

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**“PROPAGACIÓN DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES, MEDIANTE
ACODO SUBTERRÁNEO EN TINGO MARÍA – HUÁNUCO”**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por:

KLIPTON JHON AQUINO HERRERA

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de Noviembre del 2019, a horas 4:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“PROPAGACIÓN DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES, MEDIANTE ACODO SUBTERRÁNEO EN TINGO MARÍA - HUÁNUCO”

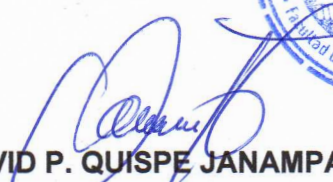
Presentado por el Bachiller: **KLIPTON JHON AQUINO HERRERA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 02 de Diciembre del 2019


Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE


Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
MIEMBRO


Ing. MSc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
MIEMBRO


Dr. VICENTE S. POCOMUCHA POMA
ASESOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**“PROPAGACIÓN DE DOS ESPECIES DE BAMBÚES, MEDIANTE ACODO
SUBTERRÁNEO EN TINGO MARÍA - HUÁNUCO”**

Autor	: Klipton Jhon Aquino Herrera
Asesores	: Dr. Vicente Serapio Pocomucha Poma Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea (s) de investigación	: Silvicultura, manejo y ordenación de bosques
Eje temático de investigación	: Instalación, producción y manejo en viveros forestales
Lugar de Ejecución	: Vivero Forestal FRNR UNAS – Tingo María
Duración	: Fecha de inicio: 10 de Febrero de 2019 Término: 20 de Julio de 2019
Financiamiento	: Propio : S/. 2240,00

REGISTRO DE TESIS CONDUCENTE AL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables

Título de tesis : Propagación de dos especies de bambúes, mediante acodo subterráneo en Tingo María - Huánuco”

Autor : Klipton Jhon Aquino Herrera

Asesores : Dr. Vicente Serapio Pocomucha Poma
Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz

Programa de investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales

Línea (s) de investigación : Silvicultura, manejo y ordenación de bosques

Eje temático de investigación : Instalación, producción y manejo en viveros forestales

Lugar de Ejecución : Vivero Forestal FRNR UNAS – Tingo María

Duración : Fecha de inicio: 10 de Febrero de 2019
Término: 20 de Julio de 2019

Financiamiento : Propio: S/. 2240,00

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por haberme dado la vida, porque de él emana mi socorro y fortaleza, él guía siempre mis pasos y permitió que alcanzara este logro.

A mí querida madre. Melva Florinda Herrera Arostegüi, por todo el amor, fuerza y apoyo incondicional que me brindó e hizo posible mi formación profesional.

A mis hermanos Eyner Julián Aquino Herrera y Miriam Yaneth Aquino Herrera, quienes me apoyaron para lograr mi formación profesional.

A mi Tío Marino Julián Herrera Arostegüi; por sus sabios consejos y motivación constante en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a sus docentes, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Dr. Vicente Serapio Pocomucha Poma, amigo y asesor del trabajo de investigación, por sus sabios consejos y sus acertadas orientaciones durante la ejecución y redacción del trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz, por compartirme sus conocimientos sobre el tema de Bambú, y motivarme a seguir investigando en el amplio mundo del bambú.

Al ingeniero Raúl Araujo Torres, Jorge Luis Vergara Palomino, David Prudencio Quipe Janampa y a todas las personas que compartieron y contribuyeron de manera acertada desde el inicio hasta el final del trabajo de investigación.

A mis grandes amigos (as): Rogelio, Gil, Cristian, María y Margot por su enorme amistad compartida en los salones de clases y en cada etapa de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Efecto.....	4
2.2. Sustrato.....	4
2.2.1. Tierra negra (agrícola)	4
2.2.2. Aserrín descompuesto	5
2.3. Propagación.....	5
2.3.1. Propagación sexual	6
2.3.2. Propagación asexual	6
2.4. Acodo.....	7
2.4.1. Características del acodado	8
2.4.2. Factores que afectan a la inducción de raíces adventicias en el acodado	8
2.4.3. Condiciones para realizar el acodamiento	9
2.4.4. Tipos de acodos	9
2.5. Invernadero.....	11
2.5.1. Condiciones que deben de cumplir los invernaderos	11

2.6.	El bambú	12
2.6.1.	Descripción taxonómica	13
2.6.2.	Descripción botánica	13
2.6.3.	Propagación	16
2.6.4.	Propagación sexual	16
2.6.5.	Propagación asexual	16
2.6.6.	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	19
2.6.7.	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	20
2.7.	Antecedentes investigativos	21
2.7.1.	Propagación en cámaras de invernaderos.....	21
2.7.2.	Propagación del bambú	22
2.7.3.	Instalación en campo definitivo	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Lugar de ejecución	27
3.1.1.	Ubicación política.....	27
3.1.2.	Ubicación geográfica	27
3.1.3.	Ubicación ecológica.....	28
3.1.4.	Características climáticas	28

3.1.5. Descripción del área	28
3.2. Materiales y equipos	29
3.2.1. Unidad de estudio.....	29
3.2.2. Materiales y herramientas.....	29
3.2.3. Equipos	29
3.2.4. Insumos.....	30
3.3. Criterios de investigación	30
3.3.1. Tipo de investigación	30
3.3.2. Población.....	30
3.3.3. Diseño de investigación	30
3.3.4. Tratamientos.....	31
3.3.5. Diseño del experimento	32
3.3.6. Operacionalización	32
3.3.7. Modelo Aditivo Lineal.....	33
3.3.8. Esquema del ANVA	34
3.3.9. Variables de respuesta	35
3.3.10. Medidas de tendencia central y medidas de variabilidad o dispersión utilizadas.....	35

3.4. Metodología	37
3.4.1. Para la preparación, construcción y acondicionamiento del área de investigación.....	37
3.4.2. Para el conteo de nudos enraizados de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	41
3.4.3. Para el conteo de rebrotes en la base y en los nudos de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	41
3.4.4. Para el conteo de plantones obtenidos de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	42
3.4.5. Para la verificación del prendimiento en campo definitivo	43
IV. RESULTADOS	45
4.1. Efecto de los sustratos en el número de nudos enraizados de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	45
4.2. Efecto de sustratos en el número de rebrotes en la base y en los nudos de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	47
4.2.1. Número de rebrotes en la base.....	47
4.2.2. Número de rebrotes en los nudos.....	49

4.3. Efecto de los sustratos en el número de plantones obtenidos en la propagación de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	51
4.4. Efecto de los sustratos en el prendimiento en campo definitivo de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	53
V. DISCUSIÓN	55
5.1. Del número de nudos enraizados de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	55
5.2. Del número de rebrotes en la base y en los nudos de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	55
5.3. Del número de plantones obtenidos en la propagación de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	57
5.4. Del prendimiento en campo definitivo de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	61
VIII. ABSTRACT	62
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de los tratamientos de estudio.	31
2. Cuadro de operacionalización.	33
3. Modelo del análisis de varianza.	34
4. Descriptivos de los nudos enraizados por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	45
5. Efecto de los sustratos para los nudos enraizados en cada una de las especies de <i>Guadua</i>	46
6. Descriptivos de los rebrotes en la base por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	47
7. Efecto de los sustratos para los rebrotes de la base en cada una de las especies de <i>Guadua</i>	48
8. Descriptivos de los rebrotes en los nudos por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	49
9. Efecto de los sustratos para los rebrotes de los nudos en cada una de las especies de <i>Guadua</i>	50
10. Descriptivos de la cantidad de plantones obtenidos por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	51

11. Efecto de los sustratos para la cantidad de plantones obtenidos en cada una de las especies de <i>Guadua</i>	52
12. Descriptivos del prendimiento de los plantones en campo definitivo provenientes del efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	53
13. Matriz de datos generales.	74
14. Resumen de las pruebas de ANVA para cada variable.	75
15. Datos meteorológicos de la zona en estudio durante los meses de investigación, estación meteorológica Tingo María, fuente SENAMHI (2019).	76
16. Datos meteorológicos de la zona en estudio durante los meses de investigación (instalación y prendimiento), estación meteorológica Tulumayo, fuente SENAMHI (2019).	76
17. Datos climatológicos tomados dentro del invernadero durante los meses de investigación.	77
18. Datos climatológicos tomados en el área de instalación.	77
19. Datos de luz tomados dentro del vivero durante los meses de investigación.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de un acodo subterráneo o acodo en trinchera.	10
2. Ubicación de los tratamientos dentro del invernadero.	32
3. Diseño de la cámara de invernadero.	37
4. Nudos enraizados por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	46
5. Rebrotos en la base por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	48
6. Rebrotos en los nudos por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	50
7. Cantidad de plántones obtenidos por efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	52
8. Prendimiento en campo definitivo de los plántones provenientes a partir del efecto de los sustratos en las dos especies de <i>Guadua</i>	54
9. Armado de la cámara (invernadero).	78
10. Llenado de los sustratos según la ubicación de los tratamientos.	78
11. Recolección de las plántulas del fondo de la facultad de agronomía.	79
12. Recolección de las plántulas del fondo de la facultad de agronomía.	79
13. Acodado subterráneo de las plántulas en la cámara de invernadero.	80

14. Acondicionamiento de las plántulas dentro de la cámara.....	80
15. Toma de datos de temperatura y humedad relativa de	81
16. Rebrotos en la base y en los nudos de la <i>Guadua</i>	81
17. Rebrotos en la base y en los nudos de la <i>Guadua</i>	82
18. Rebrote enraizado en el nudo de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	82
19. Riego interdiario.....	83
20. Conteo final de los rebrotos en la base y en los nudos.	83
21. Rebrotos enraizados y no enraizados en la base y en	84
22. Deshije de los rebrotos enraizados de la base y de los.....	84
23. Rebrotos repicados para su aclimatación.....	85
24. Conteo final de los plantones aclimatados.	85
25. Instalación en campo definitivo de los plantones.....	86
26. Prendimiento de los plantones en campo definitivo.....	86
27. Análisis de la tierra agrícola.	87
28. Análisis especial del aserrín descompuesto.....	88
29. Identificación botánica de las especies.	89
30. Identificación botánica de las especies.	90
31. Identificación botánica de las especies.	91

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos sobre la propagación de las especies de *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg., mediante acodo subterráneo bajo condiciones de invernadero establecidas en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en el campus del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD). Para lo cual se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x2 con 4 tratamientos, los cuales fueron: plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, en tierra agrícola (T₁), plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, en aserrín descompuesto (T₂), plántulas de *Guadua weberbaueri* Pilg, en tierra agrícola (T₃) y plántulas *Guadua weberbaueri* Pilg, en aserrín descompuesto (T₄), cada tratamiento con 5 repeticiones de una plántula. Se evaluó el número de nudos enraizados, el número de rebrotes en la base y en los nudos, el número de plantones obtenidos y el prendimiento en campo definitivo. Los resultados demuestran que el T₂ presentó mayor número de nudos enraizados con un promedio de 64,70%. Asimismo el T₄ obtuvo un promedio de 2,40 rebrotes en la base y en cuanto a los rebrotes en los nudos el T₃ obtuvo un promedio de 69,96%. Respecto al número de plantones obtenidos el T₂ obtuvo un promedio de 9,20 plantones. Mientras que el T₁, T₂ y T₄ no mostraron mortalidad en campo definitivo respecto al T₃ que obtuvo un prendimiento del 97,37%.

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía se encuentra dentro de las principales regiones con mayor deforestación y degradación de los bosques a nivel mundial para el año 2030 (WWF 2015). En los dos últimos años la devastación de la Amazonía Peruana registró un pico histórico de deforestación alcanzando las 18.440 hectáreas, generada por la minería ilegal (García 2019) siendo la región Huánuco una de las principales regiones con mayor deforestación durante este año (Latam 2019) en tanto en la provincia de Leoncio Prado se registró una pérdida de bosques de 2.597 hectáreas durante el año 2018 (Geobosques 2018).

Una alternativa para estos problemas puntuales podría estar en las plantaciones forestales no maderables que logren satisfacer las demandas actuales en el campo de la industria y la construcción, entre ellos destaca el bambú debido a su rápido crecimiento, aprovechamiento a corto plazo y a su alto valor comercial.

Las especies de *Guadua* son un bambúes leñoso conocido comúnmente como caña guayaquil en el Perú, la cual presenta beneficios múltiples como reporta Botero (2009) que al manejar de forma sostenible la especie *Guadua angustifolia* Kunth, se pudo verificar que: la protección de los suelos se logró entre otros factores por la presencia de más de 20 km/ha de

raíces de anclaje, la regulación de caudal hídrico se produce a través del almacenamiento de hasta 30 000 l/ha de agua, un aporte de biomasa de 30 t/ha/año y un consumo de CO₂ de 33 - 35 t/ha/año.

Este creciente interés sobre la *Guadua* en distintas partes del mundo, principalmente en Centro y Sur América, crea la necesidad de disponer de gran cantidad de plantas de buena calidad (Marulanda *et al.* 2014)

El método del acodo es bastante utilizado a nivel mundial la cual consiste en transformar las raíces adventicias en raíces verdaderas, para lograrlo es necesario la presencia de humedad y oscuridad (Rodríguez 2000).

El acodo en trinchera o acodo subterráneo consiste en cultivar una planta en posición horizontal en el fondo de una trinchera o surco, y cubrir con tierra los brotes nuevos a medida que crecen, de tal manera que se ahilen sus bases de las cuales se originarán raíces (Siura 2000).

Las especies de *Guadua*, en comparación a las demás especies de bambúes presentan limitada viabilidad de propagación debido a que no existe una técnica adecuada para su propagación. Además que en nuestro medio específicamente en la región amazónica son escasos los trabajos de investigación relacionados con este tema, dicho párrafo genera interrogantes como ¿Cuál será el efecto de los sustratos en la propagación de dos especies de bambúes (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg) mediante acodo subterráneo bajo condiciones de invernadero?

Ante lo mencionado la hipótesis radica en que: el uso de diferentes sustratos muestran efectos similares, en la propagación de las dos especies de bambúes (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg) mediante acodo subterráneo en condiciones de invernadero.

Para alcanzar lo descrito en los párrafos anteriores se planteó como objetivo general, analizar el efecto de los sustratos sobre la propagación de dos especies de bambúes (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg) mediante acodo subterráneo bajo condiciones de invernadero en Tingo María.

