de significancia ( $\alpha = 0.0047$ ); esto nos indica que el modelo experimental factorial fue el adecuado

para el estudio planteado de la influencia de las variables independientes en las variables dependientes.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza ANOVA de los tratamientos en estudio sobre crecimiento de chusquines*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Modelo	78.93	17.00	4.64	2.95	0.0047
Bloques	5.99	2.00	3.00	1.90	0.1669
Sustrato	37.72	3.00	12.57	7.98	0.0005
Fósforo	13.15	1.00	13.15	8.35	0.0071
Distanciamiento	2.13	1.00	2.13	1.35	0.2538
Sustrato*Fósforo	13.44	3.00	4.48	2.85	0.0542
Sustrato*Distanciamiento	1.64	3.00	0.55	0.35	0.7915
Fósforo*Distanciamiento	1.79	1.00	1.79	1.14	0.2954
Sustrato*Fósforo*Distanciamiento	3.08	3.00	1.03	0.65	0.5877
Error	47.24	30.00	1.57		
Total	126.17	47.00			

$$\alpha = 0.05$$

En cuanto a la influencia de los bloques o repeticiones, que para el experimento consistió en las camas de cultivo, no influyen significativamente en el crecimiento de los chusquines, pues su valor de  $\alpha = 0.1669$ , por lo que se debe asumir que no hay mayor variabilidad entre los bloques establecidos o son similares.

Los sustratos si influyen en el crecimiento de los chusquines, porque el análisis de varianza establece que esa diferencia en el crecimiento si es estadísticamente significativa, esto lo demuestra su  $\alpha = 0.0005$ , lo cual es muy inferior a 0.05 establecido en la prueba.

El uso de fósforo como fertilizante también influye en el crecimiento de los chusquines, y esta diferencia en el crecimiento entre el uso o no del fósforo es estadísticamente significativo ya que su  $\alpha = 0.0071$ .

El distanciamiento es el factor que no influye en el crecimiento de los chusquines, esto se establece en función a que su  $\alpha = 0.2538$ , lo que es superior al nivel de significancia establecido como límite de aceptación.

La combinación o interacción de los factores sustratos con la aplicación de fósforo, si influyen en el crecimiento de los chusquines, por esto el  $\alpha = 0.0542$ , lo cual lo ubica justo en el umbral de aceptación estadística.

Las combinaciones e interacciones de sustrato con distanciamiento de siembra, uso de fósforo como fertilizante con distanciamiento de siembra y la interacción de los tres factores, no influyen significativamente en el crecimiento de los chusquines, ya que sus valores de “ $\alpha$ ” son superiores a 0.05, el cual es el valor más alto aceptado como nivel de significancia para el modelo.

**Tabla 10**

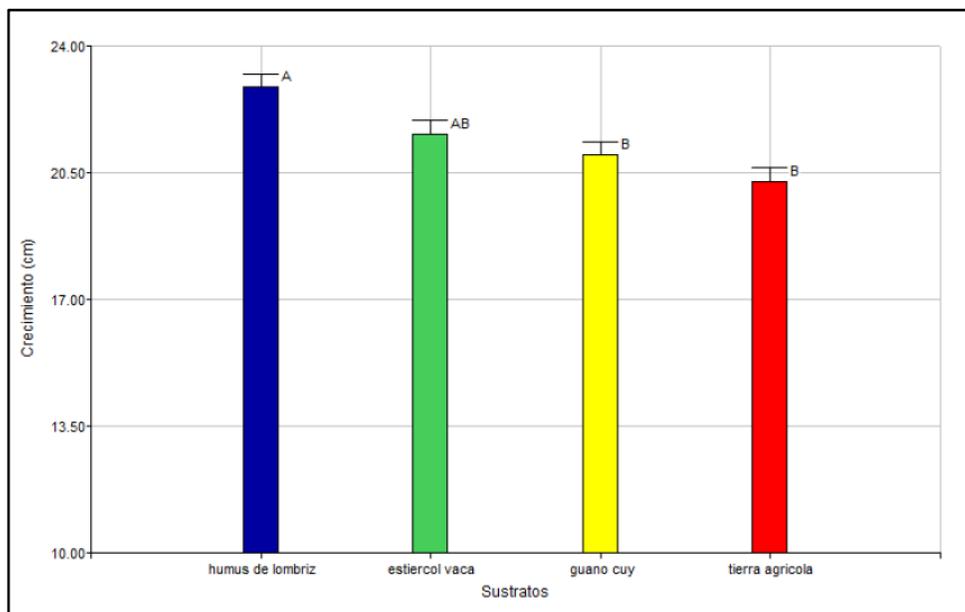
*Prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de sustrato en el crecimiento de chusquines*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Nº</b>	<b>E.E.</b>		
Humus de lombriz	22.86	12	0.37	A	
Estiércol de vacuno	21.57	12	0.36	A	B
Guano de cuy	20.98	12	0.37		B
Tierra agrícola	20.27	12	0.37		B

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.39296, Error: 1.5746, gl: 30

**Figura 7**

*Prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de sustrato en el crecimiento de chusquines*



En la tabla 12 y la figura 7, se aprecia que la prueba de Tukey aplicada al factor sustrato, establece que el mejor sustrato es aquel que contiene humus de lombriz, ya que su efecto en el crecimiento de los chusquines es superior estadísticamente al promovido por los demás sustratos. Esto valida lo establecido en el ítem 4.1, donde se estableció que este sustrato había logrado el mayor crecimiento de los chusquines.

**Tabla 11**

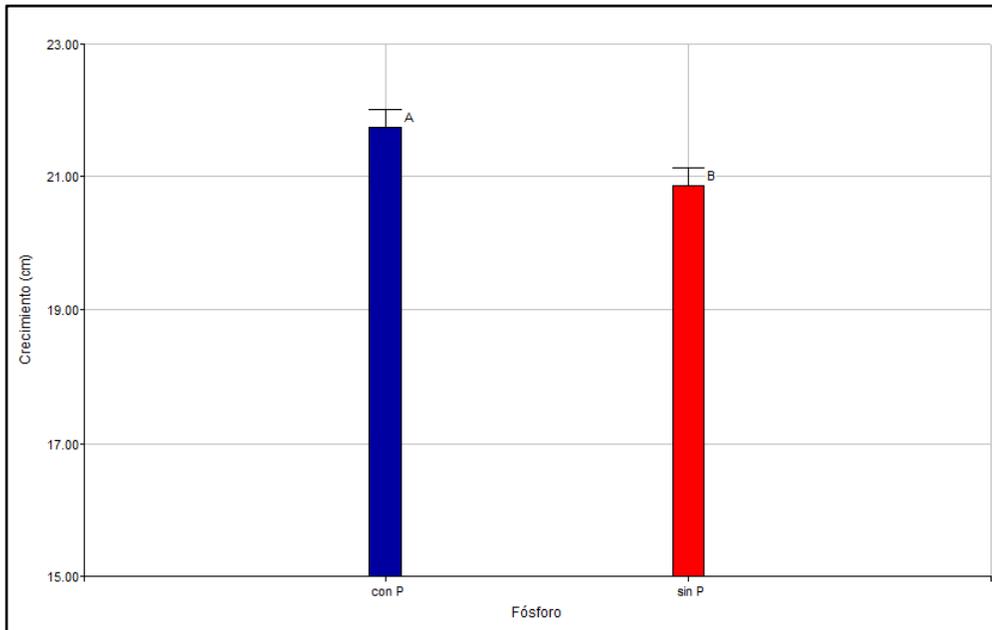
*Prueba de Tukey para los tratamientos de aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines*

Tratamientos	Medias	Nº	E.E.	
Con aplicación de fósforo	21.76	24	0.26	A
Sin aplicación de fósforo	20.88	24	0.26	B

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS= 0.73980, Error: 1.5746, gl: 30

## Figura 8

*Prueba de Tukey para los tratamientos de aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines*



Como se ve en la tabla 13 y figura 8, la adición de fósforo influye positivamente en el crecimiento de los chusquines en promedio, y esta diferencia es estadísticamente significativa. Esto quiere decir que es una buena y recomendable práctica utilizar fósforo como fertilizante para promover el crecimiento de los chusquines en el vivero.

En el ANOVA, se determinó que el factor uso de fósforo como fertilizante tenía una diferencia significativa, pero la prueba de Tukey esclarece que es el uso de fósforo el que genera el mayor crecimiento de los chusquines.

