

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (*Guadua angustifolia* kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo

Para optar el título profesional de:

Ingeniero agrónomo

Autores: Bach. Maggie Pamela RÉVOLO BALTAZAR

Bach. Leslie Medalith RÉVOLO BALTAZAR

Asesor: Blgo. Julio IBAÑEZ OJEDA

La Merced – Perú - 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (*Guadua angustifolia* kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Iván SOTOMAYOR CÓRDOVA
PRESIDENTE

Dra. Nilda HILARIO ROMAN
MIEMBRO

Mg. Carlos Alberto LEON YUCRA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Con gratitud y cariño a *mis padres Julián y Emilia por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, académica como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.*

A mis hermanos y hermanas por estar con nosotras y apoyarnos siempre, los queremos mucho. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A nuestros docentes de la UNDAC, quienes con su invaluable apoyo, conocimientos y paciencia nos orientaron para ser unas profesionales de éxito.

RECONOCIMIENTO

En primer lugar, a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por ser ejemplos de perseverancia y constancia que nos han infundado siempre, habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mi hermanas por ser el ejemplo a seguir la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles. A nuestros docentes de la UNDAC, quienes con sus enseñanzas, conducción, apoyo moral nos apoyaron para culminar nuestros estudios; a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar esta Tesis.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas amigos y familiares que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de los sustratos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero, evaluando la supervivencia de las plántulas sembradas y evaluar la vigorosidad de sus brotes en número de chusquines, altura de la planta, diámetro de tallo y número de hojas por planta, para lo cual se utilizó los sustratos: aserrín, fibra de coco, microorganismos de montaña, compost y un testigo con tierra y arena.

De los resultados obtenidos, se reporta que el tratamiento que tuvo mayor supervivencia de esquejes a los 100 días de cultivo fue el T2 con 79.00 % de plantas vivas, T3 con 78.50 % para los sustratos con compost y fibra de coco respectivamente y la menor supervivencia se presentó para los T5 y T1 con los sustratos tierra negra y aserrín, respectivamente; de igual manera el T2 presenta el mayor número de brotes con un promedio de 8.00 brotes, incrementando estos entre los 80 a 100 días de cultivo, el T4 muestra la mayor longitud del brote con 29.75 cm y de igual manera el T2 presenta la mayor cantidad de hojas por brote de 12.75 y también presenta el mayor diámetro de tallo con 3.38 cm.

En base a estos resultados se ha determinado que *Guadua angustifolia*, requiere para la propagación vegetativa sustratos orgánicos preferentemente el compost y los microorganismos de montaña con estas características, se consiguió optimizar el crecimiento de la planta y se redujo la mortalidad de los esquejes. La vigorosidad de la planta está en relación al tipo de sustrato utilizado, ya que el aumento del diámetro de tallo fue con estos sustratos orgánicos y al utilizar solamente aserrín de madera y tierra negra se obtuvo resultados bajos de supervivencia y vigorosidad de la planta *Guadua angustifolia* plantados a nivel de vivero y el mayor incremento de brotes se obtuvo desde

los 80 días a los 100 días de cultivo a nivel de vivero.

Al comparar la evolución del diámetro del tallo podemos afirmar que los tratamientos evolucionan su crecimiento casi similar para todos, pero a partir del día 80 se distancia el crecimiento del T2 y T4 del resto de los tratamientos.

Palabra Clave: Sustratos orgánicos en bambú.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effectiveness of organic substrates, in the development and growth of bamboo bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) at nursery level, assessing the survival of planted seedlings and evaluate the vigor of their buds in number of sawdust, coconut fiber, microorganisms mountain, and a control compost earth and sand: chusquines, plant height, stem diameter and number of leaves per plant, for which the substrates was used.

From the results obtained, it reported that the treatment had a greater survival cuttings 100 days culture was 79.00% T2 with living plants, with T3 78.50% for substrates with compost and coir respectively and decreased survival was observed for the T1 and T5 substrates with black earth and sawdust, respectively; Likewise the T2 has the greatest number of shoots with an average of 8.00 shoots, increasing these between 80 to 100 days of culture, the T4 shows the greatest shoot length with 29.75 cm and likewise the T2 exhibits the highest amount leaves per shoot 12.75 and also has the larger diameter stem with 3.38 cm.

Based on these results it was determined that *Guadua angustifolia*, required for vegetative propagation organic substrates preferably compost and microorganisms mountain with these characteristics, obtained optimize plant growth and mortality of cuttings decreased. The crispness of the plant is related to the type of substrate used, since increasing the stem diameter was with these organic substrates and using only sawdust and black soil low survival results and vigorousness of the *Guadua* plant *angustifolia* planted level was obtained nursery and the largest increase in outbreaks was obtained from 80 days to 100 days of culture at nursery level.

When comparing the evolution of stem diameter we can say that treatments evolve its

growth almost similar for everyone, but from day 80 growth T2 and T4 of other treatments away.

Keywords: Organic substrates in bamboo.

INTRODUCCION

El éxito de una agricultura, independientemente del objetivo, se inicia con la selección de semillas de calidad y la producción de plántulas de calidad a nivel de vivero, calidad que no depende únicamente en las propiedades genéticas de las semillas sino también de las propiedades de los sustratos porque es en este medio en el cual la plántula desarrollará sus primeros estadios de vida. El suelo es el medio de crecimiento de las plántulas por naturaleza e históricamente ha sido el material más utilizado en los viveros, por diversos factores tales como: su disponibilidad, costo, fácil obtención, entre otros. Sin embargo no necesariamente sea el material más indicado para la producción de plántulas en vivero. Por tanto, el conocimiento de las propiedades de otros sustratos diferentes al suelo es de suma importancia. Actualmente, se utilizan gran variedad de sustratos para la producción de las plántulas, siendo algunos de los conocidos: cascarilla de arroz, corteza de árboles, pulpa de café, fibra de coco, turbas, aserrines y virutas, arena, grava, lombricompost, hojarasca, estiércol, entre otros. En los viveros con producciones a gran escala se utiliza un sustrato comercial importado denominado turba o musgo más conocido como Peat Moss. Encontrar un sustrato ideal es una tarea difícil, porque cada especie tiene requerimientos distintos, pero a través de investigaciones científicas es posible hallar un sustrato óptimo que reúna las condiciones mínimas requeridas por las especies a estudiar.

A pesar de los avances en el conocimiento de los sustratos, en el caso particular de nuestro país, existen muy pocas investigaciones relacionados a los sustratos para la producción de especies *Guadua angustifolia*. Mancilla (2012) encontró que el mejor sustrato para sustituir a la turba de *Sphagnum* para la producción de plantas forestales es la combinación de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y arena en proporciones 75% Lirio y 25%. En un estudio reciente, se encontró que *Pinus maximinoi* tiene un buen desarrollo en altura y diámetro utilizando pulpa de café compostado (Pop, 2013), incluso mejores

resultados que el sustrato comercial Sphagnum; en este mismo estudio se concluyó que no es recomendable utilizar aserrín sin compostar debido a que las plantas mostraron síntomas de clorosis por deficiencia de Nitrógeno. Arroche (1998).

Por lo que el cultivo de *Guadua angustifolia*, Kunth, se presenta como una alternativa para la recuperación de los suelos y diversificar la agricultura de la zona, por eso se ha realizado la presente investigación en la que se ha evaluado la eficiencia de 5 tipos de sustratos orgánicos en la producción de plántulas de bambú *Guadua angustifolia*, Kunth. A nivel de vivero, usando aserrín, fibra de coco, Microorganismos de montaña, compost y un testigo con tierra y arena. La presente investigación se realizó en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de julio a diciembre del año 2017.

INDICE

Pág.

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	5
1.3. Formulación del problema	6
1.3.1. Problema Principal	6
1.3.2. Problemas Específicos	6
1.4. Formulación de objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación de la Investigación	7
1.6. Limitaciones de la investigación.....	8

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios	9
2.2. Bases teóricas – científicas	12
2.3. Definición de términos básicos	38
2.4. Formulación de Hipótesis	39
2.4.1. Hipótesis general	39
2.4.2. Hipótesis específicas	39
2.5. Identificación de variables	39
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	41

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	42
---------------------------------	----

3.2. Métodos de Investigación	42
3.3. Diseño de la Investigación	42
3.4. Población y muestra	43
3.4.1. Población.....	43
3.4.2. Muestra.....	43
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	44
3.7. Tratamiento estadístico	46
3.8. Selección, Validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	47
3.9. Orientación Técnica	47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de trabajo de campo	48
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	57
4.3. Prueba de hipótesis.....	71
4.4. Discusiones y resultados	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La planta de bambú es uno de los recursos forestales de periodo vegetativo corto y es uno de los recursos con mejores posibilidades de retorno de inversiones en menores plazos. En promedio, en condiciones apropiadas, una planta de bambú, puede crecer hasta 30 cm. diarios, alcanzando su máximo desarrollo, con más de 12 metros de altura, a los 6 años. (Velez, 2015.)