Y como objetivos específicos se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de los sustratos en el número de nudos enraizados de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg., bajo condiciones de invernadero.
- Cuantificar el efecto de sustratos en el número de rebrotes en la base y en los nudos de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg., bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el efecto de los sustratos en el número de plantones obtenidos en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg., bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el efecto de los sustratos en el prendimiento en campo definitivo de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Efecto

El significado de la palabra efecto muchas veces está vinculado a la experimentación de carácter científico. Su acepción principal presenta al efecto como a aquello que se consigue como consecuencia de una causa (Pérez y Gardey 2012) o como aquel resultado que se obtiene a partir de una causa (Navarro 2016). El vínculo entre una causa y su efecto se conoce como causalidad (Pérez y Gardey 2012).

2.2. Sustrato

Para obtener plantas de calidad en condiciones de vivero se considera usar sustratos a base de materiales disponibles con aceptables características físicas como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad. Actualmente las mezclas se pueden preparar con materiales orgánicos, compost, fibras y productos agroindustriales (Lárraga *et al.* 2011).

2.2.1. Tierra negra (agrícola)

Tolentino (2006) define que, la tierra negra como la capa superficial del suelo localizada generalmente a profundidades promedio de 10 cm, es un compuesto de minerales y de partículas orgánicas producidas por la acción

combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica como textura, estructura y espacio poroso conocido como horizonte A generalmente de un color gris a negro. Esta capa compuesta generalmente tiene cantidades proporcionales de limo, arcilla y arena, lo que hace que conserve una estructura especial cuando se le aplasta ligeramente y cuando se le aplasta con más fuerza se desmenuza.

2.2.2. Aserrín descompuesto

Jiménes (2005) menciona que, el aserrín descompuesto es un sustrato muy barato, ligero y abundante, su capacidad de retención de agua así como su espacio poroso varía de acuerdo al tamaño de sus partículas o mezclando el aserrín con viruta. Este es un sustrato orgánico rico en carbono y pobre en nitrógeno, se debe considerar que cuando se irriga con la solución nutritiva se presenta frecuentemente un proceso de descomposición parcial de ésta por bacterias que utilizan principalmente el nitrógeno de la solución para su crecimiento, fijándolo temporalmente, lo que puede dar lugar a una deficiencia de este elemento en las plantas cultivadas con el aserrín.

2.3. Propagación

Nanda (2011) define que, la propagación de las plantas o propagación vegetal es el procedimiento mediante el cual se realiza la conservación de los vegetales aplicando técnicas definidas que garantice la perpetuación, multiplicación de las especies, contribuyan a mejorar y obtener nuevas plantas que mejoren su calidad. Los dos principales métodos de

propagación son: sexual (semillas) y asexual (deshije, rizomas, esquejes, acodos).

2.3.1. Propagación sexual

La semilla, es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa. El éxito con el cual este nuevo individuo se establece, está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla. Las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene como los carbohidratos, lípidos y las proteínas, son de gran importancia para el éxito del establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Fierro *et al.* 2016).

2.3.2. Propagación asexual

También llamado propagación vegetativa, es un mecanismo de reproducción del que participan muchas especies en la naturaleza, donde el resultado principal es que los individuos así producidos son iguales genéticamente al parental y sería con las técnicas actuales imposible diferenciar los hijos del padre. Esta propagación se da a partir de un órgano, un tejido o una célula. Esto es posible porque muchas células vegetales contienen todo la información genética para el desarrollo de un individuo. Se dice entonces que son células totipotentes, considerada como la habilidad de una célula individual de expresar su genoma completo (Hernández 2015).

2.3.2.1. Ventajas de la propagación asexual

Entre las ventajas que conlleva esta propagación están su rapidez de división y su simplicidad, pues no tienen que producir células sexuales, ni tienen que gastar energía en las operaciones previas a la fecundación. De esta forma un individuo aislado puede dar lugar a un gran número de descendientes, facilitándose la colonización rápida de nuevos territorios (Reyes 2015).

2.3.2.2. Inconvenientes de la propagación asexual

Producir una descendencia sin variabilidad genética, clónica, al ser todos genotípicamente equivalentes a su parental y entre sí. La selección natural no puede “elegir” los individuos mejor adaptados (ya que todos lo están por iguales) y estos individuos clónicos puede que no logren sobrevivir a un medio que cambie de modo hostil, pues no poseen la información genética necesaria para adaptarse a este cambio (Reyes 2015).

2.4. Acodo

Acodar es inducir a la aparición de raíces en un tallo que está todavía unido a la planta madre. Cuando el tallo ha enraizado se separa para convertirse en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces (Moreno y Bernal 1979).

La ventaja principal del acodo es el éxito donde obtienen plantas de mayor desarrollo en menor tiempo. La mayoría de los métodos de acodado son

relativamente fáciles de ejecutar y pueden ser practicados al aire libre en el jardín o en el vivero (Moreno y Bernal 1979).

2.4.1. Características del acodado

Siura (2000) menciona que, las características del acodado son los siguientes:

- Es especialmente útil para obtener plantas de gran tamaño en corto tiempo.
- Se enraízan tallos sin separarlos de la planta madre.
- Funciona mejor que la estaca.
- Se obtienen plantas de mayor desarrollo en menor tiempo.
- No se pierde tanto material madre y la recuperación es más rápida que con estacas.
- Mayor porcentaje de enraizamiento que con estacas.

2.4.2. Factores que afectan a la inducción de raíces adventicias en el acodado

Siura (2000) menciona que, los Factores que afectan a la inducción de raíces adventicias en el acodado son:

- Nutrición
- Tratamientos al tallo
- Condiciones ambientales

- Acondicionamiento fisiológico (época adecuada: movimiento de reservas hacia las raíces, al final del ciclo de crecimiento; aplicación de auxinas).

2.4.3. Condiciones para realizar el acodamiento

Siura (2000) menciona que, las condiciones para realizar el acodamiento son:

- Planta madre en crecimiento.
- Seleccionar tallos vigorosos, de corteza lisa
- Buen contacto entre tallo acodado y sustrato
- Sustrato que mantenga buena humedad adecuada, aireación y temperatura

2.4.4. Tipos de acodos

2.4.4.1. Acodo aéreo

En este método, el sistema de las raíces se forma en la parte aérea de la planta, después de que en la rama se han hecho incisiones rectas o en forma de anillo, y que el punto lesionado se ha cubierto con un medio apto para el enraizamiento. Los acodos se hacen a finales de la estación del verano y en las ramas parcialmente endurecidas, de un año (Moreno y Bernal 1979).

Siura (2000) indica que, el al acodo aéreo también es llamado acodo chino, acodo en tiesto, circumposición, etc. Muy utilizado en plantas ornamentales y en jardinería. Se adapta para plantas de tallos erectos y poco flexibles o plantas de gran desarrollo.

2.4.4.2. Acodo subterráneo o acodo en trinchera

Consiste en cultivar una planta en posición horizontal en el fondo de una trinchera o surco (Siura 2000) doblando la rama seleccionada hasta el suelo (Moreno y Bernal 1979), con una inclinación de 30° a 45° (Siura 2000), y amontonar tierra sobre la rama doblada (Figura N° 1). Al cabo de cierto tiempo la rama emite rebrotes que se dejan desarrollar adecuadamente (Moreno y Bernal 1979). Posteriormente se separa la rama de la planta madre por el sitio en que se enterró y con cuidado se extrae el resto con los brotes con sus respectivas raíces; se corta e independiza cada rama de los brotes y se procede a trasplantarlos a bolsas (Moreno y Bernal 1979).

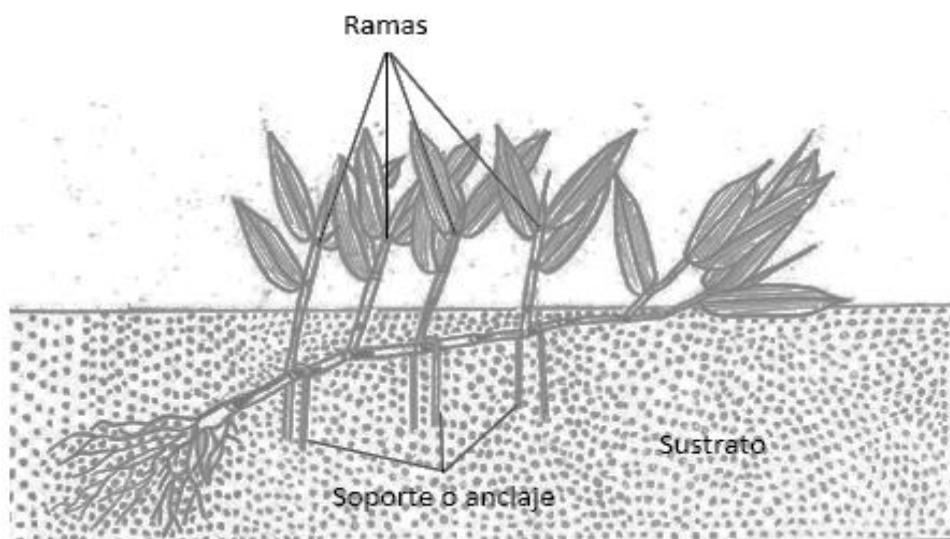


Figura 1. Esquema de un acodo subterráneo o acodo en trinchera.

2.5. Invernadero

Romano (2000) define que, el invernadero es un espacio cerrado o delimitado por una estructura de metal o madera, recubierta por vidrio o plástico en cuyo interior se desarrolla un cultivo o propagación en condiciones controladas independientes de la temperatura y humedad, según las exigencias de las diferentes especies, este medio de protección sirve para evitar adversidades climáticas, o bien para mejorar la producción a nivel cuantitativo y cualitativo.

Para Gárate (2010) los invernaderos, son estructuras o cámaras que proporcionan dentro de esta, condiciones ambientales controladas tanto de luminosidad, temperatura, humedad relativa y plagas de insectos para el desarrollo de plantas, su uso es más apropiado para la propagación de plantas a gran escala.

2.5.1. Condiciones que deben de cumplir los invernaderos

MSC (2017) menciona que, las condiciones que debe de cumplir un invernadero son:

- Debe tener un mínimo de seis horas de luz al día.
- La temperatura ideal dentro de la cámara debe ser mayor a los 20°C por el día y no menor de 13°C por la noche.
- La humedad relativa dentro de la cámara debe oscilar entre 45% a 60%.
- Mantener una ventilación correcta para las plantas.

2.6. El bambú

El bambú, es una gramínea que pertenece a la familia POACEAE (Londoño 2002), un recurso natural que ha sido aprovechado por el hombre durante milenios por su rápido crecimiento, gran versatilidad y resistencia. Posee un gran valor ornamental y puede ser usado bajo diferentes aspectos como consolidación del suelo, reforestación, reducción del CO₂, en la fabricación de mobiliario artesanal e industrial, extracción de celulosa, presenta un valor alimenticio a partir del follaje y presenta propiedades medicinales (Bárbaro 2006). En el mundo hay alrededor de 90 géneros de bambú leñosos, comprendiendo 1.100 especies. De ellos, un total de 41 géneros y 451 especies se encuentran en América, y en el Perú se reportan ocho géneros con 37 especie (Londoño 2013), que se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 4.300 msnm (Londoño 2002).

El género de bambú conocido como *Guadua*, es el más ampliamente distribuido y el de mayor importancia económica, es endémico del nuevo mundo con aproximadamente 30 especies. Las especies en este género pueden llegar a alcanzar alturas hasta de 30 m con culmos de 21 cm de diámetro. Se distinguen respecto a las otras especies por los culmos largos y espinosos, hojas triangulares y bandas de pelos blancos en la región del nudo. Su distribución va desde 0 a 2.800 msnm, siendo más abundante en elevaciones de 0 a 1.500 msnm, con precipitaciones entre 1.200 y 2.500 milímetros anuales, las temperaturas varían desde 18° a 25° centígrados y con humedad relativa superior es 70% (Londoño 2002).

2.6.1. Descripción taxonómica

Londoño (2002) menciona que, el bambú es una planta Angiosperma que tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	: Monocotiledónea
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Cyperales/Glumiflorales
Familia	: GRAMINEAE o POACEAE
Subfamilia	: Bambusoideae
Tribu	: Bambuseae

2.6.2. Descripción botánica

Londoño (2002) indica que, el bambú presenta una gran diversidad morfológica; desde pequeños hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos. Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, dándose mayor importancia a las estructuras morfológicas tales como rizoma, culmo, yema, complemento de rama, hoja caulinar y follaje.

2.6.2.1. Rizoma

Es un eje segmentado típicamente subterráneo que constituye la estructura de soporte de la planta, con la presencia de yemas, brácteas, y de raíces adventicias o primordios de raíces y juega un papel importante en la absorción de nutrientes y agua. Presenta tres partes: cuello del rizoma, rizoma

en sí y las raíces adventicias. El rizoma es la parte que primero se desarrolla, pero puede también ser muy elongado y alcanzar hasta 8 m de longitud como en el caso de *Guadua weberbaueri* Pilg, del Amazonas. Por lo difícil de su extracción y lo poco visible, los estudios taxonómicos y anatómicos de los bambúes en el Nuevo Mundo no han enfatizado tanto en estas estructuras como en Asia (Londoño 2002).

2.6.2.2. El culmo

Es el eje aéreo segmentado que emerge del rizoma. Este término se emplea principalmente cuando se hace referencia a los bambúes leñosos. El culmo consta de cuello, nudos y entrenudos. Los nudos son la parte más resistente del culmo y los entrenudos puede ser huecos, sulcados o totalmente cilíndricos. Otros caracteres importantes de observar en el entrenudo son la presencia o no de un exudado blanco sobre la superficie (cera), la presencia de agua en la cavidad interna, el color y la textura de su superficie (Londoño 2002).

2.6.2.3. Ramificaciones

Las ramificaciones sostienen el follaje, la cual es la estructura básica en el proceso fotosintético. Están dispuestas en forma de abanico, varían durante los diferentes estados de desarrollo de la planta; sin embargo, la forma más típica de ramificación se observa en la parte media de los culmos adultos. En algunos bambúes las ramas basales se modifican y llegan a transformarse en espinas (Jiménez 2014).

2.6.2.4. Hojas caulinar

Es la estructura que nace en cada nudo y tiene como función proteger la yema que da origen a las ramas y el follaje. Presenta cambios progresivos en su tamaño, forma, consistencia y vestimento, a lo largo del culmo. Se considera a la porción media del culmo como la más característica de la especie. Las hojas caulinares pueden ser persistentes o deciduas (Londoño 2002).

2.6.2.5. Follaje

Es la estructura principal empleado para la elaboración de alimento por la planta, constituida por vaina, lámina, apéndices como aurículas y fimbrias. El follaje es importante en los estudios taxonómicos sobre todo a nivel anatómico (Londoño 2002).