**Tabla 12**

*Prueba de Tukey para la interacción de los factores tipo de sustrato con la aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Nº</b>	<b>E.E.</b>	
Humus de lombriz + fósforo	24.30	6	0.52	A
Estiércol de vacuno + fósforo	21.67	6	0.51	B
Estiércol de vacuno	21.47	6	0.51	B
Humus de lombriz	21.42	6	0.52	B
Guano de cuy + fósforo	21.31	6	0.52	B
Guano de cuy	20.65	6	0.52	B
Tierra agrícola + fósforo	20.53	6	0.51	B
Tierra agrícola	19.95	6	0.52	B

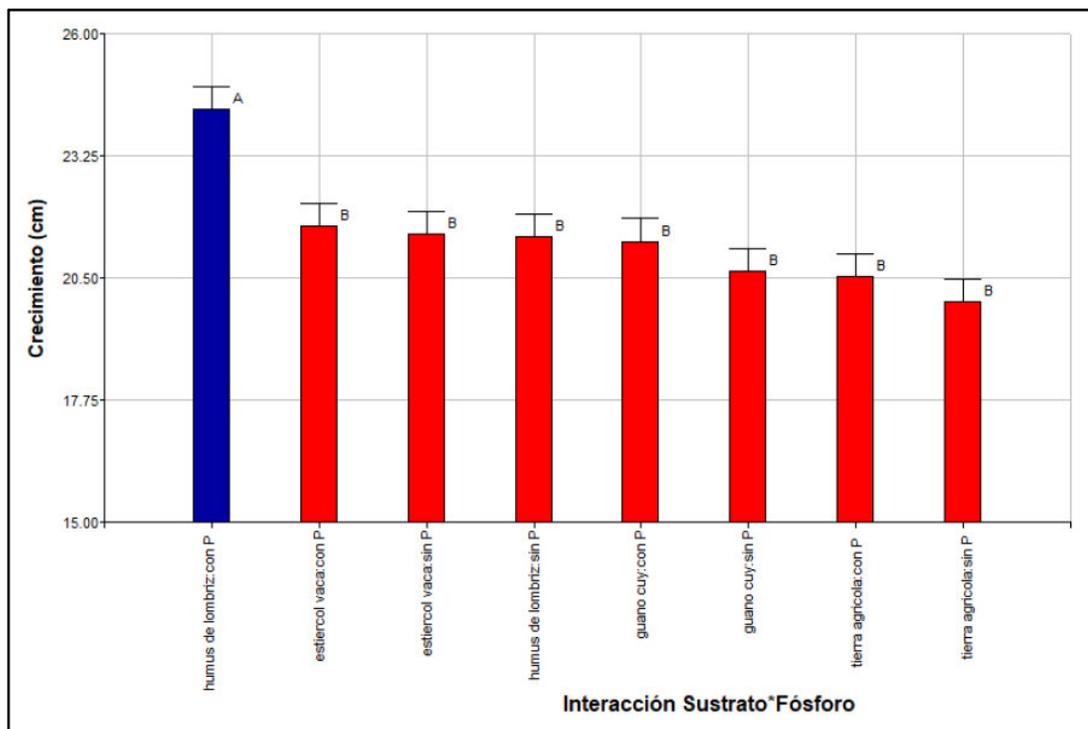
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.35724, Error: 1.5746, gl: 30

En la tabla 14 y figura 9, puede apreciarse que la prueba de Tukey realizada a la interacción de los factores tipo de sustrato con la aplicación de fósforo como fertilizante, da como resultado que la combinación que usa al sustrato con humus de lombriz más la aplicación de fósforo como fertilizante es estadísticamente superior a las demás interacciones, es decir vendría a ser el mejor tratamiento a recomendar en la propagación de chusquines en vivero.

Las demás interacciones a pesar que tienen diferencias en los valores de las medias, estadísticamente son similares, es decir no habría ninguna diferencia estadística de usar cualquiera de ellos, pero siempre van a estar por debajo de la primera interacción (identificado con la letra A según la metodología de Tukey).

**Figura 9**

*Prueba de Tukey para la interacción de los factores tipo de sustrato con la aplicación de fósforo como fertilizante en el crecimiento de chusquines*



#### 4.2. Discusión

Luego de la obtención de los resultados, se puede afirmar que, la presencia de la materia orgánica en el humus de lombriz, genera un crecimiento favorable del chusquín, de mayor superioridad cuando se agrega fósforo como fertilizante, obteniendo un crecimiento de 25.60 cm; sin embargo, se puede afirmar que, si es que no se agrega el fósforo, es posible que el crecimiento de los brotes de los chusquines, no alcancen el mismo crecimiento. Se demuestra además que, el distanciamiento entre los chusquines en vivero, no ejerce ninguna influencia en cuanto su crecimiento.

De allí que, lo más adecuado para usar el humus como mejorador del sustrato para el crecimiento del chusquin de bambú, es de necesidad asociarlo mediante la combinación con fósforo como fertilizante y debiendo sembrar los chusquines a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm a raíz desnuda a nivel de vivero, esto en el caso de usar humus de lombriz como sustrato

en la propagación asexual por chusquines de bambú. El uso de fósforo como fertilizante en una dosis de 100 g / m<sup>2</sup> en la cama almaciguera, genera mayor uniformidad de crecimiento del chusquín, pese a no tener los valores más extremos, pues se obtuvo que a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, se obtuvo el mayor crecimiento, sin agregar fósforo, y al disminuir el distanciamiento a 10 cm x 10 cm, el crecimiento se aletargó, mostrando los valores mínimos evaluados.

Se determinó también que, en el uso de estiércol de vacuno como mejorador del sustrato, genera más crecimiento del chusquín cuando se siembra a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm. Por lo tanto, en función a los resultados obtenidos, podría decirse que al usar sustrato con estiércol de vacuno como fuente de materia orgánica y nutrientes, se logra mejor crecimiento cuando este no se asocia al uso de fósforo como fertilizante y se siembra a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm.

Al analizar el resultado obtenido de los cuatro sustratos evaluados, podemos ver que el que ha producido un mayor crecimiento para los chusquines en promedio es el sustrato que se encuentra enriquecido con humus de lombriz al 25 %; así mismo, la mejor combinación para optimizar este resultado es usar fósforo como fertilizante y sembrar los chusquines a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm en las camas de cultivo a raíz desnuda; esta combinación alcanza un crecimiento de 25.60 cm del chusquín. De la mejor combinación, en promedio para casi todos los sustratos fue al agregar fósforo como fertilizante y sembrar el chusquín a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm; ya que, se obtuvo el mayor crecimiento para los chusquines. Estos resultados son similares a los obtenidos por Márquez & Marín (2011), quien obtuvo mayor crecimiento de los chusquines al utilizar suelo más arena de río y humus de lombriz. De igual forma Aguirre Torres (2019), obtuvo un mayor crecimiento al utilizar tierra agrícola en 80 % y humus de lombriz en 20 % como sustrato, no solo se logró mayor crecimiento aéreo, si no también mejor enraizamiento.

En cuanto al uso del fósforo como fertilizante, se puede ver, que, en la combinación con casi todos los sustratos, su efecto es positivo, es decir incrementa ligeramente el crecimiento del chusquín. El fósforo es un macronutriente que tiene múltiples funciones en la fisiología vegetal, siendo entre ellas, los procesos fotosintéticos, influye en el enraizamiento, génesis de los ácidos nucleicos, entre otros. Es una molécula indispensable para la transferencia de energía en los

procesos bioquímicos. Un estudio demuestra que la presencia de fósforo influye en el crecimiento de material vegetativo e influye en la concentración foliar de nitrógeno y calcio, favoreciendo el crecimiento foliar (González et al., 2020).

Los sustratos si influyen en el crecimiento de los chusquines, esto se vio demostrado en el ítem 4.1.1, y el análisis de varianza establece que esa diferencia en el crecimiento si es estadísticamente significativa, esto lo demuestra su  $\alpha = 0.0005$ , lo cual es muy inferior a 0.05 establecido en la prueba. Esto quiere decir que uno de los sustratos es mejor que los demás, y según el ítem mencionado, se trata de la mezcla de suelo más humus de lombriz.