La *guadua angustifolia*, Kunth, es una planta que aporta múltiples beneficios para el medio ambiente y para el hombre; sus productos cuando son empleados como elementos integrales de la construcción de viviendas funcionan como reguladores térmicos y de acústica, el rápido crecimiento de la guadua permite según el “*estudio aportes de biomasa aérea realizado en el centro nacional para el estudio del Bambú-Guadua, producir y aportar al suelo entre 2 y 4 ton/ha/año de biomasa, volumen que varía según el grado de intervención del guadual; esta biomasa constituye entre el 10 y el 14% de la totalidad de material vegetal que se genera en un guadual. La biomasa es importante, ya que contribuye a*

enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo. El aporte anual de biomasa general de un guadual en pleno desarrollo oscila entre 30 y 35 ton/ha/año.” (Gallopín, 1990).

Los rizomas y hojas en descomposición actúan como esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión. El sistema entretrejido de rizomas y raicillas origina una malla, que les permite comportarse como eficientes muros biológicos de contención que controlan la erosión lateral y estabilizan fuertemente el suelo, previniendo la erosión y haciendo de la guadua una especie con función protectora, especial para ser usada en suelos de ladera de cuencas hidrográficas. (Velez, 2015)

Además de su rápido crecimiento, se suma sus propiedades físico-mecánicas, flexibilidad, peso, bajo costo y el poco requerimiento de tecnología para trabajarlo.

Asimismo como consecuencia del empleo de prácticas de producción cada vez más intensivas en tiempo y espacio, en las últimas tres décadas el deterioro de los recursos naturales se ha agudizado a causa de la creciente demanda de alimentos y materias primas generadas por el aumento de la población de los seres humanos en el mundo. (Gallopín, 1990, p. 60).

De igual manera sostiene que la necesidad imperiosa de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener o aumentar la productividad de los cultivos, demanda desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas. Una opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de composta y

biofertilizantes, los cuales se influyen mutuamente y pueden llegar a ser incompatibles y sin efecto.

Los sistemas de producción del sector primario, son insostenibles y se observan problemas indeseables como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los productores enfrentan un doble reto: a) Conservar los recursos naturales usados y b) Aumentar la productividad.

La necesidad imperiosa que se tiene de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad, exige desarrollar e implementar nuevas tecnologías que sirvan para cumplir con este propósito. Por ello, conviene que las nuevas tecnologías que se usen deben de incluir el aspecto de sostenibilidad “una agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto” (American Society of Agronomy, 1989, p. 14).

El enfoque actual para promover la productividad, se está manejando a través de sistemas, Quijano, *et al* (1996) indicaron que existen factores como la baja calidad del suelo que limitan la producción potencial de un cultivo, y mencionan que las prácticas agronómicas sólo suprimen o aminoran estos efectos, pero que no determinan de manera directa el rendimiento. Si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable; promover una buena calidad biológica y físico-química del suelo, para que las plantas que se desarrollen en él estén bien alimentadas.

(González *et al.*, 1990, p. 133).

La calidad del suelo se puede mantener reabasteciendo al suelo los nutrimentos extraídos por las cosechas, con el uso de fertilizantes químicos sintéticos o bien mediante la reincorporación de residuos orgánicos. Otra alternativa para mejorar la calidad del suelo y obtener altos rendimientos, es mediante la reactivación y el uso de microorganismos simbióticos, los cuales se asocian con las raíces de las plantas e inducen a que éstas posean una nutrición más adecuada, como ejemplo se cita una mayor disponibilidad de N en el caso de las bacterias *Rhizobium*, y mayor absorción de P cuando se usan hongos micorrízicos (González *et al.*, 1990, p. 134).

Considerando que Chanchamayo se encuentra a una altura de 813 msnm. Con temperatura anual promedio de 24.38 °C y los guaduales se desarrollan de manera óptima en la región central de los Andes entre los 500 y 1500 msnm, con temperaturas entre 17°C y 26° C, precipitaciones de 1200-2500 mm/año y 214.82 mm de precipitación promedio mensual; con una humedad relativa del 80-90% y suelos aluviales ricos en cenizas volcánicas con fertilidad moderada y buen drenaje. Observamos que Chanchamayo tiene el clima aparente para el cultivo de esta planta y sería otra alternativa de cultivo para los agricultores.

Por lo que se presenta una alternativa para las recuperación de los suelos y diversificar la agricultura de la zona, con el cultivo del bambú, por eso se va a realizar la presente investigación en la que se pretende evaluar la eficiencia de 5 tipos de sustratos orgánicos en la producción de plantulas de bambu *Guadua angustifolia*, Kunth. A nivel de vivero, usando aserrín, fibra de coco, Microorganismos de montaña, compost y un testigo con tierra y arena. La presente

investigación se realizará en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de julio a diciembre del año 2017.

1.2. Delimitación de la Investigación

La investigación se realizará en el Centro Experimental de la UNDAC, de la Filial la Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín. Esta área está ubicada en Latitud Sur a $11^{\circ}04'27.272''$ y Longitud Oeste $075^{\circ}20'402''$, a una altura de 813 msnm. De acuerdo a la clasificación de zonas de vida, el área de estudio pertenece a la zona de bosque húmedo pre montano tropical bh-PT.

Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Húmedo – Premontano Tropical (bh-PT), Holdridge (1970). En el Cuadro 1 se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2016), que a continuación se indican:

Cuadro 1: Datos meteorológicos, Según SENAMHI (2016).

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Enero	26	215	80
Febrero	26	220	82
Marzo	26	265	80
Abril	25	205	82
Mayo	25	195	78
Junio	24	157,4	75
Julio	23	233	75
Agosto	23	243,4	74
Setiembre	23	252	74
Promedio	24,56	220,64	77,78

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema Principal

¿Cuál es la efectividad de los sustratos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el porcentaje de supervivencia de esquejes de bambú, así como la evolución de brotes?
- b. ¿Cuántos brotes emergerán de los esquejes sembrados con los diferentes tratamientos en el vivero?
- c. ¿Cómo será la vigorosidad en las plántulas de bambú considerando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro de tallo, número y longitud de hojas?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la efectividad de los sustratos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la supervivencia de los esquejes.
- b. Determinar el número de brotes de los esquejes sembrados según tratamientos.
- c. Determinar la vigorosidad de las plántulas (evaluando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro y número de hojas).

1.5. Justificación de la Investigación

La evolución de nuevas tecnologías agrícolas, ha determinado el uso de nuevos sustratos para semilleros ya que se han mantenido de una manera poco eficiente con el uso de los mismos materiales (Especialmente tierra y arena). Sin embargo, con la aparición de materiales como humus, bocashi y otras fuentes de sustratos orgánicos que dentro de su composición poseen mayor capacidad de nutrientes y a su vez libres de agentes patógenos, hace que aceleren el crecimiento especialmente de plántulas en fundas de viveros de propagación. Ansorena, M. J. (1994).

Actualmente, dentro del proceso de multiplicación a nivel de vivero, para mejorar la calidad de las plántulas para siembra, está el uso de nuevas mezclas de sustratos, los mismos que deben acelerar el proceso de crecimiento de las mismas, sin ocasionar pérdida de vigor; así como cualquier tipo de deformación en sus estructuras. Sin embargo el proceso no se ha desarrollado de la mano de la investigación sino más bien de la necesidad empírica, desconociéndose las dosificaciones de los mismos. (Cabrera, 1999)

Si se pretende diversificar la productividad de los sistemas agrícolas y al mismo tiempo conservar los recursos naturales, es necesario promover el uso de diferentes sustratos orgánicos, (Bourlang y Dowell, 1994). Estos sustratos por su composición, se consideran factores importantes en la productividad agrícola, y representan un potencial para generar una agricultura orgánica, pues mejoran el ciclo de los nutrientes, así como mantienen la integridad del ambiente (González *et al.*, 1990, p.135).

1.6. Limitaciones de la investigación

- a. Obtención de los microorganismos de montaña, debido a la poca profundidad donde se recolectan estos y posteriormente su preparación de este sustrato.
- b. Tiempo de preparación del compost, debido que la preparación de este sustrato fue manual.
- c. Dificultad en la preparación de fibra de coco, debido a que la extracción de las láminas de coco es dificultosa, así como la trituración de los mismos, todos realizados manualmente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios

Novoa, 2014, reporta que se midió el efecto de varias fuentes de sustratos sobre la reproducción y prendimiento de esquejes de caña Guadua (*Guaduaangustifolia* Kunth) en la zona de Babahoyo; con el objetivo de identificar el mejor sustrato y analizar económicamente los tratamientos. Los tratamientos, estuvieron constituidos por Suelo + aserrín de madera + tamo (50-20-30 %), Aserrín de madera (100 %), Tamo de arroz (100 %), Suelo + arena + estiércol vacuno (30-20-50 %), Suelo + arena +estiércol vacuno (50-20-30 %), Tamo + aserrín de madera (50-50 %) y Testigo con suelo agrícola (100 %). Se utilizó el diseño experimental “Bloques completos al azar” con tres repeticiones, en parcelas experimentales de 1 m².