2.6.2.6. Inflorescencia

La inflorescencia de los bambúes es un eje o un sistema de ejes (ramas asociadas), que emergen de un eje común denominado como raquis primario. Tanto el raquis primario como los demás ejes finalizan en una espiguilla (unidad básica estructural en la inflorescencia de los bambúes). La floración de las especies de bambúes puede ser gregaria (un tipo de relación intraespecífica) o esporádica, donde la longitud del ciclo de floración varía en cada especie, con un rango de fluctuación entre 3 - 60 años (Londoño 2002).

2.6.3. Propagación

La propagación de los bambúes, pueden ser principalmente por dos métodos: sexuales, mediante el uso de semillas; o asexuales, mediante deshije, rizomas, esquejes, acodos y chusquines. Una planta de bambú originada de estacas a los dos o tres años ya tiene su altura total, en tanto que una planta de semillas puede requerir de 4 hasta 8 años para lograr su mayor altura (Mercedes 2006)

2.6.4. Propagación sexual

Mercedes (2006) menciona que, la propagación mediante semillas no tiene ningún problema si esta se encuentre viable, aunque en algunas especies las semillas suelen ser vanas, pero debido a que la floración del bambú sólo se presenta a intervalos o ciclos muy largos, no es común el empleo de semilla en su propagación.

2.6.5. Propagación asexual

2.6.5.1. Propagación a través de chusquines

Para Gallardo *et al.* (2008) el mejor método de propagación es a través de chusquines, estos se encuentran en la base de las plantaciones, y se originan de yemas adventicias en los rizomas. Estas emergen una vez que el culmo ha sido cortado o por acame. Este método de propagación es muy recomendable por el alto prendimiento y desarrollo; cada brote llega a producir

de 2 a 5 plántulas a los cuatro meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal (Londoño 2002) y se aplica principalmente al género *Guadua*.

Se hace referencia a un chusquín como una plántula pequeña o rebrote con alturas entre 20 y 80 centímetros, un solo talluelo de 0,5 a 2,5 cm de diámetro, con pocas hojas que comienza a emerger 2 o 3 meses después de cortado el tallo principal (Díaz 2015).

2.6.5.2. Por cortes del rizoma

El rizoma es una prolongación del tallo donde se almacenan los nutrientes, a los que se les cortan en fracciones de 40 – 50 cm, cuidando de no dañar las yemas, para sembrarse individualmente (Lárraga *et al.* 2011). Es considerado elemento básico para la propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas que aparecen a los 30 y 35 días, presenta la desventaja de requerir mucha mano de obra, lo que lo hace costoso y presenta baja tasa de multiplicación (Mercedes 2006).

2.6.5.3. Propagación por estacas

Se usa estacas de ramas laterales de plantas adultas (3 a 5 años) y también de chusquines en crecimiento. En la *Guadua angustifolia* kunth, no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento (Gallardo *et al.* 2008).

2.6.5.4. Por cortes de segmento de tallo

Este método de propagación por segmento de tallo consiste en cortar partes de tallo aproximadamente de un metro de longitud que posean tres nudos aproximadamente con yemas o ramas, de tres a cuatro años de edad (cañas maduras), al plantarlos se debe cubrir los nudos con el sustrato, éste método requiere gran cantidad de material y por lo mismo, no permite la propagación masiva (Giraldo y Sabogal 2007).

Esta modalidad requiere del aprovechamiento de culmos jóvenes de 2 a 3 años de edad. El procedimiento es: Se parte, divide o secciona el culmo en unidades de dos o tres entrenudos que contengan 3 a 4 nudos con buenas yemas y entre cada dos nudos se hace un hueco y se llena de agua; posteriormente se tapa y se cubre con suelo, se plantan de manera vertical, inclinada u horizontal (Mercedes 2006).

2.6.5.5. Trasplante directo

Esta propagación de trasplante directo consiste extraer una planta de la mata del bambú y llevarlo hasta el nuevo terreno para lo cual se requiere plantas jóvenes de dos a tres años de desarrollo (Catasús 2003). Éste método requiere de la planta completa con ramas, follaje y rizoma, raíz, que al momento de la siembra conserve lo más intactas posible sus partes vegetativas, ya que si llega a sufrir marchites o deshidratación crítica puede llegar morir (Giraldo y Sabogal 2007).

2.6.5.6. Propagación por esquejes de rama basal

Esta propagación utiliza ramas basales (segmentos nodales) donde se seleccionan las plantas con las características deseadas. Luego se selecciona el tercio basal medio, de donde se toman los propágulos de tres a cinco centímetros que posean una o más yemas axilares latentes. Previamente se deben preparar las bolsas con el substrato deseado donde se siembran los propágulos de manera horizontal y a tres centímetros de profundidad (Giraldo y Sabogal 2007).

2.6.5.7. Propagación mediante cultivo in vitro

Este tipo de propagación actualmente se utiliza como la principal biotecnia aplicada a varias especies de bambú, aunque en las especies de *Guadua* se conocen muy pocos reportes de la multiplicación por éste método (Marulanda *et al.* 2002).

2.6.6. *Guadua angustifolia* Kunth

La *Guadua angustifolia* Kunth es una gramínea con propiedades de resistencia y flexibilidad, que permiten utilizarla en usos diversos a nivel mundial (Peña *et al.* 2009), cuyas fibras están dispuestas axial y longitudinalmente; es un material anisotrópico, ya que sus propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad varían según su sentido o plano considerado; presenta cambios de sus dimensiones debido a la expansión térmica y cambio

de volumen a causa de la humedad. Todo esto hace que la *Guadua* se comporte similar a la madera (Cely *et al.* 2012).

2.6.6.1. Morfología

Bambú recto, apicalmente arqueado o ligeramente arqueado en la punta con culmo de color verde con rayas verdes más oscuras, alcanzando alturas de 15 – 22 m y diámetro de 9-20 cm, con un espesor pared de 2,3 a 4 cm, los entrenudos basales miden de 12 a 19,3 cm, contando con rizoma paquimorfo, con región nodal con bandas blancas: superior 0,4 - 0,6 cm, inferior 1,2 – 1,5 cm, poseyendo hoja caulinar triangular, presentando pocas ramas basales con espinas y el follaje casi sin espinas, a veces una espina lateral robusta y corta, menor a 5 mm longitud (Londoño 2010).

2.6.7. *Guadua weberbaueri* Pilg

Londoño (2002) menciona que, la *Guadua weberbaueri* Pilg, se distribuyen en la región Amazónica del Perú (regiones de Amazonas, Cusco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco y San Martín).

La *Guadua weberbaueri* Pilg, presenta importantes características físico-mecánicas, la cual hace que puede ser utilizado como material para construcción civil, pudiendo sustituir maderas e incluso el acero (De Lima 2007).

Dicha especie es utilizada en el Perú por los Piros y Machiguengas en la confección de instrumentos musicales, objetos ceremoniales, redes para

cazar guacamayos, para almacenar comida, flechas, tamiz para cernir la harina de yuca (Judziewichs *et al.* 1999).

2.6.7.1. Morfología

Bambú recto en la base y ápice ligeramente arqueado, de color verde blanquecino alcanzando alturas de 15 -18 m y diámetro de 8 a 14 cm, con un espesor pared de 0,8 a 1,5 cm, presentando una región nodal con reborde superior pronunciado; línea nodal menos pronunciada; bandas de color blanco: superior 1 cm, distancia entre rebordes 1,1-1,2 cm, con hoja caulinar triangular amarillo a púrpura, presentando yemas sin desarrollar en el tercio basal presenta, el tercio medio desarrolla rama dominante y gruesa, y en el tercio apical desarrolla las ramas del follaje (Londoño 2010).

2.7. Antecedentes investigativos

2.7.1. Propagación en cámaras de invernaderos

Badilla y Murillo (2005) mencionan que, las condiciones para obtener el enraizamiento adecuado de estacas de especies forestales en invernadero son: una reducción en la actividad fotosintética, una humedad relativa alta (>70-90%) para un buen manejo del estrés hídrico, una temperatura ambiente entre 30 y 35 °C, un sustrato capaz de retener la humedad como tierra con arena (50:50), tierra pura o con un 10% de granza de arroz y los pellets o pastillas silvícolas. Así mismo, Fernández *et al.* (2014) menciona que en el interior del invernadero la radiación debe ser del 60 - 80%

de la radiación exterior variando según la época del año, geometría de la cubierta y orientación.

2.7.2. Propagación del bambú

En Tingo María (Perú), Malpartida (2018) realizó la investigación “efecto de sustratos sobre la calidad de rebrotes a través de chusquines de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en invernadero, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva”. Para lo cual utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos los cuales fueron: tierra de bambusal (T₀), aserrín descompuesto (T₁), tierra agrícola + aserrín descompuesto + arena de río (T₂) y tierra agrícola + aserrín descompuesto + arena de río + cascarilla de arroz (T₃); cada tratamiento con 4 repeticiones y cada repetición contenía 10 chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, formando una población de 160 chusquines. Se evaluó el tiempo de emisión de los primeros rebrotes, número de rebrotes, altura total del rebrote mayor, supervivencia, cantidad y longitud de raíces. Los resultados evidencian que el T₀ emitió rebrotes en menor tiempo (55 días), respecto al número de rebrotes el T₃ y T₁ obtuvieron promedios de 1,08 y 1 rebrote respectivamente. Asimismo, T₂ y T₀ presentaron las mayores alturas con 47,73 cm y 46,72 cm respectivamente; mientras que el T₃ y T₁ presentaron alturas de 10,57 cm y 8,87 respectivamente, en cuanto a la supervivencia el T₂ y T₀ obtuvieron el 100%, mientras que el T₁ obtuvo el 95% de la supervivencia de los chusquines en dichos tratamientos. Respecto a la cantidad y longitud de raíces el T₀ obtuvo un promedio de 6,75 raíces de 22,50

cm; el T₂ con un promedio de 5,75 raíces de 15,93 cm y el T₁ obtuvo un promedio de 4 raíces de 11,88 cm.

En Amazonas (Perú), Arancibia (2017) en su investigación realizada “propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva nororiental” determinó el comportamiento de secciones de ramas en la propagación vegetativa de tres especies de bambú: *Guadua weberbaueri* Pilg, *Guadua lynnclarkiae* y *Guadua angustifolia* Kunth. Se emplearon dos factores de evaluación; número de nudos en la estaca y aplicación de la sustancia hormonal, con el fin de determinar si estos tienen efecto sobre la efectividad del enraizamiento. Se realizaron evaluaciones quincenales de brotación y después de tres meses de instalado se evaluó el enraizamiento. En el ensayo definitivo las especies *Guadua lynnclarkiae* y *Guadua weberbaueri* Pilg, presentaron porcentajes de brotación bajos y enraizamiento casi nula, mientras que la especie *Guadua angustifolia* Kunth presentó altos porcentajes de brotación con más del 50% en la mayoría de los tratamientos, pero con un enraizamiento bajo del 3%.

En Chile INFOR (2010) en su documento de divulgación N° 28 “propagación de especies de bambú en Chile” menciona que los acodos aéreos fueron empleados a partir de ramas laterales primarias, con hendidura o anillo a unos 20 a 30 cm del ápice. Para estos acodos utilizó un sustrato orgánico (hojas descompuestas) y fueron envueltas con plástico negro (para mantener condiciones favorables), con algunos orificios. Determinando que este sistema

promueve el brote de las yemas laterales y la aparición de raíces. Las plantas que se obtienen a través de este sistema presentaron un 50% de prendimiento.

En tanto en Ecuador, Noboa (2014) en su investigación “evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos, realizó la evaluación a los 100 días después de la siembra determinó que el porcentaje de prendimiento con el T₂ (aserrín de madera descompuesto) logró un 90%, mientras que el T₇ (suelo agrícola) logró un 54%. En cuanto al número de rebrotes los mejores promedios lo conformaban el T₆ (7,6), T₁ (3,8); T₃ (3,6); T₇ (2,5). En la altura de planta el T₂ (aserrín de madera descompuesto) alcanzó los 47,11 cm, mientras que el T₇ (suelo agrícola) alcanzó un 32,66 cm.

En Venezuela, Márquez y Marín (2011) realizaron la investigación “propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl, *Guadua angustifolia* kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure, en tres tipos de sustratos” a partir de brotes basales, plantados en tres tratamientos bajo condiciones de cobertizo, en Maracay, estado Aragua. Los tratamientos fueron suelo y arena (T₁ control); humus de lombriz (T₂) y pergamino de café (T₃). Los resultados que obtuvieron en su investigación para *Guadua angustifolia* kunth en la semana 12 de la instalación fueron: un porcentaje de brotación de 70% en los tratamientos T₂ y T₃, el promedio de número de brotes basales fue de 13, 17 y 2,3 en los tratamientos T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

En México, Lárraga *et al.* (2011) en su investigación “propagación vegetativa de tres especies de bambú” considera que la propagación por

chusquín - *Guadua angustifolia* Kunth, es el mejor método para la propagación convencional que la propagación por vareta (secciones de ramas laterales) y segmento nodal (esquejes de rama basal). El resultado fue un porcentaje de supervivencia del 55,52%, en la producción de números de hijuelos obtuvo un promedio de 1,11 hijuelos, con una altura del primer hijuelo de 22 cm; en cuanto al número de raíces obtuvo un promedio de 4 raíces, con una longitud promedio de 16,55 cm, utilizando el sustrato ACE (atocle + cachaza + estiércol caprino).

En Ecuador, Botero (2004) en su trabajo “reproducción de la *Guadua angustifolia* Kunth, por el método de chusquines” realizada en Guayaquil, menciona que normalmente el cultivo de chusquines se hace en un lugar adecuado, que se denomina banco de propagación, con adecuadas fertilizaciones, manejo de humedad donde se pueden alcanzar a obtener 10 plantones en 90 días promedio, produciendo 5 plantones en tres meses, que al ser sembrados producen nuevamente 5 plantones cada uno en tres meses y así repetidamente.

2.7.3. Instalación en campo definitivo

En Amazonas (Perú), Cotrina (2017) en su investigación realizada “propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, utilizando enraizante Root – Hoor en condiciones de vivero en Amazonas”, con el propósito de evaluar el efecto de los factores: método de propagación por chusquines y ramas laterales, con diámetros ($>0,1 \leq 0,50$ cm, $\geq 0,51 \leq 1$ cm) y aplicación del enraizador (Root-Hoor); con la finalidad de

evaluar su prendimiento, altura de brotes, número de brotes, número de entrenudos, diámetro de entrenudos, sobrevivencia y presencia de raíces; dicha evaluación se realizó en dos viveros (Valera y Suyubamba) en la provincia de Bongará, región Amazonas. Donde determino que el método de propagación por chusquines fue el más adecuado, en comparación con el de ramas laterales; mientras que en las unidades muestrales cuyo diámetro fue $0,51 \leq 1$ cm se obtuvieron mejores resultados; a pesar de no existir mucha significancia estadística con los tratamientos que fueron sumergidos en enraizador, estos tratamientos fueron superiores numéricamente a sus testigos. Asimismo los mejores resultados se obtuvieron en el vivero de Suyubamba. El mayor prendimiento de la *Guadua angustifolia* Kunth en campo definitivo a los 30 días de evaluación, se obtuvo con las plantas que fueron propagadas por medio de chusquines, correspondiendo 63,76 % para el sector Suyubamba y 57,63% para el sector de Valera respectivamente.