El distanciamiento es el factor que no influye en el crecimiento de los chusquines, es decir que da lo mismo sembrarlo en las camas a distanciamientos de 10 cm x 10 cm o de 20 cm x 20 cm. Esto se establece en función a que su  $\alpha = 0.2538$  obtenido en el análisis de varianza (ANoVA), lo que es superior al nivel de significancia establecido como límite de aceptación.

La combinación o interacción de los factores sustratos con la aplicación de fósforo, si influyen en el crecimiento de los chusquines, esta influencia se debe a que ambos factores de manera independiente influyen positivamente en el crecimiento de los chusquines; sin embargo, al ser el factor sustratos de más de dos tipos, esta interacción no siempre es positiva, por esto el  $\alpha = 0.0542$ , lo cual lo ubica justo en el umbral de aceptación estadística.

Las combinaciones e interacciones de sustrato + distanciamiento de siembra, uso de fósforo como fertilizante + distanciamiento de siembra y la interacción de los tres factores, no influyen significativamente en el crecimiento de los chusquines, ya que sus valores de " $\alpha$ " son superiores a 0.05 en los resultados del ANoVA, el cual es el valor más alto aceptado como nivel de significancia para el modelo.

De acuerdo al modelo estadístico, se puede decir que lo más recomendable es combinar o interactuar los factores sustrato y aplicación de fósforo como fertilizante para lograr el mayor crecimiento de los chusquines. Para determinar que sustrato es el mejor estadísticamente significativo y si se debe o no aplicar fósforo para incrementar el crecimiento de los chusquines, es necesario jerarquizar los tratamientos con una prueba de significación de Tukey, la misma que aplicada al factor sustrato, establece que el mejor sustrato es aquel que contiene humus de

lombriz, ya que su efecto en el crecimiento de los chusquines es superior estadísticamente al promovido por los demás sustratos. Esto valida lo establecido en el ítem 4.1.1, donde se estableció que este sustrato había logrado el mayor crecimiento de los chusquines. Investigadores como Márquez & Marín (2011) y Aguirre (2019), lograron resultados similares, indicando que la influencia del humus de lombriz en el crecimiento de los chusquines es positiva y supera a los demás sustratos en evaluación.

Como análisis final y tomando en cuenta el objetivo general de la investigación, se puede establecer de acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, que el mejor sustrato para la propagación de chusquines de bambú es el que contempla la utilización de humus de lombriz (a una concentración del 25 %), y al mismo tiempo de acuerdo al objetivo específico número 01, este sustrato se ve favorecido si es que se utiliza fósforo como fertilizante a nivel de viveros en una dosificación de 100 gramos por metro cuadrado de cama de producción. Adicionalmente, el distanciamiento es un factor que influye siempre y cuando no se contemple fertilización con fósforo, por lo que, si se aplica fertilizantes químicos para enriquecer los nutrientes de los tipos de sustratos utilizados, se puede utilizar una densidad de siembra promedio entre 10 cm x 10 cm y 20 cm x 20 cm, siendo una recomendación sembrarlo en un distanciamiento de 15 cm x 15 cm.

Los resultados obtenidos validan estadísticamente la hipótesis planteada, y pueden ser aplicados directamente en la producción comercial de chusquines de bambú para su empleo en programas de reforestación de la especie. También hay que resaltar que el uso de sustratos compuestos por productos naturales de la zona como son el guano de cuy, estiércol de ganado vacuno y humus de lombriz, mejoran el crecimiento de la planta de bambú en vivero en relación a la tierra agrícola pura; de esta manera estas sustancias se comportarían como bioabonos, disminuyendo la necesidad de fertilizantes y/o abonos químicos que tienen una huella ambiental muy negativa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El mejor sustrato para la propagación de chusquines de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), es el que considera la mezcla de tierra agrícola y humus de lombriz en proporción de 3:1, más la adición de fósforo a una dosis de 100 g/m<sup>2</sup> y a un distanciamiento entre chusquines de 20 cm x 20 cm, con el cual se obtuvo el mayor crecimiento en promedio alcanzando una altura de 25.60 cm.

En el sustrato de tierra agrícola se obtuvo mayor crecimiento al combinar con la aplicación de fósforo como fertilizante y se sembró a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, se alcanzó una altura promedio del chusquín del bambú de 21.13 cm de altura en promedio.

En el sustrato de estiércol de ganado vacuno, el mayor crecimiento de los chusquines de bambú en promedio con la aplicación de fósforo para la fertilización y a un distanciamiento de siembra de 20 cm x 20 cm, donde los chusquines alcanzaron una altura promedio de 22.25 cm.

En el sustrato de guano de cuy se logró mayor crecimiento en promedio de los chusquines de bambú cuando se aplicó fósforo como fertilizante, a un distanciamiento de siembra de 20 cm x 20 cm, alcanzando una altura promedio de 22.23 cm.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones para probar sustratos de tierra agrícola más humus de lombriz en proporción de 3:1 más la adición de fósforo como fertilizante para propagar chusquines de bambú en vivero. Utilizar otros materiales como fuentes de materia orgánica y nutrientes, para la mejora de la textura y estructura del sustrato a utilizar en la propagación.

Se recomienda seguir probando más sustratos y nutrientes para propagar chusquines. Asimismo, investigar sobre la propagación u otros métodos como la micro propagación para obtener materiales de propagación de mejor calidad.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, B., Toro, I. (1994). *Evaluación del desarrollo de los bosques de Guadua angustifolia en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, bajo diferentes condiciones de sitio con fines de reforestación*. Tesis Universidad de Tolima. Ibagué, Colombia. 168 p.
- Aguirre Torres, L. R. (2019). *Efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (Guadua angustifolia Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero - Aucayacu*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú: Repositorio Institucional UNAS. Obtenido de [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1685/TS\\_LRAT\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1685/TS_LRAT_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aguirre, J., Ramírez, B., Cadena, J., Juárez, J., Caso, L., & Martínez, D. (2018). *Biomasa y carbono en Guadua angustifolia y Bambusa oldhamii en dos comunidades de la sierra Nororiental de Puebla, México*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1701.pdf>
- Ardiles Frisancho, H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en Kapashiato - Echerati - La Convención - Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias. Echarati – La Convención – Cusco – Perú: Repositorio Institucional. Obtenido de [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5120/253T20190858\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5120/253T20190858_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Botero Cortés, L. F. (s.f.). *Reproducción de Guadua Angustifolia por el método de chusquines*. Guayaquil, Ecuador: INBAR. Obtenido de <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1489453532.pdf>
- Botero Cortés, Luis F. (2004). *Manual del Bambú: Industrialización del Bambú*. Apoyo a la mejora de la Competitividad de las PYMES en el sector Forestal industrial

(COMPYMEFOR). Argentina. pp. 11 – 15.

Calzada B., J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. Ed. Jurídica. Perú. 644 p.

Cano Rodríguez, B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima: Repositorio Institucional. <http://190.119.243.88/bitstream/handle/UNALM/4484/cano-rodriguez-bruno-german.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castaño, F. (1981). *Aspectos sobre el cultivo y el manejo de la bambusa guadua en Colombia*. Primer simposio latinoamericano del bambú. Manizales, Colombia. 53 p.

Castaño, F. (2001). *Definición técnica de un régimen de aprovechamiento de bosques de guadua (Guadua angustifolia) y su incidencia en la sostenibilidad, sanidad y rentabilidad del recurso*. Experiencias en la provincia del Valle del Cauca, Colombia y provincia de Guayaquil, Ecuador. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Agencia Internacional para el Desarrollo – AID – INFORDE. 20 p.

Castaño, F., Moreno, R. (2004). *Guadua para todos. Cultivo y aprovechamiento*. Proyecto Manejo Sostenible de Bosques de Colombia. Bogotá.

CETHA (Centro de Educación Técnica, Humanística y Agropecuaria). (2017). *Propagación de Plantas Tipos y Técnicas de Injertos*. <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/plantabajas.pdf>

Clayton, W., Harman, K., & Williamson, H. (2006). *Especies de pastos del Mundo: Descripciones, Identificación, Información*. (R. B. Gardens, Ed.) Obtenido de Royal Botanic Gardens, Kew: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>

*El fósforo en el suelo y el agua*. (2020). Obtenido de Smart Fertilizer: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/phosphorus/>

Fonseca, W. & Rojas, M. (2016). *Acumulación y predicción de biomasa y carbono en plantaciones de bambú en Costa Rica*. Tesis de pregrado. Ambiente y Desarrollo,

20(38), 85-98. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-38.apbc>

García Sierra, Jorge H. (2004). *Definición de áreas óptimas de calidad de Guadua (Guadua angustifolia Kunth) orientadas a satisfacer las necesidades del mercado*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster Scientiae en Investigación de Operaciones y Estadística. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. pp. 17 – 25.