Según los resultados obtenidos se determinó que la utilización de sustratos de origen orgánico-mineral inciden sustancialmente sobre el prendimiento de brotes de caña *G. angustifolia* e incrementa el prendimiento de las yemas (95 %), con relación a los otros sustratos probados en este trabajo. Así mismo, se presentó

mayor biomasa radicular con implementación de Tamo + aserrín de madera.

Lárraga, *et al*, (2011), al evaluar las especie (*Guadua angustifolia (Ga)*, *Bambusa oldhamii (Bo)* y *Bambusa vulgaris (Bv)*); con el método de propagación (chusquin CH, por vareta V y por segmento nodal SN) y sustrato (Atocle+cachaza+estiércol caprino ACE, Tierra agrícola+cachaza+estiércol caprino TCE y un sustrato a base de insumos comerciales -SIC- (Musgo de turba 0.1614 m³, agrolita 0.1 m³, encontraron que el mejor sustrato para la supervivencia de propágulos de bambú con los métodos de propagación chusquin y vareta, fue el ACE (atocle+cachaza+estiércol caprino) que normalmente usan los productores.

Productividad de Agrosistemas

En las culturas que tradicionalmente aprovechan el bambú, se reconoce como un recurso que genera más impactos positivos que negativos tanto a nivel económico como social y medioambiental.

A continuación se citan algunos impactos ambientales destacables en el reporte técnico No 20 del INBAR (Novoa, 2014) y determinados por el Proyecto Nacional de Bambú en Costa Rica (1990) así:

- Desarrolla un sistema de raíces extenso en poco tiempo que sirve de apoyo al suelo y evita la erosión por lluvia.
- Evita la necesidad de maquinaria pesada para la tala y el transporte por ser un material liviano en comparación a maderas estructurales.
- Mejora la estructura física de suelos muy compactos.
- Incrementa la fertilidad del suelo, se mejora por la protección a la exposición y el aporte de material orgánico. Puede disminuir la fertilidad

por extracción de ciertos nutrientes, si se maneja como un monocultivo o con otras plantas.

- Retiene la humedad a nivel de agua subterránea. El bambú consume agua, pero esto es más que compensado por la reducción de la evaporación creado por el techo de hojas y por la capa de hojas caídas, debido al aumento de la permeabilidad de los suelos, la pérdida de agua de escorrentía se reduce, lo que permite más agua para penetrar en el suelo y permanecer en la zona.
- Favorece una mejor calidad del agua subterránea.
- Contribuye a la estabilización de humedad y temperatura.
- Propicia la microfauna en el suelo. Ofrece un ambiente rico para insectos, aves y algunos mamíferos. Los insectos encuentran alimento suficiente en los bambúes, y a su vez actúan como alimento para las aves. Para los mamíferos en necesidad de la fruta el acceso a otros tipos de bosque es necesario.
- Aporta en el balance de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera gracias a su rápido crecimiento que implica una gran actividad fisiológica.
- Tiene un ligero efecto de laterización del suelo. Para algunas especies de bambú se encuentra un leve efecto negativo sobre el nivel de pH del suelo ya que es ligeramente ácido en estas áreas.

De acuerdo con este enfoque, se reconoce que si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable (entre otras acciones) promover una buena calidad de suelo, esto con la finalidad de que las plantas se desarrollen y estén bien alimentadas. la definición de calidad de suelos incluye tres principios importantes: a) La

productividad del suelo, que se refiere a la habilidad del mismo para promover la productividad del ecosistema o agroecosistema, sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medio ambiental, entendida como la capacidad de un suelo para atenuar los contaminantes ambientales, los patógenos, y cualquier posible daño hacia el exterior del sistema, incluyendo los servicios ecosistémicos que ofrece (reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, recarga de acuíferos, etc.), y c) la salud, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Astier et al., 2002, p. 13).

La calidad del suelo y su productividad, están ligadas al conglomerado orgánico y a la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, estos atributos se consideran un proceso dinámico que cambia a través del tiempo y del espacio, influenciado directamente por aspectos como la pérdida de la fertilidad natural por la extracción de las cosechas, por las altas productividades y por la no reincorporación de los residuos orgánicos (FAO, 1991, p. 177).

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Clasificación

El bambú crece junto a bosques gigantes, teniendo a su alrededor infinidad de árboles, lo que hace pensar que éste también es uno de ellos. Sin embargo, sabemos que no es así, pues el bambú es una hierba.

Botánicamente el bambú está clasificado como Bambuseae, una tribu de la extensa familia de las Gramíneas, de la cual también hacen parte el maíz, la cebada, el trigo y otras plantas que constituyen parte de nuestro diario alimento.

Por las características de su tallo, se le considera como una de las llamadas plantas leñosas, las que se clasifican en Gimnospermas y Angiospermas. Las gimnospermas comprenden las coníferas o maderas blandas, y las angiospermas se subdividen en:

- 1.- Monocotiledóneas como son los **bambúes** y la palmas.
- 2.- Dicotiledóneas, de hoja ancha y caduca, denominadas maderas duras.

2.2.2. Especies y géneros del bambú

El bambú es una planta (hierba) conocida y empleada por el hombre desde tiempos prehistóricos, sin embargo, sus caracteres botánicos aún no se conocen completamente. La mayoría de los bambúes sólo florecen a intervalos de 30, 60, 90, y aún después de 100 años las flores y frutos son indispensables para su clasificación. Debido a ello son frecuentes los casos en que una misma especie ha sido clasificada por diferentes botánicos en géneros distintos.

Para corregir en lo posible este problema, por lo que a América se refiere, McClure pasó los últimos años de su vida haciendo una reclasificación de los bambúes de éste continente, viéndose precisado a realizar varias modificaciones, entre ellas: el género *Guadua* pasó a ser otra vez subgénero *guadua* del género *BAMBUSA* y nuestra especie denominada antes *Guadua Angustifolia* Kunth se denomina de nuevo *Bambusa guadua*.³ Sin embargo, años más tarde Soderstrom y Londoño (1987), Soderstrom y Ellis (1987), y Clark (1995), mediante estudios morfológicos, anatómicos y moleculares; establecen a la *Guadua* como un género endémico de América.

Todos los continentes con excepción de Europa tienen especies nativas de bambú. Hasta el presente no se ha logrado establecer con exactitud el número de especies que existen en el mundo. Algunos autores, como: Raizada y Chatterji, consideran que hay alrededor de 30 géneros y 550 especies. Ueda según Makino y Nemoto, Flora del Japón (1931), existen en el mundo 47 géneros y 1250 especies, de los cuales sólo en el Japón se encuentran 13 géneros, incluyendo el género *Sasa*, y 662 especies.

En **América Latina** algunos de los países ricos en géneros y especies de Bambúes son: Brasil, Venezuela, Cuba, Colombia, Bolivia, Perú, Ecuador, Costa Rica, México, Argentina, Chile, Guatemala y Honduras, entre otros.

*Apodada, Arthrostylidium, Arundinaria, Athroostachys, Atractantha, Aulonemia, Bambusa, subgénero (Guadua) (inicialmente), *Guadua, género (actualmente), Chusquea, Colantheia Elytostachyz, Glaziophyton, Merostachys, Myriocladus, Neurolepis, Rhipidocladum, Swallenochloa, Yushania. Streptochaetae, Teinostachyum, Tetragonocalamus, Thamnocalamus, Thrysostachys.*

2.2.3. Descripción botánica del Bambú *Guadua angustifolia*, Kunth

El bambú *guadua*, es una planta arborescente rizomatoza cespitosa, con culmos huecos, estípulas abrazadoras, triangulares, pelúcidas hacia afuera y labras internamente, entrenudos marcados con corteza verde con bandas longitudinales blancas, ramas arqueadas alternas y delgadas. (Dalzell, 1990).

Estructuralmente el Bambú está formado por un sistema de ejes

vegetativos segmentados, que forman alternamente nudos y entrenudos, que varían en su morfología según que correspondan al rizoma, al tallo o a las ramas. Tanto los nudos como los entrenudos varían de una especie a otra, principalmente los tallos, sirviendo esta característica para su clasificación. Algunos tienen espinas y otros no.

2.2.4. Morfología

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, se le ha dado mucha importancia a sus estructuras morfológicas (Fig.01) tales como rizoma, culmo, yema, complemento de rama, hoja caulinar y follaje. (Dalzell, 1990).

La raíz del Bambú se denomina rizoma y se diferencia por la forma y hábito de ramificación. El rizoma tiene una gran importancia, no sólo como órgano en el cual se almacenan los nutrientes que luego distribuye a las diversas partes de las plantas, sino como un elemento básico para propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas. Esta ramificación se presenta en dos formas diferentes con hábitos de crecimiento distintos, lo que permite clasificarlos en dos grandes grupos principales y uno intermedio. Cada grupo comprende géneros y especies distintas. (Fortun, 1989) quien clasificó los dos grupos principales de acuerdo a la morfología de los rizomas en paquimorfo (simpoidal, de matorral), leptomorfo (monopoidal, invasivo). El mismo autor indica que existen formas intermedias a las que denomina metamórficas.