En Tingo María – Perú, Araujo (2015) en su investigación realizada “propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth establecidas en campo definitivo” desarrolló la propagación vegetativa a partir de segmentos de ramas, obteniendo su mejor resultado en el tratamiento 4 (especie *Guadua angustifolia* Kunth propagada por el método de segmento de culmo con dos nudos y perforación) alcanzó el mayor porcentaje de brotes (56,67%), mayor porcentaje de sobrevivencia en campo definitivo (46,67%).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La fase de propagación del trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) (ver Anexo II, Figura 30), la fase de instalación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD) (ver Anexo II, Figura 31).

3.1.1. Ubicación política

Políticamente se encuentra ubicado de la siguiente manera:

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

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente se encuentra ubicado de la siguiente manera:

Este : 0390254

Norte	:	8970735
Altitud	:	660 m.s.n.m.
Zona	:	18L

3.1.3. Ubicación ecológica

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdridge (1987), la zona de estudio se encuentra dentro de la siguiente zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh. PT).

3.1.4. Características climáticas

El clima característico es el tropical, cuyas temperaturas oscilan alrededor de los 22,4 °C, llegando hasta los 34,4 °C y la humedad relativa en promedio es de 84% (ver Anexo I, Cuadro 15). La precipitación pluvial media anual fue de 3.200 mm (SENAMHI 2019).

3.1.5. Descripción del área

En el vivero forestal de la escuela profesional de ingeniería forestal de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), se instaló la cámara de invernadero sobre una de las camas de germinación que se encuentra bajo una malla raschel con 75% de luz (ver Anexo I, Cuadro 19), de color negro, las dimensiones del invernadero fueron de 12 m de largo por 1,2 m de ancho y 1,20 m de alto, incluyendo la base con 20 cm de alto.

En el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD) se instalaron los plantones producidos en el vivero forestal de la UNAS. La instalación se realizó en fajas de 2 metros de ancho, bajo sombra de árboles como bolaina, capirona y palmeras, cercana a una quebrada.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio estuvo conformada por plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg (ver Anexo II, Figura 12).

3.2.2. Materiales y herramientas

Se utilizaron wincha 5 m para delimitación del invernadero, 15 tubos de 1 ½" de diámetro por 4m de largo, 13 tubos de 1" de diámetro por 4m de largo, plástico transparente, 4 tablas de 3 m longitud x 30 cm de alto y 1" de espesor, 9 tablas de 1,20 m de longitud x 30 cm de alto y 1" de espesor, 1 kg de alambre recocido n° 16, arco de sierra fijo de 12", alicate, clavos de 1", 26 fierros de ½ pulgada de diámetro por 40 cm de largo, tijera de podar, regadora, regla, lápiz, cuaderno de apuntes, pala cuchara y carretilla.

3.2.3. Equipos

Entre los equipos que se utilizaron para la ejecución de la investigación, fueron: termómetro ambiental, termohigrómetro, luxómetro, laptop y cámara fotográfica.

3.2.4. Insumos

Los insumos utilizados fueron: tierra agrícola, aserrín descompuesto, alcohol al 70%, fungicida fuji-one (1,7 ml/L), insecticida precisión 100/EC (1,2 ml /L).

3.3. Criterios de investigación

3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es cuantitativo relacional. Este enfoque de investigación utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández *et al.* 2014).

3.3.2. Población

La población de estudio estuvo constituida por 10 plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth y 10 plántulas de *Guadua weberbaueri* Pilg, aproximadamente de 80 cm de longitud y con 10 nudos (ramas) a una edad aproximada de tres meses.

3.3.3. Diseño de investigación

La investigación realizada corresponde al diseño experimental, específicamente se encuentra enmarcada en los experimentos puros (Hernández *et al.* 2014) debido a que hubo una manipulación deliberada de las variables en estudio.

Factor A: especie

a₁: *Guadua angustifolia* Kunth

a₂: *Guadua weberbaueri* Pilg

Factor B: sustrato

b₁: Tierra agrícola

b₂: Aserrín descompuesto

3.3.4. Tratamientos

Los tratamientos fueron considerados en base a los sustratos y a las especies de *Guadua* utilizadas, las cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de estudio.

N°	Combinaciones	Código	Descripción
1	a ₁ b ₁	T ₁	Plántulas de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth, en tierra agrícola.
2	a ₁ b ₂	T ₂	Plántulas de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth, en aserrín descompuesto.
3	a ₂ b ₁	T ₃	Plántulas de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg, en tierra agrícola.
4	a ₂ b ₂	T ₄	Plántulas <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg, en aserrín descompuesto.

Para determinar la ubicación de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones dentro del invernadero se utilizó la tabla de DCA, cada uno de ellas con su código de tratamiento y repetición. De esta manera se asignó los tratamientos completamente al azar, para prevenir sesgos en el experimento.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

1	T1 R4	6	T4R2	11	T2R1	16	T3R5
2	T3R4	7	T3R1	12	T2R5	17	T1R3
3	T4R1	8	T2R2	13	T1R5	18	T4R4
4	T3R3	9	T2R4	14	T2R3	19	T4R5
5	T3R2	10	T1R1	15	T4R3	20	T1R2

Figura 2. Ubicación de los tratamientos dentro del invernadero.

3.3.5. Diseño del experimento

El diseño del experimento fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 2x2.

3.3.6. Operacionalización

Las variables e indicadores fueron considerados en base a los objetivos descritos en esta investigación, las cuales se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cuadro de operacionalización.

VARIABLES	INDICADORES	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
x Tipo de sustrato	Efecto	Unidad	cuantitativa discreta
	Tipo de especie	Plantas obtenidas	Unidad
y Enraizamiento	Nudos enraizados	Unidad	cuantitativa discreta
	Rebrotos en la base		
y Brotos	Rebrotos en los nudos	Unidad	cuantitativa discreta
	Plantones	Plantones obtenidos	Unidad
y Sobrevivencia	Prendimiento en campo	Unidad	cuantitativa discreta

3.3.7. Modelo Aditivo Lineal

El diseño experimental utilizado corresponde al diseño completamente al azar (DCA), cuya variable respuesta fue representada mediante la ecuación (1):

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \dots (1).$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta de tipo de especie (A) y j-ésimo nivel de tipo de sustrato (B).

μ : Media general.

α_i : Efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A.

- β_j : Efecto que corresponde al j-ésimo nivel del factor B.
- $\alpha\beta_{ij}$: Representa la interacción entre los factores A y B.
- ϵ_{ij} : Error asociado a la observación ij-ésimo.

3.3.8. Esquema del ANVA

El modelo de análisis de varianza ($\alpha= 0,05$) fue procesado de acuerdo al objetivo descrito en esta investigación, las cuales se presentan en el Cuadro 3. Para analizar estadísticamente los datos, se utilizó el programa SPSS 20.

Cuadro 3. Modelo del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F
Tipo de especie	1	$\frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i..}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	$\frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CME}$
Tipo de sustrato	1	$\frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_{.j.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	$\frac{SCB}{glb}$	$\frac{CMB}{CME}$
Interacción A y B	1	$SC_{subtotales} - SCA - SCB$	$\frac{SCAB}{glab}$	$\frac{CMAB}{CME}$
Error experimental	16	$SCT - SC_{subtotales}$	$\frac{SCE}{glE}$	
Total	19	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$		

$$SC_{subtotales} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

3.3.9. Variables de respuesta

3.3.9.1. Variables independientes

- T₁: *Guadua angustifolia* kunth.
- T₂: *Guadua weberbaueri* Pilg.
- T₃: Tierra agrícola.
- T₄: Aserrín descompuesto.

3.3.9.2. Variables dependientes

- Número de nudos enraizados.
- Número de rebrotes en la base.
- Número de rebrotes en los nudos.
- Cantidad de plantas obtenidas.
- Prendimiento de plantas en campo definitivo.

3.3.10. Medidas de tendencia central y medidas de variabilidad o dispersión utilizadas

Para la determinación el promedio aritmético de las muestras se utilizó la fórmula de Stell y Torrie (1985).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Donde:

\bar{X} =promedio aritmético

x_i =datos de la muestra

n =tamaño de la muestra

Para la determinación de la desviación estándar se utilizó la fórmula de Calzada (1976).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

S =Desviación Estándar

x_i =representa los datos de la muestra

\bar{X} =promedio aritmético

n =tamaño de la muestra

Para la determinación del coeficiente de variación se utilizó la fórmula de Calzada (1976).

$$CV = \left(\frac{S}{\bar{x}} \right) 100\%$$

Donde:

CV =coeficiente de variación

S =Desviación Estándar

\bar{X} =promedio aritmético

3.4. Metodología

3.4.1. Para la preparación, construcción y acondicionamiento del área de investigación.

3.4.1.1. Limpieza del área experimental

Se realizó la limpieza de una de las camas de germinación del vivero, eliminando las malezas y cavando 20 cm, posteriormente se realizó la nivelación del área donde fue instalada la cámara de invernadero.

3.4.1.2. Construcción de la cámara de invernadero

Se instaló la cámara de invernadero con dimensiones de 12 m de largo por 1,20 m de ancho y 1,20 m de alto, incluyendo la base con 20 cm de alto, la estructura armada fue una forma arqueada construida con tubos de agua (pvc) de 1 ½" (vigas) y 1" (arco), la cual fue forrada con plástico transparente (Figura 3).

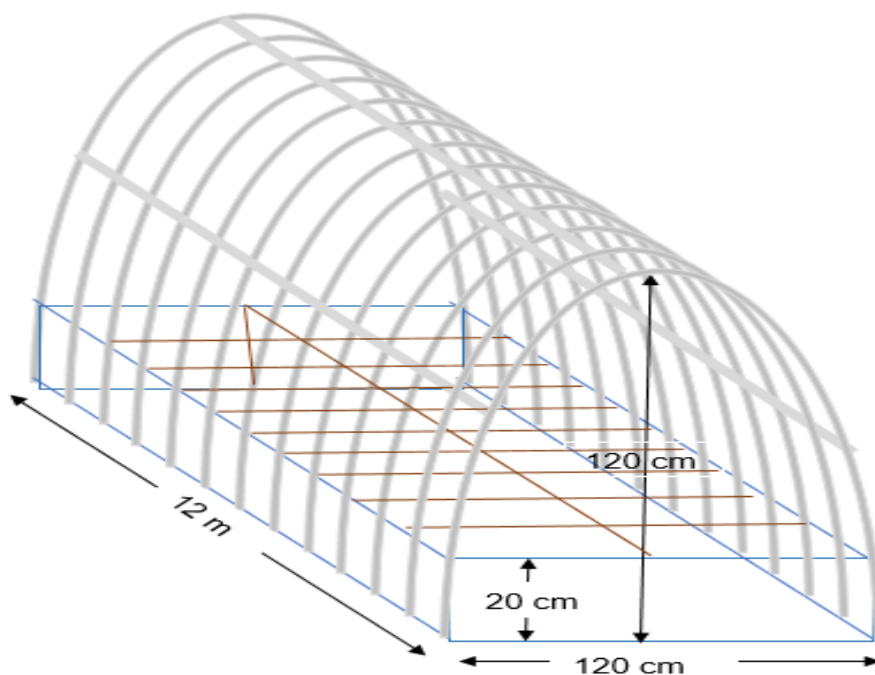


Figura 3. Diseño de la cámara de invernadero.

La base de la cámara de invernadero fue dividida en 20 partes iguales, por lo cual se usó 04 tablas para la división central y 9 tablas para las divisiones de las repeticiones. Cada división estuvo contenida del tratamiento con su respectiva repetición, en el cual se colocó una plántula (Figura 3).

3.4.1.3. Obtención de los sustratos

Los sustratos (tierra agrícola y aserrín descompuesto) se obtuvieron del vivero forestal de la escuela profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Para la homogenización de los sustratos se procedió a mezclarlos y cernirlos, posteriormente se transportaron en carretillas de acuerdo a la cantidad que requería cada repetición.

3.4.1.4. Llenado y desinfección del sustrato

Cada sustrato fue llenado en las divisiones de acuerdo al tratamiento y repetición, hasta alcanzar los 20 cm de alto para permitir el desarrollo radicular de las plántulas (ver Anexo II, Figura 10). La desinfección de los sustratos se realizó después de la colocación de las plántulas con la fumigación del fungicida Fuji-one 40 EC (composición química: Isoprothiolane 400 g/L, Ingredientes inertes 600 g/L), la cual se añadió la dosis de 2 ml/L de agua.

3.4.1.5. Obtención de las plantas madre

Las plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, fueron extraídos con pan de tierra de las matas (rizomas basales) ubicadas en el fondo de la

facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) (ver Anexo II, Figura 12). Estos plántones fueron seleccionados por su vigorosidad (plántones con un tamaño promedio de 77,1 cm de altura y con 10 nudos en promedio) y por su pronunciada presencia de yemas axilares (ver Anexo II, Figura 11), las cuales fueron extraídas a las 06:00:00 am en un día nublado y trasladados por medio de baldes con hojarasca de la propia *Guadua* humedecida.

Las plántulas de *Guadua weberbaueri* Pilg fueron obtenidos de una anterior tesis realizada, las cuales fueron comprados de la empresa PRESERBAMBÚ E.I.R.L, extraídas de las plantaciones ubicado en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Estos plántones fueron seleccionados por su vigorosidad (plántones con un tamaño promedio de 77,8 cm de altura y con 11 nudos en promedio), las cuales fueron trasladadas en lo menor tiempo posible de la cama de la tesis anterior a la cama de la investigación ya preparada anteriormente.

3.4.1.6. Identificación de las especies utilizadas

La identificación botánica de las dos especies se realizó en el Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) (ver Anexo II, Figura 29), ubicada en la provincia de Oxapampa del departamento de Pasco. Esta identificación se realizó a través del envío de muestras botánicas que consistió en muestras de hojas, peciolo, fotografías de la caña, ramas y entrenudos.