García Vargas, R. G. (2014). *Sustratos para viveros*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/raulgonzalogarciavargas/sustratos-para-viveros>

Giraldo, E., Sabogal, A. (1999). *Una alternativa sostenible: La Guadua*. Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ. Armenia, Quindío, Colombia. 192 p.

González, M., Ríos, D., Peña Rojas, K., García, E., Acevedo, M., Cartes, E., & Sanchez Olate, M. (2020). *Effect of phosphorous and calcium concentration on morpho-physiological attributes and root growth potential of Aextoxicon punctatum plants produced by covered root during hardening stage*. *Bosque*, 41(2), 137-146. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002020000200137>

Hartman, M. y D. Kester. (1992). *Propagación de Plantas. Principios y prácticas*. Editora Cía. Continental S. A. Sexta Reimpresión. México D.F. Compañía. Editorial Continental, S.A. de C.V. 760 p.

Herrera, B. (1996). *Evaluación del efecto de sitio en la productividad de las poblaciones de dos especies dominantes en un bosque tropical de la tercera fase de la sucesión secundaria en Costa Rica*. Tesis Msc. CATIE. Turriabla, Costa Rica. 146 p.

Hidalgo López, Oscar. (1978). *Nuevas técnicas de construcción con Bambú*. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. Cali, Colombia.

Jorge Malleux Orjeda. (2009). *Inventario de las formaciones de bambú en las regiones de amazonas y san Martín “Promoción de la Rehabilitación, Manejo y Uso Sostenible de los Bosques Tropicales del Bambú en la Región Nor Occidental del Perú”*. Lima, 07 de octubre 2009.

- Kondoloy, A. (2017). *Etapas del crecimiento del bambú*.  
[https://www.ehowenespanol.com/diferencia-amapola-oriental-adormidera-info\\_175119/](https://www.ehowenespanol.com/diferencia-amapola-oriental-adormidera-info_175119/)
- Londoño, X. (2010). *Identificación Taxonómica de los Bambúes de la Región Noroccidental del Perú*.
- Londoño, X. (2010). *Identificación taxonómica de los Bambúes de la región Noroccidental del Perú*. ITTO, PD 428/6 Rev.2(F). Lima: Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre.  
[http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT\\_REPORTS/INFORME%20TAXONOMIA%20BAMB%C3%9A.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/INFORME%20TAXONOMIA%20BAMB%C3%9A.pdf)
- Londoño, X. (1989). *Una nueva variedad de Guadua angustifolia Kunth de Colombia*. Revista Academia Colombina de Ciencias. Colombia. pp. 379 – 381.
- Londoño, X. (1990). *Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambúes en Colombia (Poaceae: Bambusoideae)*. Caldasia, 16(77):139 – 153.INF.
- Manzur M. David, Flores Miguel, Noroña Carlos. 1980. Nueve métodos de propagación vegetativa de Guadua. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Caldas. Manizales, Colombia.
- Márquez de Hernández, L., & Marín Ch., D. (2011). *Propagación y crecimiento de Guadua amplexifolia Presl., G. angustifolia kunth y Elytostachys typica Mc Clure, en tres tipos de sustratos*. Bioagro, 23(3), 191 - 198.  
<https://www.redalyc.org/pdf/857/85721149006.pdf>
- Martínez García, S. (2015). *Bambú como material estructural: Generalidades, aplicación y modelización de una estructura tipo*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia: Repositorio UPV.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidades%20C%20aplicaciones%20y%20modelizaci%C3%B3n%20de%20una%20est.pdf?sequence=1>

- Marulanda, Martha L. et. al. (2005). *Micropropagación de la Guadua angustifolia Kunth*. Actual Biol. 27(82): 5 – 15.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). (2011). *Bambú “Biología, Cultivo, Manejo y Usos en el Perú*. Lima, Perú.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). (2008). *Plan Nacional de Promoción del bambú*. Lima: Dirección General de Competitividad Agraria. <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/04/Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf>
- Montenegro Arteaga, K J. (2020). *Impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en la provincia de Jaén - Cajamarca*. Tesis para optar a Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental. Jaén, Perú.
- Pérez Palacios, Oscar. (1980). *Reforestación con Guadua: Una posibilidad económica. Corporación Regional Autónoma para la defensa de las ciudades de Manizales, Salamina y Aranzazu – CRAMSA*. Manizales, Colombia. Revista: ESSO. 27(1).
- Ramos Aguero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Cultivos Tropicales, 35(4), 52 - 59. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007)
- Révolo Baltazar, M. P., & Révolo Baltazar, L. M. (2018). *Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias. La Merced, Perú: Repositorio Institucional UNDAC. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2062/1/T026\\_70326932\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2062/1/T026_70326932_T.pdf)
- Reyes Quiñones, J. (2015). *Manual diseño y organización de viveros*. Consejo Nacional de Competitividad. Santo Domingo, República Dominicana: Cluster de Viveristas Dominicanos. <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Dise%C3%B1o-y-Organizaci%C3%B3n-de-Viveros.pdf>

Trujillo Navarrete, E. (2018). *Densidad de siembra en viveros y datos básicos de semillas forestales*: <https://es.slideshare.net/raulgonzalogarciavargas/sustratos-para-viveros>

Vizcarra García, C. R. (2021). *Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método de chusquines*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y Agricultura. Manabí – Ecuador. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2941/1/CRISTHIAN%20VIZCARRA.pdf>

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>General:</b> ¿Cuál es el tipo de sustrato con la adecuada proporción de insumos locales mediante la utilización de mezclas naturales y locales (tierra agrícola, guano de cuy, estiércol de vacuno, humus) de <i>Guadua angustifolia</i> (Kunth) en Moyobamba – San Martín?</p>	<p><b>General:</b> Determinar el sustrato adecuado para la propagación de plántulas o chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.</p> <p><b>Específico 01:</b> Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de Humus con y sin aplicación de fósforo.</p> <p><b>Específico 02:</b> Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de tierra agrícola con y sin aplicación de fósforo.</p> <p><b>Específico 03:</b> Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de estiércol de vacuno con y sin aplicación de fósforo.</p> <p><b>Específico 04:</b> Determinar la calidad y adecuada proporción del sustrato preparado de guano de cuy con y sin aplicación de fósforo.</p>	<p><b>General:</b> Todos los tratamientos con sustratos orgánicos más Fosforo utilizados en cama almaciguera para propagación por plántulas o chusquines de bambú, tienen el mismo efecto</p>	<p><b>Independientes</b> Tipo de sustrato Adición de fósforo Densidad de siembra.</p> <p><b>Dependiente</b> Crecimiento del chusquin.</p>	<p>Diseño experimental factorías del tipo A*B*C, con tres repeticiones Factor A: tipo de sustrato con cuatro niveles Factor B: uso de fósforo, con dos niveles. Factor C: distanciamiento de siembra con dos niveles.</p>

Anexo 2. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque I

SUELO+FÓSFORO+10				S11	SUELO+NOFÓSFORO+10				S01
Primera Unidad Experimental					Segunda Unidad Experimental				
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)	
01-01-01-	7	11	17		01-02-01-	7	11	17	
01-01-02-	7	12	15		01-02-02-	7	12	16	
01-01-03-	9	14	20		01-02-03-	9	14	20	
01-01-04-	9	15	20		01-02-04-	9	15	19	
01-01-05-	8	16	26		01-02-05-	8	16	24	
01-01-06-	8	12	17		01-02-06-	8	12	18	
01-01-07-	6	13	19		01-02-07-	6	13	19	
01-01-08-	8	15	24		01-02-08-	8	15	21	
01-01-09-	8	16	22		01-02-09-	8	16	25	
01-01-10-	5	13	23		01-02-10-	5	13	20	
01-01-11-	5	11	16		01-02-11-	5	12	18	
01-01-12-	6	14	23		01-02-12-	7	14	23	
01-01-13-	7	15	22		01-02-13-	7	15	21	
01-01-14-	6	10	16		01-02-14-	6	13	22	
01-01-15-	5	11	16		01-02-15-	7	14	19	
01-01-16-	8	15	23		01-02-16-	7	13	21	
Promedio	7.00	13.31	19.94		Promedio	7.13	13.63	20.19	