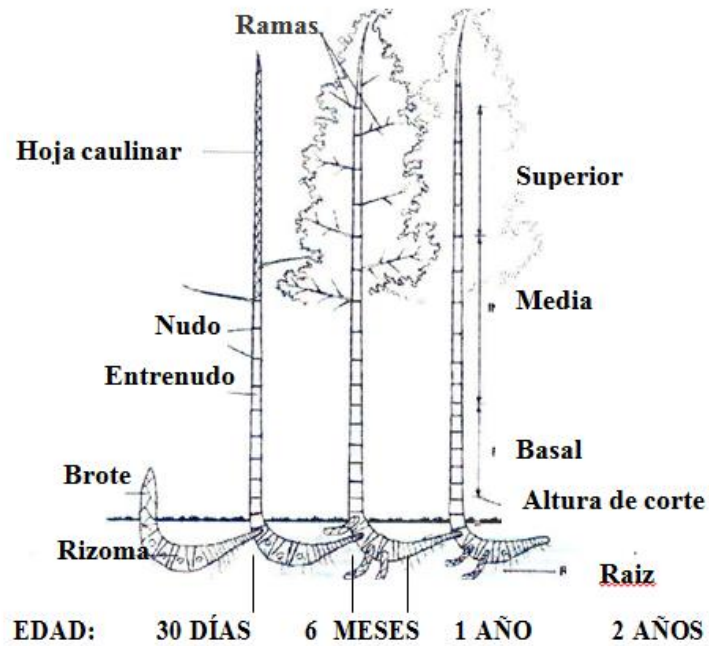


Fig., 01. Estructura del culmo. Fuente: Arias, (1991)

El rizoma es la estructura principal por la que los bambúes se soportan, se reproducen y amplían su territorio, es donde se acumulan los nutrientes de la planta, se caracteriza por su posición típicamente subterránea, por la presencia de yemas, de brácteas, y de raíces adventicias o primordios de raíces. De acuerdo a su hábito de crecimiento existen tres formas básicas de rizoma: paquimorfo (simpodial), leptomorfo (monopodial) y anfimorfo; los requerimientos ambientales para los paquimorfos (incluye a *Guadua angustifolia*), son:

- Altitud desde 500 a 1,200 msnm.
- Temperatura óptima entre 20 ° y 26°C.
- Precipitación pluvial entre 1,200 a 3,500 mm anuales.
- Humedad relativa de 75 a 80%.
- Suelos francos, franco limosos o areno limosos.
- Requieren de materia orgánica.

- Por lo general el pH de los suelos debe estar entre 5 y 7.
- Topografía plana o inclinada.
- No se recomienda los suelos alcalinos ni los salinos.

Su culmo es el eje aéreo segmentado que emerge del rizoma, consta de cuello, nudos y entrenudos. Se le denomina cuello a la parte de unión entre el rizoma y el culmo; nudo a los puntos de unión de los entrenudos siendo la parte más resistente del culmo; y entrenudo a la porción del culmo comprendida entre dos nudos.

Generalmente tienen forma cilíndrica y pueden ser huecos o macizos, no tiene crecimiento diametral, disminuyendo proporcionalmente con la altura. Generalmente en un culmo se observa un incremento gradual en la longitud del entrenudo de la base hacia la porción media y luego una reducción hacia el ápice.

Con relación al hábito de los culmos, los bambúes se pueden agrupar en estrictamente erectos, erectos pero arqueados en la punta, estrictamente escandentes y trepadores, y erectos en la base y escandentes en la parte superior. (Londoño 2002).

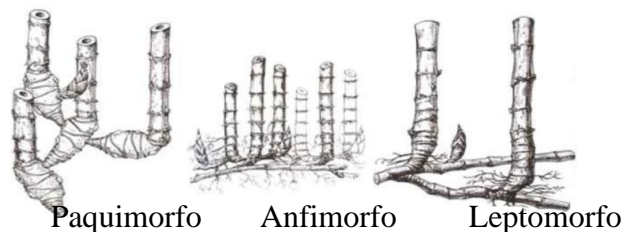


Fig. 02. Tipos de rizoma. Fuente: Bohorquez, (1993)

Las ramificaciones son muy importantes por que sostienen el follaje, estructura básica en el proceso fotosintético. Están dispuestas en forma de abanico, varían mucho 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.

Las hojas en el bambú pueden diferenciarse “en hojas verdaderas” que están en las ramillas finales y generalmente son de forma lanceolada y vainas del culmo llamadas hojas caulinares, estas crecen en los nudos, tienen una función protectora de la yema y se caen cuando los entrenudos dejan de crecer, solo una minoría puede persistir por un año.

Las inflorescencias y los frutos del bambú, la información aunque abundante aún es incompleta debido a largos ciclos de floración, por tanto no se revisa en este documento aunque constituyen un importante campo de investigación hacia la identificación de las especies.

La guadua por ser una monocotiledónea carece de tejido de cambium, es decir que no incrementa su diámetro con el paso del tiempo, emerge del suelo con su diámetro establecido. Es una especie de crecimiento muy rápido que logra incrementos en altura de hasta 11 centímetros al día y alcanza su altura definitiva (18 a 30 metros) en los primeros seis meses después de emerger del suelo en su condición de renuevo y su madurez llega después de los 4 a 5 años.

Se diferencian cuatro fases de desarrollo de la planta desde que brota del suelo hasta que muere.

Renuevo: Conocido también como brote o rebrote, es la primera fase del desarrollo de la planta y se caracteriza por estar cubierto por las hojas caulinares que son las hojas de color café que protegen al culmo del ataque de insectos en etapa de crecimiento inicial. Todos los renuevos emergen del suelo con su diámetro definitivo y los nudos juntos como un acordeón cerrado. El crecimiento longitudinal se da al estirarse los nudos formando los entrenudos, normalmente ocurre de abajo hacia arriba en un lapso de 6 meses en promedio.

Verde, joven o viche: Una vez terminado el proceso de crecimiento del renuevo se activan las yemas laterales que van a dar paso a las ramas. Estas hacen que ocurra el desprendimiento de las hojas caulinares lo que deja el tallo totalmente expuesto con un color verde esmeralda intenso y las bandas blancas a lado y lado del nudo resaltan muy fácilmente. En ese momento la caña guadua está en estado verde pues la madera no tiene resistencia, hay altos contenidos de azúcares y almidones y no es apta para uso que requiera resistencia físico mecánica de la madera. Normalmente el tallo permanece en estado verde hasta dos años después de haber salido del suelo en estado de brote.

Madura, hecha: Cuando la madera adquiere resistencia físico mecánica, pierde su coloración verde intensa, se torna más amarillenta y normalmente aparecen en su tallo manchas de color blanco o gris claro que son indicadores de que la caña ha llegado a su madurez y debe ser cosechada. En éste grado

de madurez el tallo puede tardar de 3 a 5 años dependiendo del clima y las condiciones del sitio donde se desarrolla.

Seca: Si la caña guadua no se cosecha en estado hecho, pierde su resistencia, se tornan los tallos de color amarillento a rojizo, se seca el follaje y por disminución de la actividad fisiológica termina el ciclo de vida de ese individuo. Normalmente cuando las manchas o rodales de Guadua no son aprovechados se observan gran cantidad de individuos en estado seco que impiden la aparición de brotes por falta de espacio, luz, agua y nutrientes además de no estimularse los rizomas.

A continuación un gráfico que describe claramente las etapas sucesivas de la planta y los periodos de paso. (Fuente: Bohorquez, (1991).

2.2.5. Clasificación Taxonómica

RANGO	TAXONOMIA
Reyno	Vegetal
División	Espermatofita
Sub división	Angiospermae
Clase	Lilipsida/ Monocotiledonea
Subclase	Commelinidae
Orden	Ciperales/Glumiflorales
Familia	Gramineaea/Poaceae
Sub familia	Bambusoidae
Supertribu	Bambusodae
Trubu	Bambuseae
Subtribu	Guadinae
Género	Guadua
Especie	Angustifolia
Nombre científico	<i>Guadua angustifolia</i> , Kunth
Nombre común	Guadua

Fuente: Extraído el 25 de noviembre de 2017, Guadua y Bambú; de <http://guaduybambu.es.tl/Estudio-5.htm>.

2.2.6. Propagación asexual

Se recomienda propagar al comienzo del período lluvioso o durante el mismo, hasta dos meses antes de que finalice. Las yemas hinchadas de los rizomas son indicadores de la condición fisiológica propicia. Es el proceso mediante el cual se utilizan partes de las plantas para originar y desarrollan nuevas plantas. Los métodos más usados y con mayor éxito son la siembra de rizomas o raíces, de secciones de tallo y el cultivo de “chusquines” o brotes pequeños del rizoma.

2.2.6.1. Siembra de rizomas

El primer sistema es la siembra de rizomas, lo que genera brotes gruesos y vigorosos en corto tiempo, pero es antieconómico pues la extracción de las raíces (caimanes) de la guadúa es muy complicada además de no considerarse método de multiplicación sino de trasplante.