3.4.1.7. Instalación de las plántulas en la cámara de invernadero

Las plántulas se instalaron en el invernadero el 10 de Febrero del 2019. Cada plántula se instaló en forma horizontal en cada división el fondo de una trinchera o surco cubriendo con tierra todos los brotes, para que los tallos no sobresalgan a la superficie se utilizaran alambres en forma de arco, que servirán de soporte a los brotes enterrados (ver Anexo II, Figura 13). La toma de datos como temperatura (°C), humedad relativa (%), se realizó dentro del invernadero en días representativos (despejado, parcialmente nublado y nublado), estos datos fueron tomados en las mañana (09:00 am), medio día (01:00 pm) y en la tardes (05:00 pm) (ver Anexo I, Cuadros 17, 18 y Anexo II, Figura 15).

3.4.1.8. Riego en la cámara de invernadero

El riego se realizó cada tres días, utilizando una regadora con una salida de agua fina para no descubrir el tallo enterrado, con el riego realizado bajo este periodo se consiguió mantener la humedad (ver Anexo II, Figura 19).

3.4.1.9. Control de maleza

El control de malezas fue realizado de acuerdo al crecimiento de estas, para evitar la competencia espacial y por los nutrientes del sustrato. Este control debe realizarse cuando la maleza este bastante pequeña para que su volumen radicular no afecte al acodo subterráneo al momento de arrancarlo.

3.4.2. Para el conteo de nudos enraizados de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

Para esta evaluación bastaba con la presencia de un solo raíz en el nudo para contarlo como nudo enraizado. La evaluación se realizó por conteo directo el 27 de Abril, a los 85 días después de haber realizado la instalación de las plántulas en la cámara de invernadero (ver Anexo II, Figura 21). El enraizamiento de estos nudos se empezó a presenciar principalmente en los nudos cercanos a la base (ver Anexo II, Figura 18).

3.4.3. Para el conteo de rebrotes en la base y en los nudos de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

La evaluación para el conteo de los rebrotes en la base se realizó por conteo directo a los 85 días después de haber realizado la instalación de las plántulas en la cámara de invernadero, contando el total de los rebrotes en la base (Anexo II, Figura 21), sin importar el tamaño del rebrote o la presencia de raíces, ya que algunos de los rebrotes emergían de la base de un rebrote más grande y no se observaba la presencia de raíces, por lo que vale mencionar que la cantidad de estos brotes no definió la cantidad de plantones obtenidas.

La evaluación para el conteo de los rebrotes en los nudos se realizó por conteo directo a los 85 días después de haber realizado la instalación de las plántulas en la cámara de invernadero, contando el total de los rebrotes existentes en cada nudo enraizado, ya que los rebrotes solo se presenciaban en los nudos enraizados (ver Anexo II, Figura 21), sin importar el

tamaño del rebrote. La cantidad de estos rebrotes no definió la cantidad de plantas obtenidas.

3.4.4. Para el conteo de plantones obtenidos de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg

Esta evaluación se realizó a los 85 días después de haber realizado la instalación de las plántulas en la cámara de invernadero, donde los plantones obtenidos de la base fueron los rebrotes con presencia de raíces (más de dos raíces) y tamaño considerable, muchos de estos rebrotes contaban con otros rebrotes más jóvenes adheridos a ellos que no contaban con raíces o contaban con una sola raíz, pues estos fueron contados como un solo plantón.

Los plantones obtenidos de los nudos fueron todos los nudos enraizados, bastaba con la presencia de un solo raíz en el nudo para contarlos como plantón, cada nudo presento de cero a tres brotes (ver Anexo II, Figura 23).

3.4.4.1. Deshije de los rebrotes de la base y corte de los nudos enraizados

El proceso de deshije de la base se realizó con cuidado de no dañar los rebrotes, separando los brotes por el punto de unión de las raíces, teniendo en cuenta que cada hija debe de tener una porción de raíz considerable (ver Anexo II, Figura 22).

El proceso de corte de los nudos enraizados se realizó con una tijera de podar desinfectada con alcohol al 70 %, el corte se realizó a 03 cm de ambos lados desde el punto de enraizamiento (ver Anexo II, Figura 22).

3.4.4.2. Embolsado de los plantones obtenidas

Los plantones obtenidos se colocaron en bolsas de vivero de 6" x 10", cada plántula obtenida se colocó en su sustrato inicial. Las bolsas de vivero fueron llenadas con el sustrato hasta la mitad, luego se introdujo el plantón cuidando de no enroscar las raíces (podar las raíces de anclaje), y luego se completó con el sustrato. Para asegurar que la raíz no se enrede en el sustrato, se jaló ligeramente el plantón hacia arriba (ver Anexo II, Figura 23).

3.4.5. Para la verificación del prendimiento en campo definitivo

3.4.5.1. Aclimatación

Esta evaluación se realizó por conteo directo a los 30 días después de haber realizado el proceso de obtención de plantas de los rebrotes basales y de los nudos enraizados (Anexo II, Figura 24).

Los plantones embolsados pasaron nuevamente a la cámara de invernadero por 15 días para que recupere su vigorosidad y hayan logrado un prendimiento adecuado, el riego se realizó cada dos días durante esta etapa. Cumplidos los 15 días los se procedió a retirar el plástico, para que los plantones embolsados queden bajo malla raschell con 75% de luz durante 15 días más. En esta etapa se le disminuyo el riego cada 6 días dependiendo del

clima, para pasar por un proceso de aclimatación antes de ser llevados a campo definitivo (ver Anexo II, Figura 24).

3.4.5.2. Instalación en campo definitivo

Las plantas aclimatadas se trasladaron al Centro de Investigación Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD), donde se instalaron a un distanciamiento de 8x8 m, equivaliendo a 7.296 m² o a 0,73 ha (ver Anexo II, Figura 25).

Esta evaluación se realizó por conteo directo de las plantas vivas y muertas a los 30 días después de haber instalado los plantones en campo definitivo (Anexo II, Figura 26), agrupando el total de plantones de cada especie con su respectivo sustrato inicial.

Para el cálculo del porcentaje de prendimiento se utilizó la regla de tres simple, siendo la siguiente ecuación:

$$\% \text{ prendimiento} = \left(\frac{Pv}{Pm} \right) * 100$$

Donde:

Pv: plantas vivas instaladas

Pm: plantas muertas.

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de los sustratos en el número de nudos enraizados de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

La propagación de la *Guadua angustifolia* Kunth, presentó mayor promedio al utilizar como sustrato el aserrín descompuesto (64,70% de nudos enraizados), mientras que en caso de *Guadua weberbaueri* Pilg, el uso de tierra agrícola registró un promedio de 64,32% nudos enraizados, siendo dichos valores más homogéneos de acuerdo al coeficiente de variación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Descriptivos de los nudos enraizados por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Nudos enraizados (%)	Sustratos	N	Media	EE	CV (%)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Tierra agrícola	5	44,51	9,97	50,10
	Aserrín descompuesto	5	64,70	16,93	58,51
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	Tierra agrícola	5	64,32	4,60	16,01
	Aserrín descompuesto	5	54,17	11,73	48,41

N: Repeticiones. EE: Error estándar de la media. CV: Coeficiente de variación.

Respecto a la barra de error, se muestra que al utilizar aserrín descompuesto en *Guadua angustifolia* Kunth, los resultados obtenidos entre

repeticiones fueron muy variables, de manera contraria se observa que en *Guadua weberbaueri* Pilg, utilizando suelo agrícola registró mayor homogeneidad (Figura 4).

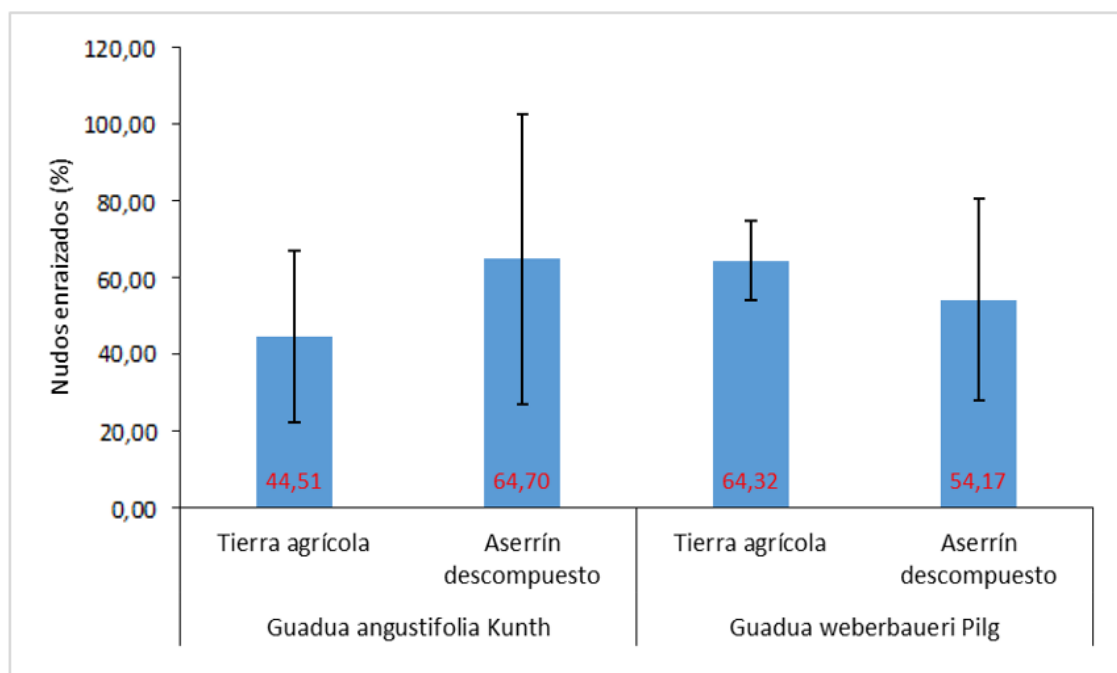


Figura 4. Nudos enraizados por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

En ambas especies de bambúes, el uso de los sustratos no afectó de manera significativa en los nudos enraizados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los sustratos para los nudos enraizados en cada una de las especies de *Guadua*.

Nudos enraizados (%)	t	GL	P-valor
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-1,028	8,000	0,334 ^{ns}
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	0,806	8,000	0,444 ^{ns}

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

4.2. Efecto de sustratos en el número de rebrotes en la base y en los nudos de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

4.2.1. Número de rebrotes en la base

La propagación de *Guadua weberbaueri* Pilg, utilizando Aserrín descompuesto reportó un promedio de 2,40 rebrotes en la base, siendo superior al propagado en tierra agrícola (2,20 rebrotes); en caso de *Guadua angustifolia* Kunth, se registró mayor promedio al utilizar tierra agrícola. Además, se registró alta variabilidad de los datos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Descriptivos de los rebrotes en la base por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Rebrotes en la base	Sustratos	N	Media	EE	CV (%)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Tierra agrícola	5	1,80	0,58	72,44
	Aserrín descompuesto	5	1,60	0,40	55,90
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	Tierra agrícola	5	2,20	0,37	38,03
	Aserrín descompuesto	5	2,40	0,24	22,82

N: Repeticiones. EE: Error estándar de la media. CV: Coeficiente de variación.

Al analizar la variabilidad de las repeticiones respecto a la media considerando la desviación estándar, se observa que en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth, utilizando como sustrato a la tierra agrícola, hubo mayor variabilidad de los datos y menor variabilidad se registró al propagar *Guadua weberbaueri* Pilg, utilizando aserrín descompuesto (Figura 2).

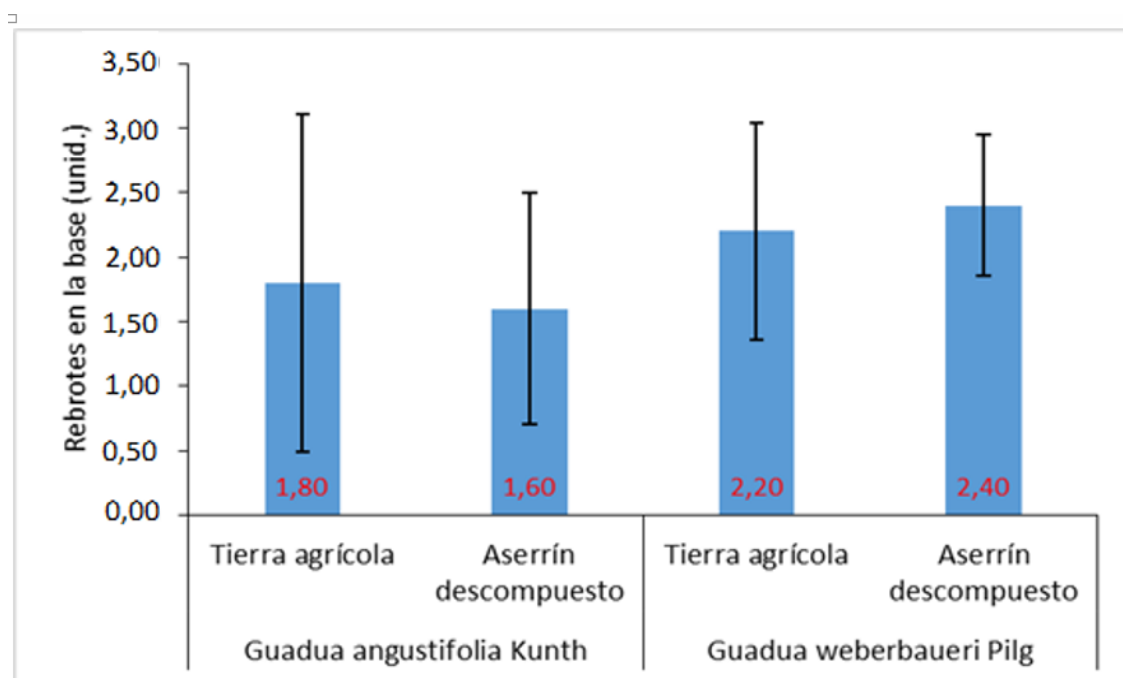


Figura 5. Rebrotos en la base por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis para la variable rebrotos en la base, se registró que en caso de la producción de plantones utilizando como sustratos a la tierra agrícola y al aserrín descompuesto de manera independiente, se obtuvo que en las dos especies en estudio no se demostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de los sustratos para los rebrotos de la base en cada una de las especies de *Guadua*.

Rebrotos en la base	t	GL	P-valor
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	0,283	8,000	0,784 ^{ns}
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	-0,447	8,000	0,667 ^{ns}

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

4.2.2. Número de rebrotes en los nudos

La cantidad de rebrotes en los nudos de *Guadua angustifolia* Kunth, producidas utilizando aserrín descompuesto alcanzó un promedio de 39,39%, siendo superior al utilizar tierra agrícola; en caso de la propagación de *Guadua weberbaueri* Pilg, el uso de tierra agrícola como medio de propagación, se encontró un promedio de 69,96% rebrotes (Cuadro 8).