SUELO+FÓSFORO+20		S12	
Tercera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-03-01-	7	11	18
01-03-02-	7	12	18
01-03-03-	9	14	22
01-03-04-	9	15	24
01-03-05-	8	16	27
01-03-06-	8	12	18
01-03-07-	6	13	19
01-03-08-	8	15	22
01-03-09-	8	16	26
01-03-10-	5	13	21
01-03-11-	8	13	20
01-03-12-	7	14	21
01-03-13-	7	13	22
01-03-14-	8	14	19
01-03-15-	8	14	20
01-03-16-	7	14	23
Promedio	7.50	13.69	21.25

SUELO+NOFÓSFORO+20		S02	
Cuarta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-04-01-	6	10	17
01-04-02-	5	13	22
01-04-03-	6	14	22
01-04-04-	6	13	20
01-04-05-	7	12	20
01-04-06-	7	12	17
01-04-07-	8	12	19
01-04-08-	6	14	21
01-04-09-	7	11	18
01-04-10-	6	13	19
01-04-11-	8	14	23
01-04-12-	8	12	18
01-04-13-	9	12	15
01-04-14-	7	11	18
01-04-15-	8	11	16
01-04-16-	9	15	21
Promedio	7.06	12.44	19.13

GUANO+FÓSFORO+10

G11

Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-05-01-	7	14	19
01-05-02-	7	11	17
01-05-03-	5	12	18
01-05-04-	8	15	24
01-05-05-	6	13	19
01-05-06-	5	10	17
01-05-07-	8	14	19
01-05-08-	8	14	21
01-05-09-	9	14	18
01-05-10-	6	11	18
01-05-11-	7	12	16
01-05-12-	9	13	19
01-05-13-	9	14	17
01-05-14-	8	12	18
01-05-15-	7	15	21
01-05-16-	7	14	23
Promedio	7.25	13.00	19.00

GUANO+NOFÓSFORO+10

G01

Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-06-01-	6	14	24
01-06-02-	7	12	16
01-06-03-	6	13	18
01-06-04-	8	16	26
01-06-05-	7	15	21
01-06-06-	8	15	20
01-06-07-	7	13	21
01-06-08-	7	13	18
01-06-09-	6	14	21
01-06-10-	6	13	22
01-06-11-	5	14	25
01-06-12-	7	15	21
01-06-13-	6	14	24
01-06-14-	6	14	21
01-06-15-	7	14	19
01-06-16-	6	13	24
Promedio	6.56	13.88	21.31

GUANO+FÓSFORO+20

G12

Septima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-07-01-	6	13	23
01-07-02-	7	14	21
01-07-03-	9	13	20
01-07-04-	8	15	22
01-07-05-	9	15	23
01-07-06-	7	14	21
01-07-07-	6	13	22
01-07-08-	7	14	21
01-07-09-	7	14	20
01-07-10-	8	13	21
01-07-11-	7	13	19
01-07-12-	8	15	25
01-07-13-	7	15	22
01-07-14-	9	13	19
01-07-15-	9	13	17
01-07-16-	7	12	20
Promedio	7.56	13.69	21.00

GUANO+NOFÓSFORO+20

G02

Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-08-01-	7	14	24
01-08-02-	7	13	18
01-08-03-	7	14	20
01-08-04-	7	13	21
01-08-05-	8	12	19
01-08-06-	8	14	19
01-08-07-	7	15	26
01-08-08-	6	14	22
01-08-09-	7	15	26
01-08-10-	7	14	21
01-08-11-	6	11	19
01-08-12-	8	15	24
01-08-13-	8	15	21
01-08-14-	7	15	22
01-08-15-	7	13	22
01-08-16-	8	15	22
Promedio	7.19	13.88	21.63

ESTIERCOL+FÓSFORO+10		E11		ESTIERCOL+NOFÓSFORO+10		E01	
Primera Unidad Experimental				Segunda Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
02-01-01-	9	15	23	02-02-01-	9	14	21
02-01-02-	8	16	23	02-02-02-	8	15	21
02-01-03-	11	17	21	02-02-03-	7	15	24
02-01-04-	7	13	21	02-02-04-	7	15	25
02-01-05-	8	13	17	02-02-05-	6	13	19
02-01-06-	8	14	21	02-02-06-	8	14	22
02-01-07-	9	15	20	02-02-07-	8	13	17
02-01-08-	10	17	25	02-02-08-	7	15	23
02-01-09-	7	14	19	02-02-09-	8	13	16
02-01-10-	6	12	20	02-02-10-	9	16	25
02-01-11-	9	15	19	02-02-11-	7	12	16
02-01-12-	6	13	22	02-02-12-	9	15	19
02-01-13-	9	15	20	02-02-13-	6	12	20
02-01-14-	7	14	23	02-02-14-	7	14	19
02-01-15-	9	16	21	02-02-15-	8	13	17
02-01-16-	9	16	25	02-02-16-	7	15	24
Promedio	8.25	14.69	21.25	Promedio	7.56	14.00	20.50

ESTIERCOL+FÓSFORO+20		E12		ESTIERCOL+NOFÓSFORO+20		E02	
Tercera Unidad Experimental				Cuarta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-03-01-	7	14	21	01-04-01-	8	14	19
01-03-02-	8	16	26	01-04-02-	7	14	20
01-03-03-	8	16	27	01-04-03-	8	12	18
01-03-04-	8	13	18	01-04-04-	7	15	22
01-03-05-	6	14	24	01-04-05-	8	15	25
01-03-06-	7	15	22	01-04-06-	7	14	21
01-03-07-	8	13	20	01-04-07-	7	13	22
01-03-08-	6	13	20	01-04-08-	8	14	23
01-03-09-	6	11	18	01-04-09-	7	14	20
01-03-10-	6	14	21	01-04-10-	7	15	22
01-03-11-	7	14	23	01-04-11-	7	15	26
01-03-12-	6	12	20	01-04-12-	7	15	22
01-03-13-	8	15	21	01-04-13-	8	13	21
01-03-14-	8	15	22	01-04-14-	8	16	23
01-03-15-	7	14	24	01-04-15-	8	16	27
01-03-16-	8	15	22	01-04-16-	7	12	20
Promedio	7.13	14.00	21.81	Promedio	7.44	14.19	21.94

HUMUS+FÓSFORO+10		H11	
Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
02-01-01-	7	15	21
02-01-02-	8	14	21
02-01-03-	8	15	20
02-01-04-	8	16	28
02-01-05-	7	14	22
02-01-06-	8	16	29
02-01-07-	8	15	24
02-01-08-	7	13	17
02-01-09-	7	13	20
02-01-10-	7	13	17
02-01-11-	7	14	22
02-01-12-	8	15	27
02-01-13-	7	14	23
02-01-14-	6	14	23
02-01-15-	7	13	18
02-01-16-	8	13	19
Promedio	7.38	14.19	21.94

HUMUS+NOFÓSFORO+10		H01	
Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
02-02-01-	7	13	20
02-02-02-	7	15	21
02-02-03-	6	13	18
02-02-04-	8	15	23
02-02-05-	8	16	23
02-02-06-	8	14	22
02-02-07-	7	14	19
02-02-08-	7	15	25
02-02-09-	7	14	20
02-02-10-	7	15	24
02-02-11-	7	12	18
02-02-12-	8	16	25
02-02-13-	6	13	19
02-02-14-	7	14	22
02-02-15-	7	15	22
02-02-16-	8	16	26
Promedio	7.19	14.38	21.69

HUMUS+FÓSFORO+20		H12	
Séptima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-03-01-	7	16	32
01-03-02-	7	14	20
01-03-03-	6	16	25
01-03-04-	7	15	31
01-03-05-	6	15	30
01-03-06-	7	14	23
01-03-07-	7	14	24
01-03-08-	7	15	22
01-03-09-	7	14	17
01-03-10-	8	17	33
01-03-11-	8	13	18
01-03-12-	7	15	30
01-03-13-	7	13	21
01-03-14-	7	16	35
01-03-15-	7	15	29
01-03-16-	8	16	26
Promedio	7.06	14.88	26.00