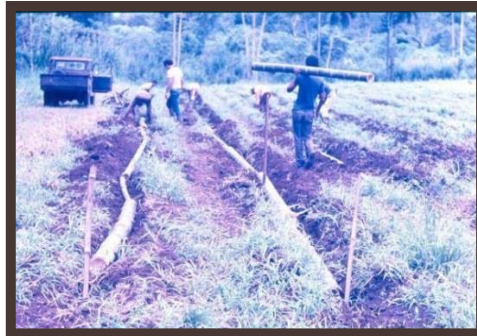
Fuente: (Mercedes, 2006)

2.2.6.2. Siembra de secciones de tallo

La siembra de secciones de tallo se puede realizar horizontal o verticalmente. Se mejoran los prendimientos agregando agua a los entrenudos y se pueden utilizar tallos de diferentes dimensiones pero que contengan siempre un nudo con yema activa para que desarrolle la nueva planta. A pesar de haberse obtenido prendimientos cercanos al 70% se

consideran que para la mayoría de los casos no se justifica la cosecha de tallos verdes para establecer nuevas plantaciones.

Fuente: (Mercedes, 2006)



2.2.6.3. El Cultivo de Chusquines

Se denomina “chusquín” a plantas delgadas y pequeñas que generan los rizomas en manchas que han sido sobre aprovechadas o afectadas por incendios, quemas o acción del viento. Un mecanismo de defensa de la planta al no tener follaje que promueva la fotosíntesis, es el de generar este tipo de plantas pequeñas.



Fuente: (Mercedes, 2006)

El seguimiento al desarrollo de los chusquines, mostró que su primera fase de desarrollo, genera brotes igual de delgados y pequeños, pero que cumplen el papel de colonización del área donde está plantado; posteriormente y una vez que han colonizado el área de sembrado, empiezan a aparecer brotes con el doble del diámetro del que las generó y

con altura directamente proporcional al diámetro. De esta manera empieza el proceso de crecimiento de la planta. Antes que ello ocurra, se procede a separar todos los brotes delgados generados por el chusquín original (deshije) que se siembran por separado, para que inicie nuevamente el rebrote y así continuar el proceso de reproducción de chusquines hasta obtener el número de plantas deseado. (Mercedes, 2006).

Normalmente el cultivo de chusquines se hace en un lugar adecuado, que se denomina banco de propagación, con adecuadas fertilizaciones, manejo de humedad y control de malezas, se pueden alcanzar 10 brotes en 90 días promedio.

Bajo estas condiciones un chusquín sembrado, que generalmente tiene un solo tallo, se adapta a la siembra en el banco de propagación en un periodo no menor a 15 días, luego de lo cual empiezan a aparecer brotes delgados del mismo diámetro que el que las generó, en cantidades variables que van desde 3 hasta 15, brotes que después de 30 días aproximadamente generan nuevos brotes pero de mayores diámetros. Este proceso es continuo y repetitivo lo cual si no se interrumpe en esta fase de vivero, genera brotes cada vez más gruesos hasta llegar a diámetros comerciales de 10 centímetros en aproximadamente 3 años. (Mercedes, 2006).

Con el fin de obtener la mayor cantidad de brotes delgados y evitar la aparición de brotes gruesos se debe interrumpir este proceso natural, separando los brotes nuevos del chusquín original oportunamente mediante un proceso manual y muy sencillo denominado deshije que

consiste en separar cada uno de los brotes con sus raíces y raicillas. (Mercedes, 2006).

Hay que tener especial cuidado al extraer el chusquín con todos los brotes para que las raicillas no se separen, también se debe procurar mantener todo el tiempo las raíces en contacto con agua para evitar la deshidratación de la planta y tratar de hacer el deshije a la sombra para evitar la acción directa de los rayos solares. Normalmente una planta sembrada en el banco de propagación produce 5 brotes al cabo de tres meses, pudiendo ser mayor o menor este número y tiempo de acuerdo las condiciones de suelo y clima en la fase de vivero. Las plantas producidas luego del deshije deben sembrarse lo antes posible ya sea en bolsas plásticas llenas de sustrato fértil, o nuevamente en banco de propagación para continuar multiplicando el número de plantas. El rendimiento de esta actividad depende de la pericia y entrenamiento del personal, normalmente un obrero deshija y siembra en bolsa plástica 1.000 plantas por día. (Mercedes, 2006).

2.2.7. Ecología del Guadua

La guadua por su desarrollo es una planta social de grandes beneficios para el ambiente y el hombre y sus productos actúan a manera de reguladores térmicos y acústicos cuando son empleados como elementos integrales de la construcción de viviendas, es de rápido crecimiento, los rizomas y las hojas en descomposición conforman en el suelo símiles de esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales. (Mercedes, 2006).

El sistema entretrejido de rizomas y raicillas originan una malla de grandes dimensiones que le permite comportarse como muros biológicos eficientes de contención que controlan la socavación lateral y amarran fuertemente el suelo, evitando la erosión y haciendo de la guadua una especie protectora.

De los aportes más valiosos de esta especie es de mencionar su comportamiento como una bomba de almacenamiento de agua cuyo funcionamiento es el principio de vasos comunicantes, absorbiendo importantes volúmenes de agua que almacena en su sistema rizomático como en el tallo. Es de resaltar la purificación que realiza en el ambiente la guadua y más agradable a la vista cuando los guaduales ondean el paisaje, dando una sensación de descanso visual y de tranquilidad espiritual.

La guadua cumple una función extraordinariamente importante desde el punto de vista ecológico, tanto por su rol en la dinámica regenerativa de las especies arbóreas y faunísticas así como por la protección que brinda al suelo contra fuertes alteraciones.

2.2.8. Descripción de sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Novoa, 2014). Un medio de crecimiento debe idealmente incorporar los requerimientos físicos y biológicos para un adecuado

crecimiento de la planta. Arias, (1991).

La distribución del tamaño de poros (determinada por la distribución del tamaño de partícula y la estructura de la mezcla) es la propiedad física más importante que afecta las condiciones de aireación y el contenido hídrico del medio. La estructura se halla principalmente relacionada con la densidad del medio la compactación. La compactación disminuye la porosidad total e incrementa el stress mecánico del medio, reduciendo la aireación del mismo y elevando el riesgo de anegamiento e hipoxia para las plantas (González, *et al* (2002).

Uno de los medios de crecimiento más usados para el cultivo de plantas en contenedores, es la turba, este material tiene una baja conductividad hidráulica a bajos potenciales agua y es muy susceptible a la evaporación, lo que origina una baja disponibilidad de agua bajo condiciones secas. Para poder acondicionar su uso como un medio de crecimiento se la ha combinado con diferentes materiales, como arcillas y otros. Gonzalez, *et al*, (2002).

2.2.8.1. Aserrín

El aserrín y la viruta son materiales que solo están disponibles en los lugares donde existen aserraderos, en donde existen talleres de muebles o carpinterías. La calidad de estos materiales depende del tipo de madera que se utiliza y de los aditivos (conservadores, etc.) que pueden haber sido añadidos, por lo que será importante realizar una prueba de fitotoxicidad para determinar la calidad agronómica del material. Puede ser empleado como sustrato después de un proceso de composteo, que

elimine resinas, taninos y otras sustancias tóxicas, que pueden ser perjudiciales para las plantas (Barea, *et al*, 1984).

Las técnicas de producción de aserrín usualmente consisten en hacer pasar la madera por una abertura a elevadas presiones y elevadas temperaturas. Debido a la fricción involucrada en el proceso, el producto es calentado a 80 - 90 °C, y gracias a esto se puede considerar al aserrín libre de patógenos. En algunos casos es tratado con vapor (100 – 120 °C). Pueden ser adicionados también colorantes naturales a la madera, como polvo de carbón (Trejo, 1994). El aserrín puede ser fabricado para tener las características físicas deseadas para el crecimiento de plantas a partir de una amplia gama de plantas leñosas y herbáceas nativas. Nutricionalmente, puede ser similar a otros sustratos con un manejo adecuado. Algunas investigaciones indican que es poca o nula la contracción por descomposición en cultivo en invernadero incluso después de 2 años para cultivos en vivero (Trejo, 1994).

Este sustrato es una buena opción para ir reemplazando a la turba, y contrarrestar los efectos ambientales que causa la extracción de este material. Propiedades químicas del aserrín Las características químicas varían según la especie. Tanto el aserrín como la viruta son de baja capacidad amortiguadora, contenido de sales variable, pH ácido, a lo que se agrega que liberan pocos nutrientes y su capacidad de intercambio catiónico o aporte de nutrientes aumenta en la medida en que se descomponen (Millar, *et al*, 1975). En general, el contenido de nutrientes es bajo. El pH del aserrín de eucalipto por ejemplo, varía entre 3.5 y 5 para el material fresco, subiendo a valores de 6.5 después del compostaje

(Masaki, 2000). El aserrín y las virutas se descomponen muy lentamente debido al elevado contenido de ligninas y compuestos lignocelulósicos. El aserrín y las virutas de pino, abeto y varias especies de dicotiledóneas deben ser composteadas, puesto que tienen una relación C/N elevada.