Cuadro 8. Descriptivos de los rebrotes en los nudos por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Rebrotes en los nudos (%)	Sustratos	N	Media	EE	CV (%)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Tierra agrícola	5	37,83	9,52	56,25
	Aserrín descompuesto	5	39,39	12,11	68,74
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	Tierra agrícola	5	69,96	5,78	18,47
	Aserrín descompuesto	5	40,46	6,40	35,35

N: Repeticiones. EE: Error estándar de la media. CV: Coeficiente de variación.

Considerando las cuatro combinaciones en estudio, se observa que mayor promedio se reportó en el sustrato tierra agrícola para la especie *Guadua weberbaueri* Pilg, siendo estos datos más homogéneos entre repeticiones, mientras que la mayor variabilidad de los datos fue notorio al producir *Guadua angustifolia* Kunth, utilizando como sustrato al aserrín descompuesto, siendo seguido la variabilidad en la misma especie al utilizarse la tierra agrícola (Figura 6).

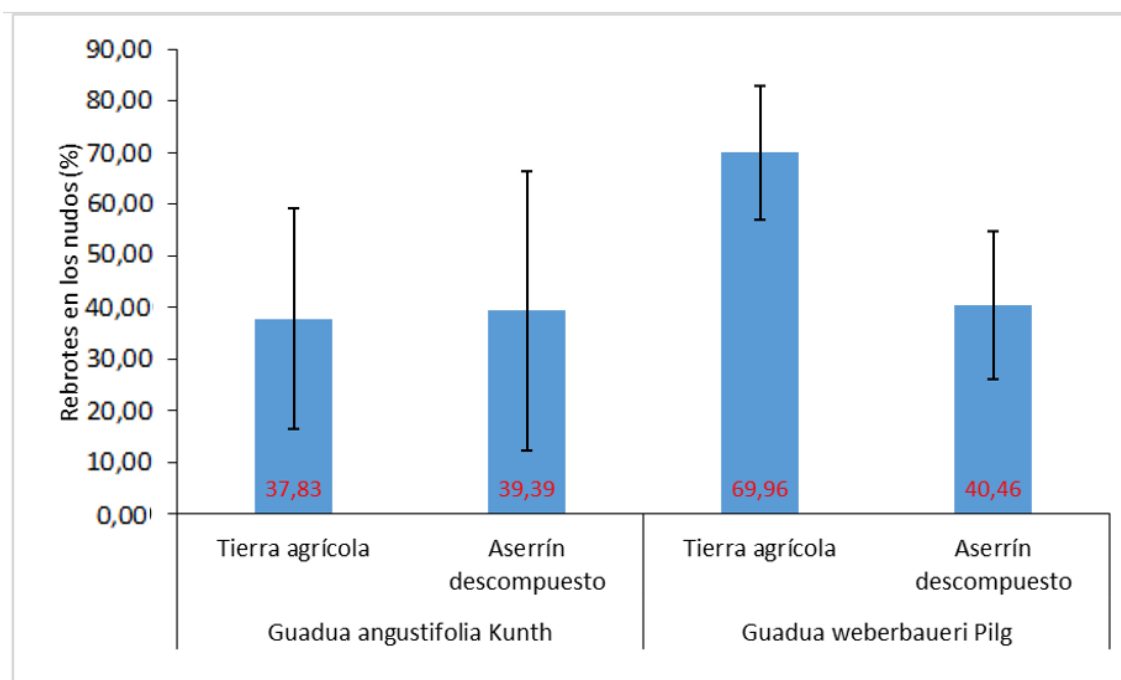


Figura 6. Rebrotos en los nudos por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

En la contratación de hipótesis, se tiene que el uso de los dos sustrato registró efectos similares en *Guadua angustifolia* Kunth, mientras que en la producción de *Guadua weberbaueri* Pilg, se registró diferencias estadísticas significativas entre los dos sustratos empleados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de los sustratos para los rebrotos de los nudos en cada una de las especies de *Guadua*.

Rebrotos en los nudos (%)	t	GL	P-valor
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-0,101	8,000	0,922 ^{ns}
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	3,422	8,000	0,009*

ns: no existe diferencias estadísticas significativas. *: Existe diferencias estadísticas.

4.3. Efecto de los sustratos en el número de plantones obtenidos en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

La cantidad de plantones obtenidos mediante el método del acodo subterráneo en *Guadua angustifolia* Kunth, fue mayor el promedio (9,20 plantones) al utilizar aserrín descompuesto, y en caso de la propagación de *Guadua weberbaueri* Pilg, se registró que el uso de aserrín descompuesto reportó un promedio de 8,80 plantones (Cuadro 10).

Cuadro 10. Descriptivos de la cantidad de plantones obtenidos por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Plantones obtenidos	Sustratos	N	Media	EE	CV (%)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Tierra agrícola	5	5,40	1,17	48,29
	Aserrín descompuesto	5	9,20	2,42	58,74
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	Tierra agrícola	5	8,00	0,84	23,39
	Aserrín descompuesto	5	8,80	1,85	47,13

N: Repeticiones. EE: Error estándar de la media. CV: Coeficiente de variación.

Considerando el análisis general, se observa que mayor variabilidad de los datos en *Guadua angustifolia* Kunth, empleando aserrín descompuesto, mientras que en caso del uso de tierra agrícola en *Guadua weberbaueri* Pilg, registró mayor homogeneidad entre los cinco repeticiones considerados en el experimento (Figura 7).

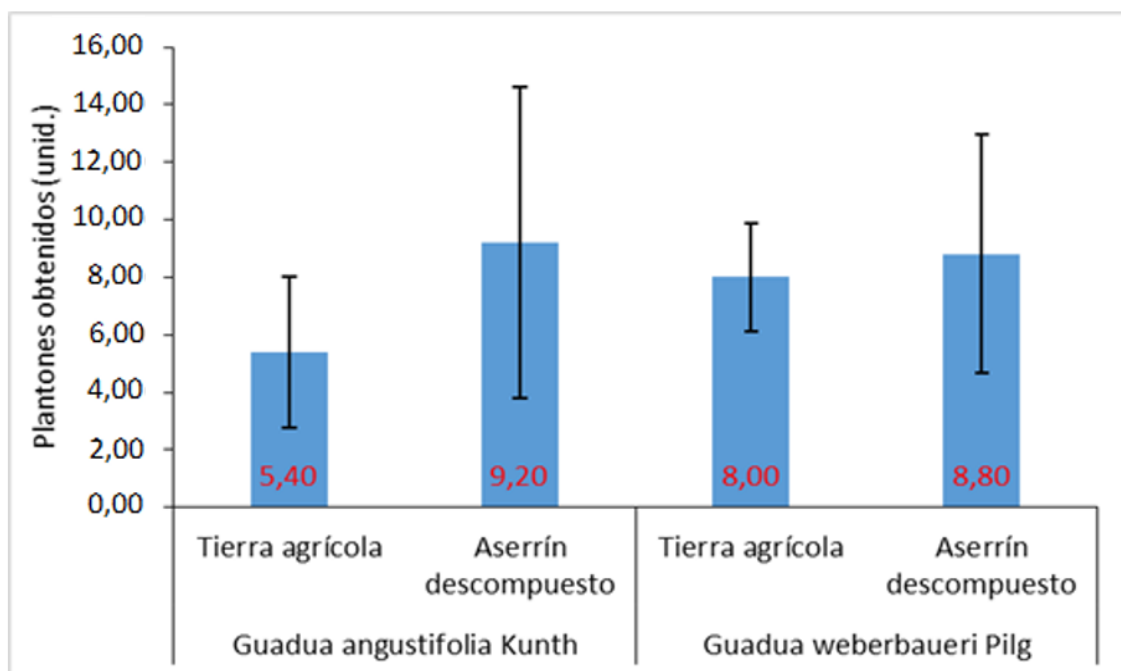


Figura 7. Cantidad de plantones obtenidos por efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis planteada, se registra que al utilizar los dos sustratos en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth, no se registró diferencias estadísticas significativas respecto a la cantidad de plantones producidos por cada acodo; en caso de la *Guadua weberbaueri* Pilg, también no hubo diferencias estadísticas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de los sustratos para la cantidad de plantones obtenidos en cada una de las especies de *Guadua*.

Plantones obtenidos	t	GL	P-valor
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-1,416	8,000	0,194 ^{ns}
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	-0,393	8,000	0,704 ^{ns}

ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

4.4. Efecto de los sustratos en el prendimiento en campo definitivo de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

En caso de utilizar los plantones producidos utilizando los dos sustratos, se observa que en caso de *Guadua angustifolia* Kunth, no hubo mortalidad de los plantones en campo definitivo, mientras que en caso de *Guadua weberbaueri* Pilg, hubo solo un plantón muerto y una sobrevivencia de 97,37% al utilizar plantones que fueron producidos empleando tierra agrícola, mientras que en caso de utilizar plantones procedentes del aserrín descompuesto no se registró mortalidad alguna (Cuadro 12).

Cuadro 12. Descriptivos del prendimiento de los plantones en campo definitivo provenientes del efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

Especies	Sustratos	N	Prendimiento (%)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Tierra agrícola	25	100,00
	Aserrín descompuesto	38	100,00
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg	Tierra agrícola	38	97,37
	Aserrín descompuesto	43	100,00

N: Numero de plantones.

En caso del análisis general, se reporta que casi todas las combinaciones ejecutadas en el experimento no reportaron mortalidad de plantones al ser instaladas en campo definitivo, a excepción de los plantones procedentes de tierra agrícola en *Guadua weberbaueri* Pilg (Figura 8).

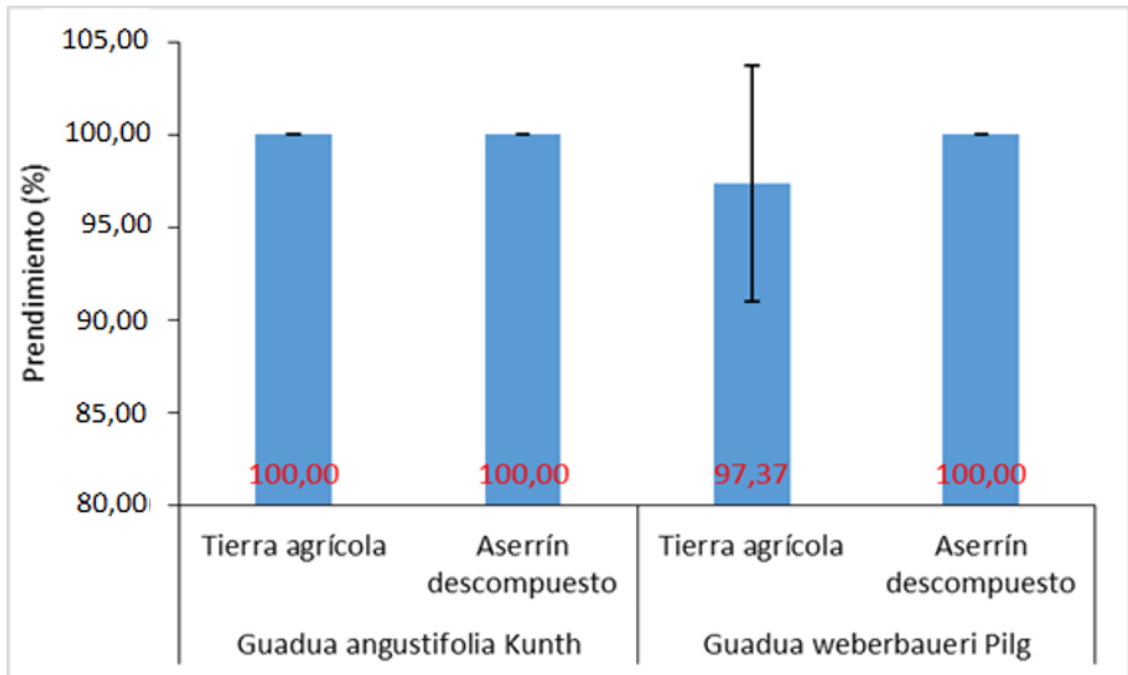


Figura 8. Prendimiento en campo definitivo de los plantones provenientes a partir del efecto de los sustratos en las dos especies de *Guadua*.

V. DISCUSIÓN

5.1. Del número de nudos enraizados de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

En los resultados presentados para el número de nudos enraizados se puede apreciar que el mayor promedio se obtuvo en la *Guadua angustifolia* Kunth, al utilizar como sustrato el aserrín descompuesto (64,70% de nudos enraizados), mientras que en caso de la *Guadua weberbaueri* Pilg, el uso de tierra agrícola registró un promedio de 64,32% de nudos enraizados. Estos datos obtenidos no coinciden con Arancibia (2017) quien determinó que, el comportamiento en secciones de ramas en la propagación vegetativa de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg, obtuvo un enraizamiento del 3% y 0% respectivamente. Mientras que para Lárraga *et al.* (2011) la combinación chusquín - *Guadua angustifolia* Kunth, los brotes con raíces alcanzó el mejor promedio de 4 raíces, con una longitud de 16,55 cm, utilizando el sustrato ACE (atocle + cachaza + estiércol caprino). Asimismo para Malpartida (2018) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, obtuvo el mejor promedio de 6,75 raíces de 22,50 cm de longitud.

5.2. Del número de rebrotes en la base y en los nudos de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

En el número de rebrotes en la base la *Guadua angustifolia* Kunth, propagada en tierra agrícola que obtuvo un promedio de 1,80 rebrotes, siendo

superior al aserrín descompuesto (1,60 rebrotes); en caso de *Guadua weberbaueri* Pilg, registró mayor promedio al utilizar aserrín descompuesto con 2,40 rebrotes que en tierra agrícola (2,20 rebrotes), resultados que coinciden con Malpartida (2018) que obtuvo sus mejores promedios respecto al número de rebrotes en chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, sembrados en de suelo de bambusal (T₂) y mezcla (suelo agrícola, aserrín y arena) (T₀) con 1,72 y 1,64 rebrotes respectivamente. Y también coincidiendo con los resultados de la *Guadua weberbaueri* Pilg, propagada en aserrín descompuesto registro su mayor promedio con 2,40 rebrotes, se tiene los resultados de Noboa (2014) en cuanto al número de rebrotes los mejores promedios lo conformaban el T₆ (Tamo o pajilla de arroz + aserrín) y T₁ (suelo + aserrín de madera + tamo de arroz) con 7,6 y 3,8 rebrotes respectivamente. A diferencia Lárraga *et al.* (2011) que obtuvo un promedio bajo de 1,11 rebrotes, utilizando el sustrato ACE (atocle + cachaza + estiércol caprino). Así mismo Tolentino (2006) menciona que, la tierra agrícola es rica en compuesto de minerales y de partículas orgánicas (ver Anexo II, Figura 26). Mientras que Jiménez (2005) indica que, el aserrín es un sustrato orgánico rico en carbono y pobre en nitrógeno (ver Anexo II, Figura 27). Superando estos resultados Márquez y Marín (2011) obtuvieron mayores promedios en el número de rebrotes con el T₁ (suelo y arena), T₂ (humus de lombriz) con 13 y 17 respectivamente.