HUMUS+NOFÓSFORO+20		H02	
Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
01-04-01-	6	14	24
01-04-02-	5	13	23
01-04-03-	6	14	25
01-04-04-	5	13	24
01-04-05-	5	13	23
01-04-06-	5	13	23
01-04-07-	6	14	25
01-04-08-	6	14	24
01-04-09-	7	12	20
01-04-10-	7	14	23
01-04-11-	6	12	20
01-04-12-	6	12	21
01-04-13-	7	13	22
01-04-14-	6	14	24
01-04-15-	7	13	21
01-04-16-	6	14	25
Promedio	6.00	13.25	22.94

Anexo 3. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque II

SUELO+FÓSFORO+20				SUELO+NOFÓSFORO+10			
S12				S01			
Primera Unidad Experimental				Segunda Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
03-01-01-	8	14	22	03-02-01-	6	12	17
03-01-02-	6	13	20	03-02-02-	6	13	18
03-01-03-	5	11	20	03-02-03-	7	12	19
03-01-04-	8	12	16	03-02-04-	8	13	17
03-01-05-	6	13	19	03-02-05-	7	12	18
03-01-06-	7	15	25	03-02-06-	7	13	21
03-01-07-	8	14	20	03-02-07-	8	14	22
03-01-08-	6	13	19	03-02-08-	7	14	19
03-01-09-	7	14	24	03-02-09-	8	13	16
03-01-10-	8	14	23	03-02-10-	6	13	22
03-01-11-	7	13	21	03-02-11-	7	13	21
03-01-12-	7	14	20	03-02-12-	7	14	20
03-01-13-	6	13	23	03-02-13-	6	13	22
03-01-14-	8	14	22	03-02-14-	8	14	20
03-01-15-	7	14	21	03-02-15-	8	14	21
03-01-16-	6	13	20	03-02-16-	7	14	19
Promedio	6.88	13.38	20.94	Promedio	7.06	13.19	19.50

SUELO+NOFÓSFORO+20				S02	SUELO+FÓSFORO+10				S11
Tercera Unidad Experimental					Cuarta Unidad Experimental				
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		
03-03-01-	6	13	23		03-04-01-	6	13	19	
03-03-02-	6	12	18		03-04-02-	6	12	20	
03-03-03-	5	12	19		03-04-03-	7	12	15	
03-03-04-	6	11	19		03-04-04-	6	11	18	
03-03-05-	7	13	18		03-04-05-	6	12	16	
03-03-06-	6	12	20		03-04-06-	6	12	20	
03-03-07-	7	14	20		03-04-07-	6	13	19	
03-03-08-	7	13	22		03-04-08-	7	13	21	
03-03-09-	7	13	18		03-04-09-	8	13	17	
03-03-10-	7	14	21		03-04-10-	7	13	20	
03-03-11-	8	14	3		03-04-11-	8	13	16	
03-03-12-	6	14	21		03-04-12-	6	11	18	
03-03-13-	6	13	23		03-04-13-	6	12	17	
03-03-14-	5	12	22		03-04-14-	7	12	19	
03-03-15-	6	13	19		03-04-15-	7	11	18	
03-03-16-	8	13	20		03-04-16-	8	12	17	
Promedio	6.44	12.88	19.13		Promedio	6.69	12.19	18.13	

GUANO+FÓSFORO+20		G02	
Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
03-01-01-	8	15	25
03-01-02-	8	15	21
03-01-03-	7	16	28
03-01-04-	7	16	24
03-01-05-	8	13	21
03-01-06-	8	13	17
03-01-07-	8	14	19
03-01-08-	7	16	27
03-01-09-	7	15	22
03-01-10-	8	15	25
03-01-11-	8	14	20
03-01-12-	8	16	27
03-01-13-	8	15	22
03-01-14-	8	13	20
03-01-15-	7	14	20
03-01-16-	7	16	27
Promedio	7.63	14.75	22.81

GUANO+NOFÓSFORO+10		G11	
Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
03-02-01-	8	14	18
03-02-02-	7	14	23
03-02-03-	8	16	22
03-02-04-	7	13	20
03-02-05-	8	14	19
03-02-06-	8	13	20
03-02-07-	7	12	19
03-02-08-	8	15	20
03-02-09-	8	14	18
03-02-10-	7	14	23
03-02-11-	8	16	22
03-02-12-	8	12	18
03-02-13-	8	13	20
03-02-14-	7	13	21
03-02-15-	7	14	19
03-02-16-	8	12	18
Promedio	7.63	13.69	20.00

GUANO+NOFÓSFORO+20		G01	
Séptima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
03-03-01-	8	15	25
03-03-02-	8	15	22
03-03-03-	6	13	19
03-03-04-	7	13	22
03-03-05-	8	14	19
03-03-06-	6	13	22
03-03-07-	8	15	25
03-03-08-	8	15	21
03-03-09-	8	16	27
03-03-10-	7	14	21
03-03-11-	7	14	20
03-03-12-	6	13	23
03-03-13-	6	14	21
03-03-14-	8	16	26
03-03-15-	7	14	20
03-03-16-	7	15	26
Promedio	7.19	14.31	22.44

GUANO+FÓSFORO+10		G12	
Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
03-04-01-	8	16	26
03-04-02-	8	14	19
03-04-03-	7	15	25
03-04-04-	8	16	22
03-04-05-	7	12	19
03-04-06-	8	13	20
03-04-07-	8	12	15
03-04-08-	7	15	25
03-04-09-	8	15	20
03-04-10-	7	15	25
03-04-11-	7	15	21
03-04-12-	8	16	26
03-04-13-	7	13	17
03-04-14-	6	14	20
03-04-15-	8	15	23
03-04-16-	7	15	21
Promedio	7.44	14.44	21.50

## ESTIERCOL+NOFÓSFORO+10

E01

Primera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-01-01-	8	15	24
04-01-02-	8	14	19
04-01-03-	8	16	22
04-01-04-	6	15	26
04-01-05-	8	14	18
04-01-06-	8	16	26
04-01-07-	9	15	19
04-01-08-	6	13	2
04-01-09-	9	16	21
04-01-10-	9	15	23
04-01-11-	6	15	22
04-01-12-	6	15	25
04-01-13-	8	13	19
04-01-14-	8	13	19
04-01-15-	7	14	20
04-01-16-	7	14	22
Promedio	7.56	14.56	20.44

## ESTIERCOL+FÓSFORO+10

E11

Segunda Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-02-01-	8	16	21
04-02-02-	6	14	24
04-02-03-	6	15	22
04-02-04-	6	13	22
04-02-05-	7	16	23
04-02-06-	8	15	23
04-02-07-	7	14	19
04-02-08-	7	12	19
04-02-09-	8	17	24
04-02-10-	7	14	23
04-02-11-	8	15	20
04-02-12-	8	16	26
04-02-13-	8	16	22
04-02-14-	6	13	22
04-02-15-	7	14	19
04-02-16-	7	14	23
Promedio	7.13	14.63	22.00

## ESTIÉRCOL+NOFÓSFORO+20

E02

Tercera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-03-01-	8	16	27
04-03-02-	8	16	23
04-03-03-	8	14	22
04-03-04-	7	13	19
04-03-05-	8	17	28
04-03-06-	8	14	20
04-03-07-	8	16	23
04-03-08-	8	13	21
04-03-09-	7	14	20
04-03-10-	7	16	24
04-03-11-	8	15	24
04-03-12-	7	12	20
04-03-13-	8	12	19
04-03-14-	8	15	24
04-03-15-	7	13	18
04-03-16-	7	13	19
Promedio	7.63	14.31	21.94

## ESTIÉRCOL+FÓSFORO+20

E12

Cuarta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-04-01-	7	15	26
04-04-02-	8	14	19
04-04-03-	8	16	27
04-04-04-	7	16	24
04-04-05-	7	16	28
04-04-06-	6	13	22
04-04-07-	7	15	22
04-04-08-	7	14	20
04-04-09-	9	14	21
04-04-10-	9	15	24
04-04-11-	7	15	26
04-04-12-	6	14	21
04-04-13-	8	12	19
04-04-14-	7	14	20
04-04-15-	9	16	22
04-04-16-	8	15	21
Promedio	7.50	14.63	22.63