Debido a su contenido de nitrógeno bajo, es conveniente añadir una fuente de nitrógeno durante el compostaje (Celik, 2004).

Propiedades físicas del aserrín El aserrín tiene elevado nivel de porosidad total y en la mayoría de los casos un alto nivel de capacidad de aireación y un bajo nivel de agua fácilmente disponible. También tiene mayor difusión de oxígeno comparado con la turba. En adición a esto, como resultado de la compresión mecánica, las propiedades físicas del aserrín pueden cambiar considerablemente.

Tanto el aserrín como la viruta presentan partículas grandes, proporcionan una buena aireación y buen drenaje, el primero presenta buena retención de humedad no así la viruta que por sus características proporciona alta aireación, presenta baja densidad y poca estabilidad física (Celik, 2004).

Desventajas de uso El aserrín por si solo puede presentar problemas de exceso de humedad, por lo que debe mezclarse con materiales de partículas más gruesas que aporten aireación, tanto durante el compostaje como en el cultivo, puesto que el material puede compactarse produciendo procesos anaeróbicos de fermentación que dan lugar a algunos ácidos orgánicos. Conviene usar una mezcla de aserrín y viruta ya que proporcionan mejores características de retención de

humedad y aireación (Cardona *et al.*, 2005). El aserrín deberá estar parcialmente composteado porque en estado fresco su tasa de descomposición e inmovilización de nitrógeno es excesiva y podría contener sustancias tóxicas como resinas, taninos o turpentina. Por lo que es conveniente que el nitrógeno en la fertilización sea elevado (Celik, 2004) sugieren que incorporando un inhibidor de la desnitrificación (50 ppm de nitrapyrin) a aserrín y corteza se incrementa el peso de la planta y la relación nitrato: amonio con un incremento en el nitrógeno aprovechable en el medio.

La aplicación de vapor es una alternativa de compostaje para residuos de especies de madera dura, ya que reduce grandemente la fitotoxicidad, pero en el caso de especies de madera suave la incrementa (Jáquez, 1990).

El aserrín derivado del nogal contiene toxinas que matan o limitan severamente el crecimiento de las plantas; el aserrín de la secuoya puede ser tóxico si no es expuesto a la intemperie, o si no es cuidadosamente lavado ya que su alto contenido de manganeso podría ser el problema. El aserrín de tuja roja (*Thuja applicata* D.) y el de cedro rojo son tóxicos para las plantas, por lo que debe conocerse plenamente el tipo de aserrín que se esté usando Manzur. (1998), menciona también que el costo del nitrógeno requerido para compensar la disminución de nitrógeno provocada por el aserrín, también debe ser considerado, ya que las ventajas económicas de usar aserrín podrían dejar de serlo por el costo del nitrógeno adicional utilizado. Es importante asegurarse que el material no haya sido tratado con aditivos tóxicos, además el material debe ser

desechado después de dos ciclos de cultivo, para evitar gastos de esterilización Manzur (1998).

2.2.8.2. Compost

El composteo de las excretas antes de su incorporación al suelo favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación (Stern, 2001). Se define como la degradación bioquímica de la materia orgánica por la acción de una población mixta de microorganismos aeróbicos (Cotero, 2016), la cual se convierte en un compuesto bioquímicamente inactivo llamado composta, que al ser aplicada al suelo.

2.2.8.3. Fibra de coco

El residuo de la fibra de coco como sustrato de cultivo ha sido utilizado con éxito. Su utilización en los países más avanzados es muy reciente, tal es el caso del cultivo de rosa en Colombia, la gerbera y las orquídeas en Costa Rica, (Castaño, 2004). Las razones de su utilización son sus extraordinarias propiedades físicas, su facilidad de manejo y su carácter ecológico. La turba del coco pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (INIA, 2008). El proceso de producción de la fibra de coco puede ser dividido en dos etapas:

- La extracción de las fibras de coco.
- La producción de las láminas de fibra de coco.

Estos dos tipos de procesamiento pueden ser realizados en una

misma planta o en plantas separadas. Los cocos pasan por un proceso de descascarillado, luego estas cáscaras son pasadas por un proceso de desfibrilado, las cuales serán compactadas y embaladas para su posterior procesamiento en láminas (INIA, 2008).

Aproximadamente 12,500 cáscaras de coco producirán 2.5 toneladas diarias de fibra de coco por turno de 8 horas diarias, con un peso de las cáscaras cercano a los 800 gramos. Las características químicas se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas de la fibra de coco

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Ph	5	
Conductividad eléctrica	2.15	mS/cm
Nitrógeno total	0.51	%
Fósforo total P ₂ O ₅	0.2	%
Potasio total K ₂ O	0.6	%
Calcio total CaO	1.4	%
Magnesio total MgO	0.2	%
Sodio total NaO	0.187	%
Hierro total Fe	0.206	%

Fuente: INIA, (2008).

La fibra de coco, utilizada como componente de sustratos a base de turba, proporciona una alta capacidad de retención de agua, una elevada aireación del sistema radicular, así como una gran estabilidad de los valores de pH y conductividad eléctrica del medio. Es altamente porosa,

ayuda en el desarrollo fuerte de la raíz. Tiene una textura fibrosa suave que no forma una capa impermeable cuando es seca (Bohorquez, 1993).

La fibra de coco es un material orgánico y su proceso de fabricación forma parte de una gran industria que emplea al mismo como material base. De este modo, el empleo de esta fibra no supone una alerta patógena contra el medio ambiente. La fibra de coco es un excelente sustrato para el desarrollo radicular; de hecho, es posible tratar directamente con ella sin necesidad de emplear tratamientos o agentes especiales para la siembra o depósito de los plantines de pascua. A diferencia de otros tipos de medio de cultivo, la fibra de coco mantiene una elevada capacidad de aireación incluso cuando está completamente saturada. Dispone de una capacidad de amortiguación (efecto buffer o tampón), que permite a las plantas superar sin consecuencias cortos períodos de deficiencias nutricionales y/o hídricas (INIA, 2008).

La posibilidad de elegir una granulometría u otra de fibra de coco Pelemix, permite al productor diseñar el medio de cultivo más adecuado a sus necesidades concretas de cultivo, hecho que redundará en unos mejores resultados en las cosechas. Mayor retención de humedad (66%) en comparación a otros sustratos, tales como la cascarilla de arroz, olote molido, fibra de palma africana, etc., Florián, (1991).

2.2.8.3.1. Características de la fibra de coco

Estas son algunas de las **características físicas y químicas** que nos ofrece este sustrato:

PARAMETRO	CANTDAD
Ph	5,5-6,5
Conductividad eléctrica	< 0,8 mS/cm
Porcentaje de aireación	10-40 %
Capacidad de retención de agua	25-50 %
CIC (capacidad de intercambio catiónico)	70-100 meq/100 g
<u>C/N (relación carbono nitrógeno)</u>	80:01:00
Contenido en celulosa	20-30 %

Fuente: Florián, (1991)

Desventajas de uso La elevada salinidad que proviene del lavado o contacto con agua de mar en las zonas de origen; puede resultar un inconveniente para el cultivo, habiéndose encontrado lotes de distintas características (es conveniente analizar todos los lotes de fibra de coco, al menos, con respecto a la salinidad). Se han descrito también algunos problemas de exceso de cloro, sodio o potasio Florián, (1991).

Aunque en general la fibra de coco puede utilizarse fresca, para algunos tipos de fibra de coco que presentan fitotoxicidad en el material fresco, es preferible el compostaje antes de su uso en mezcla para sustratos, debiéndose añadir nitrógeno al compostaje Arias y Hoyos (2004). Es necesario compostear el material fresco de fibra de coco durante 2 o 3 meses, debido a la presencia de sustancias fitotóxicas, así como agregar durante el composteo 1% de nitrógeno en forma de urea y 2% de CaCO₃ Cabrera, I.R. (1999). Debido a las particulares propiedades físicas y químicas del polvo de coco, las técnicas de riego y los regímenes nutricionales deberán ser ajustados

para cada cultivo (Noguera et al., 1997). Considera como problema, el hecho de que el coco se compacta (9 – 20 %). Si el diseño del sistema se basa en cubetas, tal vez sea necesario añadir más fibra de coco en algún momento.

2.2.9. Microorganismos de montaña

Se ha encontrado que los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que ocurren en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de composta, pues ésta puede estimular y alargar el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo cual, se considera importante conocer la naturaleza de las interacciones y definir cuáles son los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbioses utilizados. (Rodríguez, 1997).