En la cantidad de rebrotes en los nudos la *Guadua angustifolia* Kunth, utilizando aserrín descompuesto alcanzó un promedio de 39,39 %, siendo superior a la tierra agrícola (37,83% de rebrotes); en caso de la *Guadua weberbaueri* Pilg, el uso de tierra agrícola alcanzó un promedio de 69,96% de

rebrotos, mientras que el aserrín descompuesto alcanzó un menor promedio (40,46%). Sin embargo, Malpartida (2018) obtuvo resultados superiores, obteniendo el 97,5% de brotación de los chusquines en el tratamiento T₂. Respecto a estos resultados, Márquez y Marín (2011) reportan el 70% de brotación en sus chusquines de sus mejores tratamientos T₂ (humus de lombriz) y T₃ (pergamino de café).

5.3. Del número de plantones obtenidos en la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

En el número de plantones obtenido la *Guadua angustifolia* Kunth, obtuvo el mejor promedio con 9,20 plantones, al utilizar aserrín descompuesto, siendo superior a la tierra agrícola (5,40 plantones), en caso de la *Guadua weberbaueri* Pilg, se registró que el uso de aserrín descompuesto reportó un promedio de 8,80 plantones, mientras que el uso de tierra agrícola reportó un menor promedio (8,0), así como INFOR (2010) menciona que, el sistema de acodos empleados en los bambúes a partir de ramas laterales primarias bordean el 50% de prendimiento, como también Botero (2004) afirma que, por el método de chusquín en el género *Guadua* se obtienen 10 plantones en 90 días promedio, produciendo 5 plantones en tres meses, que al ser sembrados producen nuevamente 5 plantones cada uno en tres meses. Las condiciones climáticas controladas (temperatura (°C), humedad relativa (%)) (ver Anexo I, Cuadro 17) hicieron que en los resultados no se encuentre diferencias significativas, esto coincide con Badilla y Murillo (2005) quienes mencionan que dentro de un invernadero de propagación la humedad relativa debe ser alta

(>70-90%) con una temperatura de 30 y 35 °C, un sustrato capaz de retener la humedad. Así mismo Fernández *et al.* (2014) menciona que, en el interior del invernadero la radiación debe ser del 60 - 80% de la radiación exterior.

5.4. Del prendimiento en campo definitivo de la *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua weberbaueri* Pilg.

En el prendimiento en campo definitivo la *Guadua angustifolia* Kunth, no registró mortalidad en plantones procedentes de ambos sustratos utilizados, mientras que en la *Guadua weberbaueri* Pilg, se observó una sobrevivencia de 97,14% al utilizar plantones procedentes de tierra agrícola, en caso de los plantones procedentes del aserrín descompuesto no se registró mortalidad alguna, del mismo modo Cotrina (2017) obtuvo un prendimiento en campo definitivo del 63,76% para el sector Suyubamba y 57,63% para el sector de Valera respectivamente en chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, evaluadas a los 30 días de instalado, mientras que Araujo (2015) en la instalación de la *Guadua angustifolia* Kunth, en campo definitivo partir de segmentos de ramas, obtuvo su mayor resultado con 46,67% de sobrevivencia.

VI. CONCLUSIONES

- El mayor promedio en el número de nudos enraizados se encontró en la *Guadua angustifolia* Kunth, propagada con aserrín descompuesto, alcanzando un 64,70% de nudos enraizados; mientras que la *Guadua weberbaueri* Pilg, evidencio mayor promedio propagada con tierra agrícola con 64,32% de nudos enraizados.
- El mayor número de rebrotes en la base se obtuvo en la *Guadua weberbaueri* Pilg, propagados con aserrín descompuesto alcanzando un promedio de 2,40 rebrotes, mientras que la *Guadua angustifolia* Kunth, propagada con tierra agrícola mostró un promedio de 1,80 rebrotes.
- El mejor resultado obtenido en los rebrotes de los nudos fue la *Guadua weberbaueri* Pilg, propaga con tierra agrícola mostrando mayor promedio con 69,96%; mientras que la *Guadua angustifolia* Kunth, propagada con aserrín descompuesto registró un promedio de 39,39% de los rebrotes.
- El mayor promedio en el número de plantones obtenidos fue con la *Guadua angustifolia* Kunth, propagada con aserrín descompuesto con 9,20 plantones en promedio mientras que la *Guadua weberbaueri* Pilg, también propagada en aserrín descompuesto evidencio su mayor promedio con 8,80 plantones en promedio.
- Se logró el 100% de prendimiento de los plantones en campo definitivo de la *Guadua angustifolia* Kunth, producidos en ambos sustratos, mientras que

la *Guadua weberbaueri* Pilg evidencio un 97,14% de prendimiento en plantones producidos en tierra agrícola y el 100% de prendimiento en plantones producidos en aserrín descompuesto.

VII. RECOMENDACIONES

- Investigar el efecto de los sustratos más el efecto de hormonas inductoras de crecimiento en la propagación de la *Guadua angustifolia* Kunth a partir de plántulas (chusquines) mediante acodo subterráneo.
- Realizar investigaciones de registro en la plantación instalada en el CIPTALD – Tulumayo, a partir de este trabajo realizado.
- Se recomienda la producción e instalación de plantones de los diferentes biotipos de *Guadua angustifolia* Kunth, para contar con un banco de germoplasma de estos.
- Realizar investigaciones en el tema utilizando diseños estadísticos con sub muestreos, para obtener promedios más indicativos por tratamiento.
- Realizar plantaciones de *Guadua angustifolia* Kunth, a partir de una propagación con biotipos bien definidos, para poder realizar investigaciones certeras en sus propiedades físicas y mecánicas, conociendo la edad exacta de las muestras.

VIII. ABSTRACT

The research work was carried out with the objective of evaluating the effect of substrates on the propagation of the species of *Guadua angustifolia* Kunth and *Guadua weberbaueri* Pilg., Through underground layering established in the Forest Nursery of the Faculty of Renewable Natural Resources of the National University Agrarian de la Selva and on the campus of the Tulumayo Research and Production Center Annex La Divisoria (CIPTALD). For which the completely randomized design (DCA) was used with a 2x2 factorial arrangement with 4 treatments, which were: *Guadua angustifolia* Kunth seedlings, in agricultural land (T1), *Guadua angustifolia* Kunth seedlings, in decomposed sawdust (T2), *Guadua weberbaueri* Pilg seedlings, in agricultural land (T3) and *Guadua weberbaueri* Pilg seedlings, in decomposed sawdust (T4), each treatment with 5 repetitions of a seedling. The number of rooted nodes, the number of sprouts at the base and at the nodes, the number of seedlings obtained and the final field yield were evaluated. The results show that T2 presented a greater number of rooted nodes with an average of 64.70%. Likewise, the T4 obtained an average of 2.40 regrowths in the base and in terms of the regrowths in the nodes, the T3 obtained an average of 69.96%. Regarding the number of seedlings obtained, T2 obtained an average of 9.20 seedlings. While T1, T2 and T4 showed no definitive field mortality compared to T3, which obtained a 97.37% yield..

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, D. 2015. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables mención Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93 p.
- Arancibia, AV. 2017. Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva nororiental. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 125 p. [En línea]: Lamolina, (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3496/arancibia-alfaro-andrea-violeta.pdf?sequence=1>, documento, 07 Oct. 2019).
- Badilla, Y; Murillo, O. 2005. Enraizamiento de estacas de especies forestales. Rev. Forest. Kurú, Costa Rica. 2(6):59-64. [En línea]: Kurú, (<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/538/464>, documento, 31 May. 2019).
- Bárbaro, G. 2006. La biónica del bambú. Rev. Italiana. Sustainable Technologies. 1:12.21. [En línea]: Sustainable Technologies, (<http://www.sustainable-technologies.eu/wp-content/PDF-articles/bambu-1.pdf>, Artículo, 16 May. 2019).
- Botero, LF. 2004. Reproducción de la *Guadua angustifolia* por el método de chusquines. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).

- Guayaquil, Ecuador. 16 p. [En línea]: (https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/bambou/Propagation-of-Guadua-Angustifolia-using-the-Chusquines-method.pdf, Documento, 05 Oct. 2019).
- Botero, L. 2009. No más silvicultura, Tercer Simposio Latinoamericano del Bambú, Guayaquil, Ecuador, 12 p. [En línea]: Scribd, (<https://es.scribd.com/doc/194902032/BAMBU-REVISTALATINOAM>, Documentos, 05 Abr. 2019).
- Calzada, J. 1964. Métodos estadísticos para la investigación. Trad. Editorial Jurídica. 3 ed. Lima, Perú. Sesator. 643 p.
- Catasús, GL. 2003. Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba. MINREX. Rev. La Habana. ACTAF. 1(1):1-56. [En línea]: Bnjm, (<http://catalogo.bnjm.cu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=66572>, Catálogo, 06 May. 2019).
- Cely, LA; Hernández, WG; Gutiérrez, OJ. 2012. Caracterización de la *Guadua angustifolia* Kunth., cultivada en Miraflores (Boyacá) de acuerdo con la NSR-1. Rev. UPTC. 21(33):53-71. [En línea]: Dialnet, (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4766844.pdf>, artículo, 20 May. 2019).
- Cotrina, DA. 2017. Propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, utilizando enraizante Root – Hoor en condiciones de vivero en Amazonas. Tesis Ing. Forestal. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 133 p. [En línea]:

DocSlide.Com, (https://idocslide.com/philosophy-of-money.html?utm_source=propagacion-vegetativa-de-ramas-laterales-y-chusquines-de-guadua-angustifolia-kunth-utilizando-enraizante-root-hoor-en-condiciones-de-vivero-en-amazonas, documento, 08 Oct. 2019).

De Lima, JR. 2007. As propriedades físicas, mecánicas e meso-estrutural do bambu *Guadua weberbaueri* do Acre. Tesis. Mg. Sc. Engenharia Civil. Río de Janeiro, Brasil. Pontificia Universidade Católica do Río de Janeiro. [En línea]: PUC, (http://www.civ.puc-rio.br/wp-content/view/download_pdf.php?pdf=../pdf/23.pdf, documento, 20 May. 2019).

Díaz, F. 2015. El pequeño manual del bambú. [En línea]: Issuu, (https://issuu.com/ljdp/docs/el_peque_o_manual_del_bamb_.pdf, manual, 17 May. 2019).

Fernández, MM; Aguilar, MI; CARRIQUE, JR; Tortosa, J; García, C; López, M; Pérez, JS. 2014. Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Lumen Gráfica S. L. 5(1):138. [En línea]: Andalucía, (<https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Suelo%20y%20medio%20ambiente%20en%20invernaderos%202014.pdf>, libro, 01 Jun. 2019).

Fierro, A; Osuna, AM; Osuna, HR. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. Rev. Mexicana. UAM. 1: 91. [En línea]: UAM, (http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectrónico/manual_plantas.pdf, documento, 16 May. 2019).

- Gallardo, J; Freire, M; León, J; García, Y; Pérez, S; González, M. 2008. Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos tropicales*. 29(1):17-22. [En línea]: Scielo, (<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v29n1/ctr030108.pdf>, Artículo, 05 May. 2019).
- García, F. 2019. En el 2018 se registró pico histórico de deforestación por minería ilegal. *El Comercio*. Lima Perú. [En línea]: *El Comercio*, <https://elcomercio.pe/peru/2018-registro-pico-historico-deforestacion-mineria-ilegal-noticia-603297>, Artículo, 12 Mar. 2019).
- Gárate, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Ucayali Perú. Tesis Ing. Agrónomo. Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 189 p. [En línea]: IIAP, (http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf, documento, 14 May. 2019).
- Geobosques. 2018. Bosque y pérdida de bosques en la región de Huánuco del 2018. [En línea]: Geobosques, (<http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>, documento, 23 Sep. 2019).
- Giraldo, HE; Sabogal, A. 2007. Una alternativa sostenible: la *Guadua* técnicas de cultivo y manejo. *Rev. Colombia*. CRQ. 1 (03): 193. [En línea]: Google books, (https://books.google.com.pe/books?id=PG_yINAAACAAJ, Pagina web, 06 May. 2019).
- Hernández, C. 2015. Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas. Universidad Politécnica de Madrid. 1(1):1-44. [En línea]: UPM, (http://oa.upm.es/36955/1/reproduccion_plantas_cultivadas.pdf,

documento, 16 May. 2019).

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. 2014. Metodología de la investigación; el proceso de la investigación cuantitativa. 6 ed. México, México, Mc Graw-Hill. 634 p. [En línea]: ACADEMIA, (https://www.academia.edu/39036101/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_-_Hern%C3%A1ndez_Sampieri?auto=download, documento, 01 Jun. 2019).

Holdridge, LR 2000. Ecología Basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). FAO. San José, Costa Rica. 216 p.

INFOR (Instituto Forestal De Chile). 2010. Propagación de especies de bambú en Chile. Revista Chilena INFOR. 2(28):1-20. [En línea]: INFOR, (<https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/18552/26268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, documento, 01 Jun. 2019).

Jiménez, A. 2014. Viabilidad para el manejo comunitario del cultivo de bambú su aprovechamiento en construcción en la comunidad de Iguopeigenda, Argentina. [En línea]: Upcommons, (<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20907/Jim%C3%A9nez%20Betancourt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, documento, 17 May. 2019).

Jiménes, J. 2005. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada. Tesis Ing. Agrónomo en producción. Buenavista, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 70 p. [En línea]: UAAAN, (<http://repositorio>.

uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1339/PRODUCCION%20DE%20TOMATE%20%28LYCOPERSICON%20ESCULANTUM%20Mill%29.%20EN%20DOS%20SUSTRATOS%20HIDROPONICOS%20A%20SOLUCION%20PERDIDA%20Y%20RECIRCULADA.pdf?sequence=1, documento, 16 May. 2019).

Judziewicz, EJ; Clark, LG; Londoño, X; Stern, MJ. 1999. American Bamboos. 1 ed. Washington, US, Smithsonian Books. 392 p.

Latam, M. 2019. Destrucción en la Amazonía: estas son las cinco regiones del Perú con mayor deforestación en el 2018. . El Comercio. Lima Perú. [En línea]: El Comercio, <https://elcomercio.pe/tecnologia/ecologia/destruccion-amazonia-son-cinco-regiones-peru-mayor-deforestacion-2018-noticia-613744>, Artículo, 12 Mar. 2019).