HUMUS+FÓSFORO+20

H12

HUMUS+NOFÓSFORO+20

H02

Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-01-01-	8	14	18
04-01-02-	9	16	21
04-01-03-	6	15	26
04-01-04-	7	16	32
04-01-05-	7	13	21
04-01-06-	6	15	30
04-01-07-	9	14	29
04-01-08-	8	16	35
04-01-09-	8	15	33
04-01-10-	8	16	29
04-01-11-	9	15	25
04-01-12-	7	14	22
04-01-13-	6	15	27
04-01-14-	8	14	29
04-01-15-	7	15	24
04-01-16-	8	14	19
Promedio	7.56	14.81	26.25

Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-02-01-	8	14	19
04-02-02-	8	16	26
04-02-03-	7	14	19
04-02-04-	8	14	18
04-02-05-	7	13	20
04-02-06-	8	14	19
04-02-07-	8	15	24
04-02-08-	9	14	18
04-02-09-	8	15	23
04-02-10-	7	13	20
04-02-11-	9	15	23
04-02-12-	9	14	18
04-02-13-	8	15	24
04-02-14-	9	14	17
04-02-15-	8	15	23
04-02-16-	9	14	18
Promedio	8.13	14.31	20.56

HUMUS+FÓSFORO+10

H11

Séptima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-03-01-	7	15	29
04-03-02-	8	15	24
04-03-03-	7	14	19
04-03-04-	7	13	21
04-03-05-	6	15	28
04-03-06-	8	14	20
04-03-07-	7	13	21
04-03-08-	6	15	26
04-03-09-	8	16	22
04-03-10-	6	12	20
04-03-11-	9	15	30
04-03-12-	9	15	22
04-03-13-	8	13	19
04-03-14-	9	15	29
04-03-15-	8	16	28
04-03-16-	8	16	23
Promedio	7.56	14.50	23.81

HUMUS+NOFÓSFORO+10

H01

Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
04-04-01-	8	14	19
04-04-02-	8	16	26
04-04-03-	7	15	22
04-04-04-	7	13	21
04-04-05-	8	13	20
04-04-06-	9	16	21
04-04-07-	8	15	24
04-04-08-	8	15	22
04-04-09-	8	15	21
04-04-10-	7	16	27
04-04-11-	7	12	17
04-04-12-	9	14	21
04-04-13-	7	16	23
04-04-14-	8	14	22
04-04-15-	9	15	20
04-04-16-	8	15	22
Promedio	7.88	14.63	21.75

Anexo 4. Base de datos de la evaluación del crecimiento del bambú del bloque III

SUELO+NOFÓSFORO+20

S02

SUELO+FÓSFORO+20

S12

Primera Unidad Experimental				Segunda Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)		Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-01-01-	7	14	19	05-02-01-	8	15	20
05-01-02-	9	16	22	05-02-02-	9	15	23
05-01-03-	7	13	21	05-02-03-	9	13	17
05-01-04-	6	13	22	05-02-04-	8	14	21
05-01-05-	8	14	22	05-02-05-	7	14	22
05-01-06-	9	15	23	05-02-06-	9	15	22
05-01-07-	9	14	21	05-02-07-	8	16	22
05-01-08-	7	15	21	05-02-08-	9	15	23
05-01-09-	8	15	23	05-02-09-	8	15	21
05-01-10-	8	16	25	05-02-10-	7	15	25
05-01-11-	7	12	19	05-02-11-	9	14	18
05-01-12-	9	13	19	05-02-12-	7	14	23
05-01-13-	8	15	24	05-02-13-	7	14	20
05-01-14-	9	16	25	05-02-14-	8	16	22
05-01-15-	8	15	21	05-02-15-	8	14	22
05-01-16-	8	15	22	05-02-16-	7	13	18
Promedio	7.94	14.44	21.81	Promedio	8.00	14.50	21.19

## SUELO+FÓSFORO+10

S11

## SUELO+NOFÓSFORO+10

S01

Tercera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-03-01-	8	16	26
05-03-02-	8	15	21
05-03-03-	7	13	21
05-03-04-	8	14	19
05-03-05-	7	15	25
05-03-06-	8	16	22
05-03-07-	8	15	24
05-03-08-	9	15	19
05-03-09-	8	16	23
05-03-10-	8	14	22
05-03-11-	7	13	18
05-03-12-	8	15	20
05-03-13-	7	14	23
05-03-14-	8	14	22
05-03-15-	8	15	20
05-03-16-	9	15	23
Promedio	7.88	14.69	21.75

Cuarta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-04-01-	9	15	18
05-04-02-	9	15	19
05-04-03-	9	15	18
05-04-04-	8	16	27
05-04-05-	8	14	17
05-04-06-	7	13	22
05-04-07-	9	14	17
05-04-08-	9	14	18
05-04-09-	8	14	24
05-04-10-	9	15	18
05-04-11-	7	13	22
05-04-12-	8	14	23
05-04-13-	7	14	19
05-04-14-	8	14	24
05-04-15-	7	14	22
05-04-16-	8	13	21
Promedio	8.13	14.19	20.56

GUANO+FÓSFORO+20

G12

GUANO+FÓSFORO+10

G11

Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-01-01-	7	15	25
05-01-02-	7	16	25
05-01-03-	9	14	21
05-01-04-	8	15	24
05-01-05-	7	15	23
05-01-06-	8	16	24
05-01-07-	7	14	23
05-01-08-	8	15	22
05-01-09-	8	14	22
05-01-10-	9	15	21
05-01-11-	8	15	24
05-01-12-	8	15	22
05-01-13-	7	13	19
05-01-14-	7	14	21
05-01-15-	8	16	26
05-01-16-	6	13	24
Promedio	7.63	14.69	22.88

Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-02-01-	9	14	21
05-02-02-	7	13	18
05-02-03-	7	14	23
05-02-04-	7	15	21
05-02-05-	8	15	24
05-02-06-	6	14	21
05-02-07-	8	15	20
05-02-08-	9	14	19
05-02-09-	7	13	20
05-02-10-	7	14	20
05-02-11-	7	16	27
05-02-12-	8	14	10
05-02-13-	6	14	21
05-02-14-	8	15	23
05-02-15-	7	14	23
05-02-16-	8	14	24
Promedio	7.44	14.25	20.94

GUANO+NOFÓSFORO+20

G02

Séptima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-03-01-	6	13	22
05-03-02-	7	13	18
05-03-03-	6	12	17
05-03-04-	7	14	23
05-03-05-	8	13	17
05-03-06-	8	13	20
05-03-07-	7	13	17
05-03-08-	7	13	18
05-03-09-	8	13	19
05-03-10-	6	12	17
05-03-11-	9	14	21
05-03-12-	8	14	22
05-03-13-	9	14	18
05-03-14-	7	12	19
05-03-15-	6	14	24
05-03-16-	8	13	17
Promedio	7.31	13.13	19.31

GUANO+NOFÓSFORO+10

G01

Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
05-04-01-	6	12	20
05-04-02-	7	13	18
05-04-03-	6	12	20
05-04-04-	7	14	19
05-04-05-	8	14	22
05-04-06-	7	14	20
05-04-07-	7	12	19
05-04-08-	6	13	19
05-04-09-	6	12	19
05-04-10-	7	13	21
05-04-11-	7	14	23
05-04-12-	9	14	19
05-04-13-	6	13	18
05-04-14-	7	13	21
05-04-15-	7	14	19
05-04-16-	8	13	17
Promedio	6.94	13.13	19.63

## ESTIERCOL+NOFÓSFORO+20

E02

Primera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-01-01-	10	17	23
06-01-02-	10	17	22
06-01-03-	9	16	25
06-01-04-	7	14	19
06-01-05-	10	17	26
06-01-06-	9	16	21
06-01-07-	8	16	25
06-01-08-	8	16	22
06-01-09-	8	15	23
06-01-10-	9	15	20
06-01-11-	8	17	27
06-01-12-	9	15	22
06-01-13-	10	16	24
06-01-14-	9	15	19
06-01-15-	9	16	21
06-01-16-	8	17	27
Promedio	8.81	15.94	22.88

## ESTIERCOL+NOFÓSFORO+10

E01

Segunda Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-02-01-	10	15	18
06-02-02-	9	16	21
06-02-03-	9	14	17
06-02-04-	7	13	21
06-02-05-	8	14	18
06-02-06-	10	16	24
06-02-07-	9	15	23
06-02-08-	8	16	24
06-02-09-	8	17	27
06-02-10-	9	15	10
06-02-11-	9	15	20
06-02-12-	8	15	25
06-02-13-	9	16	21
06-02-14-	10	16	24
06-02-15-	9	16	25
06-02-16-	9	15	20
Promedio	8.81	15.25	21.13