Es conocido que las raíces de las plantas ejercen una acción selectiva sobre ciertos microorganismos del suelo, repercutiendo en la estimulación del crecimiento de ciertos grupos y en la supresión de otros. Las plantas a su vez, después de que terminan su ciclo de vida pasan a formar una parte importante de la materia orgánica. Se puede concluir indicando que la productividad del suelo, (Capacidad de producir un cultivo específico o secuencia de cultivos bajo unas prácticas definidas, se mide en términos de producción obtenida (“output”) con relación a los “inputs” de factores de producción, para un tipo específico de suelos y en un sistema definido de cultivo. (Velez, 2015) está actividad está ligada a la falta o escasez del

conglomerado orgánico y que la materia orgánica no solamente constituye un almacén de alimentos para las plantas, sino también para los microorganismos del suelo y que estos controlan la cantidad de alimentos disponibles, por lo tanto un suelo fértil es rico en microorganismos. De ahí la importancia de considerar al suelo y su calidad biológica, como un elemento crucial para el diseño e implementación de los sistemas agrícolas sostenibles. (Manzur, 1998).

Dentro de las relaciones más importantes generadas durante el proceso de evolución de las plantas y los microorganismos están los que se refieren a las diferentes simbiosis entre bacterias, actinomicetos, cianobacterias y diferentes tipos de plantas. Al uso práctico de estos microorganismos simbióticos se le ha llamado biofertilizantes (Barea *et al.*, 1984). Los cuales se definen como microorganismos de montaña los que están conformados por Bacterias y hongos capaces de fijar N simbiótico y libre, solubilizar el P, producir estimuladores de crecimiento y capaces de reducir las enfermedades fungosas y nematodos (Osorio, 1994).

Uno de los ejemplos más conocidos de la simbiosis entre los microorganismos de montaña que mejoran la nutrición de los cultivos y que han sido más ampliamente estudiados, son las bacterias fijadoras del N atmosféricas de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* que establecen simbiosis con las leguminosas. El establecimiento y la actividad de la simbiosis, se manifiestan por la formación de estructuras nodulares en la raíz de la planta (Mercedes, 2006). En las asociaciones donde no hay formación de nódulos, el microambiente favorable de la planta se utiliza como un nicho alternativo para la fijación biológica

de N, lo cual ocurre por la asociación con bacterias diazotróficas como *Azospirillum spp*, *Acetobacter diazotrophicus*, *Azoarcus sp.* y *Herbaspirillum seropedicae*. (Nuñez, *et al*, 1991) afirman que el N que ingresa por vía biológica a la comunidad de las plantas, puede llegar a ser más del 60%.

2.2.10. Tierra negra y arena

El suelo es, por naturaleza, el principal medio de crecimiento de las plantas, su utilización en vivero es muy común debido a su disponibilidad e inclusive sin costo, aunque no siempre cumplen con condiciones óptimas para su utilización en vivero. González (2002) menciona que el suelo común presenta problemas como: La degradación del suelo superficial por el llenado de bolsa, es hospedero de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura, pobre compactación que perjudica al momento de hacer el trasplante al campo definitivo, la calidad de la parte física y química no es constante. Por lo tanto, es necesario tratar a cada suelo de modo específico, con el fin de conseguir que las altas exigencias de este tipo de cultivos sean satisfechas. Este objetivo se alcanza con mayor facilidad en terrenos con contenidos de 50-60% de arena, 12-20% de limo, 10-15% de arcilla y 6-8% de materia orgánica (FAO, 2002).

Los suelos franco arenosos o francos son ingredientes buenos para la preparación de mezclas con suelo. Los francos tienen las características físicas deseables de las arcillas y las arenas sin mostrar las propiedades indeseables de soltura extrema, baja fertilidad, y baja retención de humedad por un lado, y adherencia, compactación, drenaje y movimiento

lento del aire por el otro. Puesto que los problemas que envuelven el drenaje y la aireación son acentuados cuando el suelo es colocado en un recipiente, los francos o franco arenosos son preferidos al franco limoso o arcilloso. (Astier, *et al*, 2002).

El suelo necesita una preparación y un manejo especial; por ejemplo:

- Enriquecimiento con materia orgánica para mejorar la textura y otras características relacionadas con ella;
- Regulación de las condiciones de nutrición, alcalinidad y salinidad; Regulación de las condiciones biológicas para limitar la aparición de plagas y enfermedades en el suelo.

Astier, (1994), menciona que las propiedades más relevantes de la tierra negra son: la retención de humedad, textura franco arcilloso, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación, estabilidad estructural, etc, depende marcadamente de aportaciones de materia orgánica.

2.2.11. Arena de río

La arena es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, disponibilidad y económico. Las recomendaciones sobre su tamaño son considerablemente variable (Lee, 1985). Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su

pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores (Arias, 2004).

La arena reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0,5 a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La CIC es de 5 a 10 meq/l. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos.

De acuerdo a Herrera, *et al*, (1999), la arena de grado satisfactorio para el enraizamiento es la que se usa en albañilería para enlucidos, siendo esta la más utilizada de los medios. La arena virtualmente no contiene nutrientes por lo que no tiene capacidad amortiguador respecto a sustancias químicas.

2.3. Definición de términos básicos

- **Brotes.-** Tallo, yema o rama que empieza a desarrollarse en una planta.
- **Esquejes.-** Tallo, rama o retoño de una planta que se injerta en otra o se introduce en la tierra para reproducir o multiplicar la planta.
- **Estacas.-** Palo con punta en un extremo para que pueda ser clavado.
- **Guadua.-** Planta gramínea parecida al bambú que tiene un tallo arbóreo, espinoso y lleno de agua, que suele medir hasta 20 m de alto por 20 cm de ancho; se utiliza en la construcción de instalaciones rurales.
- **Hijuelos.-** Retoño que nace de la raíz de una planta.
- **Microorganismos.-** Organismo microscópico animal o vegetal.
- **Simbiosis.-** Asociación íntima de organismos de especies diferentes para

beneficiarse mutuamente en su desarrollo vital.

- **Supervivencia.-** Conservación de la vida, especialmente cuando es a pesar de una situación difícil o tras de un hecho o un momento de peligro.
- **Sustratos.-** Medio en el que se desarrollan una planta o un animal fijo.
- **Turba.-** Carbón ligero, esponjoso y de aspecto terroso que se forma en lugares pantanosos debido a la descomposición de restos vegetales.
- **Vigorosidad.-** Cualidad vigorosa, que tiene fuerza para realizar o resistir circunstancias difíciles.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Al menos un tipo de los sustratos orgánicos potenciarán el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos determinará la supervivencia de los esquejes de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.
- b. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos potenciará el mayor número de brotes de los esquejes sembradas según tratamientos de bambú guadua.
- c. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos determinará la vigorosidad de las plántulas (evaluando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro y número de hojas).

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente:

Sustratos orgánicos

2.5.2. Variable dependiente

Vigorosidad de las plántulas. Para lo cual se consideran como indicadores:

- a. **Porcentaje de supervivencia de los esquejes.** Se elaboró una ficha de evaluación para determinar el número de esquejes vivos y muertos por tratamiento, expresándolo en porcentajes de supervivencia. Se evaluó la cantidad de esquejes que emiten raíces y brotes por estaca sembrada cada 20 días.
- b. **Número de brotes.** Para determinar el número de brotes por esquejes se preparó una ficha de evaluación en el que se registrará cada 20 días el número de brotes que emiten los esquejes, evaluando la fecha de la aparición del primer brote, así como la supervivencia del mismo.
- c. **Diámetro del brote.** Se utilizó un vernier para determinar el grosor del tallo de los brotes por tratamiento a los 20, 40, 60, 80 y 100 días.
- d. **La altura de los brotes.** Se utilizó una regla de 50 cm. de largo para medir la altura de brotes por tratamiento a los a los 20, 40, 60, 80 y 100 días.
- e. **Evaluar el número de hojas.** Se contará el número de hojas de los brotes por tratamientos considerando 5 repeticiones por tratamiento a los a los 20, 40, 60, 80 y 100 días.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE		
5 sustratos	Aserrín	Balanza
	Compost	Balanza
	Fibra de coco	Balanza
	Microorganismos de montaña	Balanza
	Testigo (Arena y tierra negra)	Balanza
DEPENDIENTE		
Vigorosidad de la planta	Porcentaje de supervivencia de los esquejes.	Conteo
	Promedio de brotes. .	Conteo
	Diámetro de los brote	Vernier
	Longitud de los brotes	Regla 50 cm
	Número de hojas.	Conteo

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Investigación Experimental

3.2. Métodos de Investigación

Investigación Deductiva Inductiva

3.3. Diseño de la Investigación

El análisis estadístico que se realizó estuvo basado al modelo aditivo lineal, que para el análisis de varianza, de un ensayo de Diseño Completamente al Azar se presenta:

MODELO ADITIVO LINEAL

$$X_i = \mu_i + \tau_i + E_{ij}$$

Dónde:

X_i = Observación cualesquiera dentro del experimento.

μ_i = Media poblacional.

τ_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental

Los resultados se analizaron basados en el análisis de varianza propio del diseño estadístico experimental, y mediante la prueba comparación de medias según Tukey al nivel de 0,05 (Cochram y Cox, 1990).