Lárraga, N; Gutiérrez, N; López, H; Pedraza, ME; Santos, G; Santos, UI; Vargas, J. 2011. Propagación vegetativa de tres especies de bambú. Rev. Ra Ximhai, Mexico. 7(2):204-218. [En línea]: E-libro, (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4471505.pdf>, Artículo, 05 May. 2019).

Londoño, X. 2013. Dos nuevas especies de guadua para el Perú (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). Rev. Colombiana JSTOR. 7 (1): 145 – 153. [En línea]: JSTOR, (https://www.jstor.org/stable/24621061?seq=1#page_scan_tab_contents, Artículo, 17 May. 2019).

Londoño, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Universidad Nacional de

- Colombia, Santa fe de Bogotá. [En línea]: Maderinsa, (<http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>, documentos, 17 May. 2019).
- Londoño, X. 2010. Identificación taxonómica de los bambúes de la región Noroccidental del Perú. [En línea]: ITTO, (http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/INFORME%20TAXONOMIA%20BAMB%3%9A.pdf, documento, 24 Jul. 2019).
- Malpartida, CF. 2018. Efecto de sustratos sobre la calidad de rebrotes a través de chusquines de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en invernadero - Tingo María. Tesis Ing. Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 66 p.
- Márquez, L; Marín, D. 2011. Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *Guadua angustifolia* kunth y *Elytostachys typica* McClure, en tres tipos de sustratos. Rev. Bioagro, Venezuela. 23(3): 191-198. [En línea]: Bioagro, (<https://www.redalyc.org/pdf/857/85721149006.pdf>, documento, 07 Oct. 2019).
- Mercedes, J. 2006. Guía técnica cultivo del bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 38 p. [En línea]: Academia (https://www.academia.edu/9592074/Gu%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Cultivo_del_Bamb%C3%BA, documento, 05 May. 2019).
- Marulanda, R; Gonzaga, L; Uribe, M. 2014. Producción de embriones somáticos de *Guadua angustifolia* Kunth. In: Simposio Internacional de la *Guadua*. Pereira, Colombia. 6 p.

- Marulanda, ML; Carvajalino, M; Vargas, C; Londoño, X. 2002. La biotecnología aplicada al estudio y aprovechamiento de la Guadua. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre *Guadua* Pereira, mayo 16-17 y 18 p.
- Moreno, G; Bernal, J. 1979. Propagación de plantas. Acción popular cultural. Trad. por Luis Ángel. Rev. Colombiana. Ed. Dosmil. 1 (26): 133. [En línea]: Docplayer, (<https://docplayer.es/27258161-Propagacion-de-plantas.html>], Doc, 07 May. 2019).
- MSC (Fabricas Agrícolas). 2017. ¿Qué es y cómo funciona un invernadero?. [En línea]: GRUPO MSC, (<https://grupomsc.com/blog/invernadero/que-es-y-como-funciona-un-invernadero>), blog, 14 May. 2019).
- Navarro, J. 2016. [En línea]: Definiciones ABC, <https://www.definicionabc.com/general/efecto.php>, blog, 15 May. 2019).
- Nanda, S. 2011. Las plantas. [En línea]: Ciencia naturales, (http://cienciasnaturalesxd.blogspot.com/2011_11_01_archive.html), blog, 15 May. 2019).
- Noboa, J. 2014. Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de caña *Guadua* (*Guadua angustifolia* Kunth) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agrónomo. Babahoyo, Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. 57 p. [En línea]: UTB, (<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/725/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000130.pdf>), documento, 01 Jun. 2019).

- Pérez, J; Gardey, A. 2012. Definición de efecto. [En línea]: Definiciones, (<https://definicion.de/efecto/>, blog, 15 May. 2019).
- Peña, LV; Burgos, A; González, A; Valero, SW. 2009. Efecto de la preservación con mezclas de bórax-ácido bórico y urea formaldehído sobre las propiedades físico mecánicas y el ataque de insectos en guadua (*Guadua angustifolia* Kunth). Rev. Forestal Venezolana. 53(2):125-134. [En línea]: Web del profesor, (<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gonzaura/RevistaForestalVenez.pdf>, documento, 17 May. 2019).
- Pimentel, GF. 1978. Curso de Estadística Experimental. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.
- Rodríguez, A. 2000. Modulo: Cultivo de pimienta. Material didáctico para el alumno. San José, CR, INAB. 29 p.
- Reyes, J. 2015. Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas. Rev. Rep. Dominicana. CEDAF. (1): 64. [En línea]: CEDAF, (<http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>, documento, 16 May. 2019).
- Romano, T. 2001. Medios de protección para la hortoflorofruticultura y el viverismo. Invernadero. Trad. por Mateo Box. 3 ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 288 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2019.

[En línea]: SENAMHI, ([https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/ dat_esta_tipo.php?estaciones=000468](https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/dat_esta_tipo.php?estaciones=000468), página, 29 de May. 2019).

Siura, S. 2000. Acodos y propagación vegetativa natural. Principios de Propagación de Plantas. Rev. Peruana. El Huerto. 1(1):1-43. [En línea]: La Molina, (<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20PROPA/PP.ACODOS.PP.VV.NN.pdf>, Documento, 07 May. 2019).

Stell, R; Torrie, J. 1985. Bioestadística; Principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez. 2 ed. Bogotá, Colombia, Mc Graw-Hill. 622 p. En línea]: CleaEdu, (<https://clea.edu.mx/biblioteca/Steel%20Robert%20G%20-%20Bioestadistica%20Principios%20Y%20Procedimientos%202ed.pdf>, documento, 10 Oct. 2019)

Tolentino, E. 2006. La solución para el medio ambiente. Microorganismos efectivos. Ediciones RBA integral. Franz- Peter Mau. 237 p.

WWF. (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2015. La deforestación en el Perú 2015; Lima, Perú, WWF. 6 p. [En línea]: Cloudfront, (http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestación_en_el_peru.pdf, documento, 8 Abr. 2019).

ANEXO

Anexo 1. Cuadros

Cuadro 13. Matriz de datos generales.

Especie	Sustratos	Repetición	Nudos iniciales	Nudos enraizados	Nudos enraizados (%)	Rebrotos en la base	Rebrotos en los nudos	Rebrotos en los nudos (%)	Plantones obtenidos	Plantones aclimatados	Prendimiento en campo (%)
<i>GaK</i>	Ta	1	11	9	81,82	1	8	72,73	10	9	100,00
<i>GaK</i>	Ta	2	8	2	25,00	4	2	25,00	4	4	100,00
<i>GaK</i>	Ta	3	7	3	42,86	1	3	42,86	4	4	100,00
<i>GaK</i>	Ta	4	10	3	30,00	2	2	20,00	5	4	100,00
<i>GaK</i>	Ta	5	7	3	42,86	1	2	28,57	4	4	100,00
<i>GaK</i>	Ad	1	8	5	62,50	1	1	12,50	6	3	100,00
<i>GaK</i>	Ad	2	5	0	00,00	3	3	60,00	2	2	100,00
<i>GaK</i>	Ad	3	12	11	91,67	1	9	75,00	12	12	100,00
<i>GaK</i>	Ad	4	11	9	81,82	1	2	18,18	10	6	100,00
<i>GaK</i>	Ad	5	16	14	87,50	2	5	31,25	16	15	100,00
<i>GwP</i>	Ta	1	9	7	77,78	2	6	66,67	8	7	100,00
<i>GwP</i>	Ta	2	10	6	60,00	2	7	70,00	7	7	100,00
<i>GwP</i>	Ta	3	11	8	72,73	3	10	90,91	11	11	100,00
<i>GwP</i>	Ta	4	9	5	55,56	1	6	66,67	6	6	100,00
<i>GwP</i>	Ta	5	9	5	55,56	3	5	55,56	8	7	85,71
<i>GwP</i>	Ad	1	10	4	40,00	2	3	30,00	5	5	100,00
<i>GwP</i>	Ad	2	11	2	18,18	3	3	27,27	5	5	100,00
<i>GwP</i>	Ad	3	13	8	61,54	2	6	46,15	10	10	100,00
<i>GwP</i>	Ad	4	16	14	87,50	2	10	62,50	15	14	100,00
<i>GwP</i>	Ad	5	11	7	63,64	3	4	36,36	9	9	100,00

Cuadro 14. Resumen de las pruebas de ANVA para cada variable.

Fuente de Variación	Gl	Nudos enraizados		Rebrotos en la base		Rebrotos en los nudos		Plantones obtenidos		Prendimiento en campo		F ₀ (α=0.05)
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	
		Especie	1	107,906	0,696	1,800	0,171	1377,809	0,078	6,050	0,523	
Sustrato	1	125,966	0,673	0,000	1,000	976,249	0,133	26,450	0,191	10,210	0,332	4,381
Especie *												
Sustrato	1	1150,825	0,212	0,200	0,639	1205,652	0,098	11,250	0,386	10,210	0,332	4,381
Total	19											

Gl: Grado de libertad. CM: Cuadrado medio. Sig: Significancia. F₀: Ftabulado.

Cuadro 15. Datos meteorológicos de la zona en estudio durante los meses de investigación, estación meteorológica Tingo María, fuente SENAMHI (2019).

Meses	Temperatura (°C)			HR	Precipitación
	Max.	Min.	Med.	(%)	(mm)
Febrero	33,00	22,90	27,95	83,90	156,4
Marzo	33,30	22,50	27,90	85,00	491,3
Abril	33,40	22,60	28,00	83,30	208,0
Mayo	33,10	22,40	27,75	83,80	203,6

Cuadro 16. Datos meteorológicos de la zona en estudio durante los meses de investigación (instalación y prendimiento), estación meteorológica Tulumayo, fuente SENAMHI (2019).

Meses	Temperatura (°C)			HR	Precipitación
	Max.	Min.	Med.	(%)	(mm)
Junio	33,70	18,80	26,25	88,20	124,7
Julio	31,80	17,30	24,55	87,15	124,2

Cuadro 17. Datos climatológicos tomados dentro del invernadero durante los meses de investigación.

Meses	Temperatura °C			HR
	Max.	Min.	Med.	(%)
Febrero	30,70	23,40	27,05	81,00
Marzo	34,80	23,70	29,20	88,00
Abril	30,80	21,80	26,30	84,00
Mayo	31,60	23,50	27,55	80,00

Cuadro 18. Datos climatológicos tomados en el área de instalación.

Meses	Temperatura (°C)			HR
	Max.	Min.	Med.	(%)
Junio	28,20	18,70	23,45	74,00
Julio	29,10	21,50	25,30	70,00

Cuadro 19. Datos de luz tomados dentro del vivero durante los meses de investigación.

Meses	Luz (luxes)		
	Dentro del vivero	Fuera del vivero	% de luz dentro del vivero
Febrero	24016	32021	75
Marzo	21004	28772	73
Abril	18622	24184	77
Mayo	18779	25038	75

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 9. Armado de la cámara (invernadero).



Figura 10. Llenado de los sustratos según la ubicación de los tratamientos.



Figura 11. Plántula seleccionada para recolección.



Figura 12. Recolección de las plántulas del fundo de la facultad de agronomía.



Figura 13. Acodado subterráneo de las plántulas en la cámara de invernadero.



Figura 14. Acondicionamiento de las plántulas dentro de la cámara de invernadero.



Figura 15. Toma de datos de temperatura y humedad relativa de la cámara de invernadero.



Figura 16. Rebrotos en la base y en los nudos de la *Guadua weberbaueri* Pilg.



Figura 17. Rebrotos en la base y en los nudos de la *Guadua angustifolia* Kunth.



Figura 18. Rebrote enraizado en el nudo de la *Guadua angustifolia* Kunth.



Figura 19. Riego interdiario.



Figura 20. Conteo final de los rebrotes en la base y en los nudos.



Figura 21. Rebrotos enraizados y no enraizados en la base y en los nudos.



Figura 22. Deshije de los rebrotos enraizados de la base y de los nudos.



Figura 23. Rebrotos repicados para su aclimatación.



Figura 24. Conteo final de los plantones aclimatados.



Figura 25. Instalación en campo definitivo de los plantones.



Figura 26. Prendimiento de los plantones en campo definitivo.

Anexo 3. Análisis de sustratos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

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

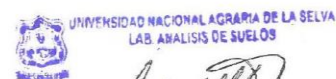
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			PROCEDENCIA																			
AQUINO HERRERA KLIPTON JHON			PREDIO				VIVERO UNAS - TULUMAYO				DISTRITO			JOSE CRESPO Y CASTILLO								
			PROVINCIA				LEONCIO PRADO				REGION			HUANUCO								
N°	CODIGO DEL LAB.	DATOS DE LA MUESTRA	ANÁLISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H
REFERENCIA	%	%	%	1:1	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm							ppm	ppm	ppm	ppm	
1	S1288	--	58	15	27	Franco Arenoso	4.96	1.43	0.07	25.90	98.96	---	4.51	4.46	--	--	0.20	0.06	9.22	97.18	2.82	2.17

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 01 DE OCTUBRE 2019
RECIBO N° 0595654



Luis G. Mansilla Minaya
Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE

Figura 27. Análisis de la tierra agrícola.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			AQUINO HERRERA KLIPTON JHON						PROCEDENCIA			RUPA RUPA - LEONCIO PRADO						
DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA								
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)				PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Referencia			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME2019_0434	compost	M1	5.95	70.20	15.11	14.69	50.71	49.29	5.39	1.34	1.46	1.30	0.03	0.06	400	13634	116	1051

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 01 DE OCTUBRE DEL 2019

RECIBO N° 0595653

VND. VALOR NO DETECTABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing. Luis G. Manólla Minaya
JEFE

Figura 28. Análisis especial del aserrín descompuesto.

Anexo 4. Identificación botánica de las especies.

JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que las muestras botánicas, enviadas por el Bachiller **Klipton Jhon Aquino Herrera**, al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA), para su identificación botánica, corresponden a los nombres científicos siguientes:

Código asignado en el papel periódico	Nombre científico de la muestra consignada al código en referencia	Familia
MB-001-GM/UNAS	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Poaceae
MB-002-AH/UNAS	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	Poaceae

De acuerdo a la información entregada la muestra corresponde al Proyecto de Tesis titulado: "PROPAGACION DE DOS ESPECIES DE BAMBU MEDIANTE ACODO SUBTERRANEO EN TINGO MARÍA-HUÁNUCO"

Se expide la presente para los fines que considere conveniente.

Oxapampa, 28 Marzo del 2019


 Ing. Rodolfo Vásquez Martínez



Prolongación Bolognesi Mz. E-6, Oxapampa, Pasco-PERU. Telf. 51 (63) 462467
 E-mail jbmperu@yahoo.com URL <http://www.jbmperu.org>

Figura 29. Identificación botánica de las especies.