## ESTIERCOL+FÓSFORO+10

E11

Tercera Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-03-01-	9	14	21
06-03-02-	9	15	19
06-03-03-	9	16	24
06-03-04-	8	14	20
06-03-05-	9	16	22
06-03-06-	10	15	22
06-03-07-	9	15	20
06-03-08-	9	16	21
06-03-09-	10	15	22
06-03-10-	10	15	21
06-03-11-	9	14	20
06-03-12-	9	14	21
06-03-13-	9	15	19
06-03-14-	8	16	22
06-03-15-	10	16	20
06-03-16-	9	16	21
Promedio	9.13	15.13	20.94

## ESTIERCOL+FÓSFORO+20

E12

Cuarta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-04-01-	7	14	20
06-04-02-	8	16	22
06-04-03-	9	15	19
06-04-04-	10	16	20
06-04-05-	9	15	23
06-04-06-	7	14	19
06-04-07-	9	23	22
06-04-08-	10	15	18
06-04-09-	7	15	25
06-04-10-	8	15	24
06-04-11-	9	16	22
06-04-12-	10	14	20
06-04-13-	9	15	22
06-04-14-	7	15	24
06-04-15-	9	16	21
06-04-16-	10	15	21
Promedio	8.63	15.56	21.38

HUMUS+NOFÓSFORO+10

H01

HUMUS+FÓSFORO+20

H12

Quinta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-01-01-	9	15	21
06-01-02-	10	15	20
06-01-03-	9	16	23
06-01-04-	9	16	23
06-01-05-	7	16	25
06-01-06-	8	14	20
06-01-07-	9	15	21
06-01-08-	10	15	20
06-01-09-	8	15	22
06-01-10-	10	15	20
06-01-11-	9	15	21
06-01-12-	9	15	21
06-01-13-	8	13	18
06-01-14-	7	14	21
06-01-15-	7	15	23
06-01-16-	8	15	22
Promedio	8.56	14.94	21.31

Sexta Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-02-01-	7	14	19
06-02-02-	9	15	29
06-02-03-	9	14	18
06-02-04-	8	16	31
06-02-05-	7	16	33
06-02-06-	7	14	23
06-02-07-	9	15	29
06-02-08-	7	15	22
06-02-09-	7	15	28
06-02-10-	7	15	31
06-02-11-	8	14	22
06-02-12-	7	13	20
06-02-13-	8	13	17
06-02-14-	7	14	16
06-02-15-	9	15	28
06-02-16-	9	15	27
Promedio	7.81	14.56	24.56

HUMUS+NOFÓSFORO+20

H02

Séptima Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-03-01-	9	15	21
06-03-02-	8	14	19
06-03-03-	9	15	23
06-03-04-	9	16	25
06-03-05-	8	15	21
06-03-06-	9	15	22
06-03-07-	9	14	21
06-03-08-	9	16	21
06-03-09-	9	14	18
06-03-10-	8	13	20
06-03-11-	8	13	19
06-03-12-	7	16	24
06-03-13-	8	13	19
06-03-14-	10	15	19
06-03-15-	9	14	18
06-03-16-	9	14	18
Promedio	8.63	14.50	20.50

HUMUS+FÓSFORO+10

H11

Octava Unidad Experimental			
	Medición a los 30 días (cm)	Medición a los 60 días (cm)	Medición a los 90 días (cm)
06-04-01-	9	16	31
06-04-02-	9	15	19
06-04-03-	9	16	25
06-04-04-	9	14	21
06-04-05-	7	13	20
06-04-06-	6	14	20
06-04-07-	9	15	28
06-04-08-	10	16	26
06-04-09-	7	16	30
06-04-10-	8	13	19
06-04-11-	9	14	20
06-04-12-	9	14	21
06-04-13-	6	15	26
06-04-14-	8	14	22
06-04-15-	9	15	28
06-04-16-	8	14	19
Promedio	8.25	14.63	23.44

Anexo 5. Resumen de datos del crecimiento de chusquines de bambú de acuerdo al diseño factorial aplicado

Factores			Código	Repeticiones/crecimiento (cm)			Crecimiento promedio (cm)
Sustrato	Fertilizante	Distanciamiento		Bloque I	Bloque II	Bloque III	
Tierra agrícola	Con fósforo	D= 0.1 * 0.1	a1b1c1	19.94	18.13	21.75	19.94
		D= 0.2 * 0.2	a1b1c2	21.25	20.94	21.19	21.13
	Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	a1b2c1	20.19	19.50	20.56	20.08
		D= 0.2 * 0.2	a1b2c2	19.13	19.13	21.81	20.02
Guano de cuy	Con fósforo	D= 0.1 * 0.1	a2b1c1	19.00	21.50	20.94	20.48
		D= 0.2 * 0.2	a2b1c2	21.00	22.81	22.88	22.23
	Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	a2b2c1	21.31	20.00	19.63	20.31
		D= 0.2 * 0.2	a2b2c2	21.63	22.44	19.31	21.13
Estiércol de vacuno	Con fósforo	D= 0.1 * 0.1	a3b1c1	21.25	22.00	20.94	21.40
		D= 0.2 * 0.2	a3b1c2	21.81	22.63	21.38	21.94
	Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	a3b2c1	20.50	20.44	21.13	20.69
		D= 0.2 * 0.2	a3b2c2	21.94	21.94	22.88	22.25
Humus de lombriz	Con fósforo	D= 0.1 * 0.1	a4b1c1	21.94	23.81	23.44	23.06
		D= 0.2 * 0.2	a4b1c2	26.00	26.25	24.56	25.60
	Sin fósforo	D= 0.1 * 0.1	a4b2c1	21.69	21.75	21.31	21.58
		D= 0.2 * 0.2	a4b2c2	22.94	20.56	20.50	21.33

## Anexo 6. Análisis estadístico de los datos en el software Insfostat V2020

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
crecimiento	48	0.63	0.41	5.85

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78.93	17	4.64	2.95	0.0047
bloques	5.99	2	2.99	1.90	0.1669
sustrato	37.72	3	12.57	7.98	0.0005
fósforo	13.15	1	13.15	8.35	0.0071
distanciamiento	2.13	1	2.13	1.35	0.2538
sustrato*fósforo	13.44	3	4.48	2.85	0.0542
sustrato*distanciamiento	1.64	3	0.55	0.35	0.7915
fósforo*distanciamiento	1.79	1	1.79	1.13	0.2954
sustrato*fósforo*distancia..	3.08	3	1.03	0.65	0.5877
Error	47.24	30	1.57		
Total	126.17	47			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.39296

Error: 1.5746 gl: 30

sustrato	Medias	n	E.E.	
humus de lombriz	22.86	12	0.37	A
estiercol vaca	21.57	12	0.36	A B
guano cuy	20.98	12	0.37	B
tierra agricola	20.27	12	0.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.73980

Error: 1.5746 gl: 30

fósforo	Medias	n	E.E.	
con P	21.76	24	0.26	A
sin P	20.88	24	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.35724

Error: 1.5746 gl: 30

sustrato	fósforo	Medias	n	E.E.	
humus de lombriz	con P	24.30	6	0.52	A
estiercol vaca	con P	21.67	6	0.51	B
estiercol vaca	sin P	21.47	6	0.51	B
humus de lombriz	sin P	21.42	6	0.52	B
guano cuy	con P	21.31	6	0.52	B
guano cuy	sin P	20.65	6	0.52	B
tierra agricola	con P	20.53	6	0.51	B
tierra agricola	sin P	19.95	6	0.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 7. Panel fotográfico de la investigación



Foto 1. Obtención de estiércol de vacuno para la preparación de sustratos



Fotos 2 y 3. Preparación de los sustratos



Fotos 4 y 5. Construcción de las camas para instalación del experimento



Fotos 6 y 7. Colocación de los sustratos en las camas según los tratamientos



Fotos 8 y 9. Siembre de los chusquines en los sustratos según los tratamientos



Foto 10. Toma de las medidas de altura de los chusquines de bambú al mes de siembre



Foto 11. Toma de las medidas de altura de los chusquines de bambú a los dos meses de siembra



Foto 12. Vista dl crecimiento de los chusquines de bambú al tercer mes de siembra