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Se cultivó 1250 plantas estratificadas en 5 tratamientos y 5 repeticiones, considerando una cama de germinación de 1 x 2 m. por tratamiento (Ver anexo 03 y 04). Se plantó un esqueje con un distanciamiento de 0.20 m. entre esquejes y 0.20 m. entre líneas.

3.4.2. Muestra

El muestreo en cada parcela experimental se realizó tomando 4 esquejes para realizar las evaluaciones para los cinco tratamientos y por cinco repeticiones, evaluándolos cada 20 días.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación, con la cual se realizó el recojo de la información para dar respuesta al problema de nuestro estudio, el principal instrumento de recolección de datos fue la regla de metal milimétrica con error de 1 mm, el vernier con error de 0.1 mm; y para el registro de los datos se usaron las fichas técnicas de registro de datos.

3.5.1. Instrumentos de campo

- Estacas
- Cordel
- Cal
- Letreros

- Mochila fumigadora
- Azadón
- Machete
- Wincha
- Balanza
- Lampa

3.5.2. Instrumento de escritorio

- Libreta de campo
- Lápiz
- Plumones
- Bolígrafos
- Regla
- Vernier

3.5.3. Instrumento biológico

- Esquejes de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) (anexo 01)
- Microorganismos de montaña (anexo 02)
- Compost
- Aserrín compostado
- Fibra de coco compostado

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos de la variable en estudio se realizó con la ayuda de tablas elaboradas para esta investigación, que consta de una fila con 20 columnas en las que se registró el número de tratamientos, el número de repetición y las 10 evaluaciones que se realizaron cada 10 días, para el porcentaje de supervivencia,

número de brotes, diámetro de brotes, altura del brote y número de hojas.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla una muestra de las tablas que se usaron para esta investigación, para registrar los datos, materia de la presente investigación:

**Muestra de la tabla para registrar los datos de la investigación según
parámetros a evaluar; ejemplo:**

Diámetro del brote en cm:

Fecha de siembra:

Tratamiento	Repetición	Días									
		10 días	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días	70 días	80 días	90 días	100 días
T1	01										
T1	02										
T1	03										
T1	04										
Prom											
T2	01										
T2	02										
T2	03										
T2	04										
Prom											
T3	01										
T3	02										
T3	03										
T3	04										
Prom											
T4	01										
T4	02										
T4	03										
T4	04										
Prom											
T5	01										
T5	02										
T5	03										
T5	04										
Prom											

3.7. Tratamiento estadístico

El tipo de diseño para esta investigación que se aplicó fue el DCA (Diseño Completamente al Azar) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El tratamiento estadístico fue sometido al Análisis de varianza, el cual, es una técnica para análisis de datos, donde se prueba la hipótesis nula que todos los tratamientos son iguales, contra la hipótesis alternativa que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás, utilizando el siguiente formato:

ANVA (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamientos							
Error							
Total							

- Cuando el F calculado es mayor que el F teórico al 5% y al 1 % la significación del ANVA es significativa.
- Cuando el F calculado es mayor que el F teórico al 5% y al 1 % la significación del ANVA es altamente significativa.
- Y, cuando el F calculado es menor que el F teórico al 5% la significación del ANVA es no significativa.

Para las comparaciones múltiples empleamos la prueba estadística de Tukey, que se utiliza en el ANVA, para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores, mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado (0.5%) para nuestro caso.

Para el desarrollo del análisis estadístico, se utilizó el software SPSS ver. 22.

Para analizar los datos de tipo cuantitativo para determinar el ANVA y las

comparaciones múltiples.

3.8. Selección, Validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Los instrumentos utilizados en la presente investigación fueron seleccionados y validados mediante el apoyo de bibliografía, presentados en los trabajos de investigaciones similares a nuestro tema para determinar la caracterización de los sustratos orgánicos en el crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) en condiciones de vivero, pero realizados en otros países. En base a lo obtenido de dichas fuentes, se elaboraron las listas de descriptores morfológicos para el bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth).

3.9. Orientación Técnica

La presente investigación es de tipo experimental, el cual está direccionado a conseguir resultados fidedignos, por ello ha sido legítimamente aprobada por los miembros de jurado calificador del proyecto de tesis para su ejecución, por lo que la obtención de la información y datos de la investigación es indiscutiblemente de fuente verídica.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de trabajo de campo

4.1.1. Localización geográfica de la investigación

La investigación se realizará en el Centro Experimental de la UNDAC, de la Filial la Merced, ubicada en el distrito y provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín.

4.1.2. Ubicación geográfica del experimento:

- Longitud Oeste : 075°20'402''
- Latitud Sur : 11°04''.272'
- Altitud : 813 m.s.n.m
- Zona de Vida : bh-PT.

4.1.3. Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque

Húmedo – Premontano Tropical (bh-PT), Holdridge (1970). En el Cuadro 1 se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2016), que a continuación se indican:

4.1.4. Manejo Agronómico

El Experimento se iniciará seleccionando las estacas de bambú, luego se realizará la siembra de estacas de bambú guadua en los cajones de cultivo en el vivero, a partir del mes de julio de 2017. La variedad de bambú a utilizar será la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), altamente cotizado por el rápido crecimiento de su culmo.

Las estacas a sembrar será de bambú *Guadua angustifolia* Kunth, de 20 cm. Debiendo tener el esqueje varios brotes para facilitar el enraizamiento y crecimiento de la planta. Los chusquines estarán disponibles para su trasplante a los tres meses después de la siembra.

La selección de las estacas de bambú se realizará buscando plantas jóvenes de 3 años de edad, colectadas del mismo lugar en el distrito de Chanchamayo, con la intención de tener plantas adaptadas a este ambiente altitudinal y ecológico, la desinfección se iniciará con el lavado de las estacas con detergente comercial al 5% durante 10 minutos y luego lavados con abundante agua de caño, luego se desinfectará con producto comercial fungicida sistémico para el control de hongos patógenos causantes de enfermedades en diversos cultivos., luego serán secados con papel toalla y colocados en baldes desinfectados con agua des ionizada.

La siembra en vivero se realizará en cajas de propagación a raíz desnuda, debiendo tener cuidado los 8 a 15 días luego de emerger la plántula,

debiendo brindarle sombra con alta penumbra, luego de esta fecha son resistentes al sol.

El control de malezas en el vivero se realizará en forma manual, programándose 2 controles, los primeros 15 días después de la siembra y la segunda 25 días después. No se realizará ningún control de plagas del suelo.

Se debe proporcionar abundante riego de preferencia regar dos veces al día.

Se evaluará en esta investigación el porcentaje de supervivencia de las estacas sembradas, el número de hijuelos (yemas), la altura de la planta (chusquines), el diámetro del tallo (chusquin) y número de hojas.

La preparación del lugar de cultivo se iniciará con la limpieza y desinfección del vivero con cal viva, el fumigado del vivero será con fungicida sistémico. Se preparará las cajas de cultivo de 1 x 2.00 m² x 0.30 m. de altura.

Se añadirá a cada caja de cultivo el sustrato motivo de la investigación, consistente en arena 10 cm. de altura y bokashi enriquecido con microorganismos de montaña 70 % en diferentes concentraciones para T1 con 10%, T2 con 20%, T3 con 30%, T4 con 40% y T5 con 0 % de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña, completando los porcentajes con tierra agrícola negra.

La siembra se realizará en forma manual a un distanciamiento entre estaca de 0.2 mts entre plantas, con 50 estacas por caja de cultivo o tratamiento. Se sembrará una caja de cultivo por cada tratamiento, realizando una

evaluación al azar de 4 plantas como repetición para cada tratamiento.

Se realizará riegos por aspersión, con una frecuencia de dos veces al día, el control de malezas se realizará en forma manual. No se realizará ningún control de plagas en los tratamientos, con la intención de determinar la influencia de los microorganismos de montaña sobre el control de las plagas.

4.1.4.1. PREPARACIÓN DE SUSTRATOS

1. Elaboración de los microorganismos de montaña madre en medio sólido

A. Ingredientes:

- Microorganismos de Montaña (MM) 1 Quintales
- Semolina de arroz, harina de maíz o sorgo..... 1 Quintales
- Melaza.....1 Galón
- Barril plástico de 200 litros de capacidad, con tapadera y cincho metálico.....1 unidad
- Pala.....1 unidad
- Regadera1 unidad
- Mazo de madera.....1 unidad

B. Recolección de microorganismos de montaña

Para asegurar mayor efectividad de los microorganismos en el suelo es recomendable que se tomen de la zona cercana al sitio donde se van a utilizar; ya que están adaptados al tipo de materia orgánica, temperatura, humedad y otras condiciones del clima.

Para recolectar los microorganismos de montaña de los lugares seleccionados, se aparta la capa de hojas de la superficie, luego debajo de esta se toma la hojarasca en descomposición, que contiene los microorganismos, y luego la colocamos dentro de bolsas o sacos.

En el suelo se reconocen fácilmente por la formación de micelios blancos debajo de la hojarasca.

C. Procedimiento

1. Limpieza y desmenuzado del material colectado

Se elimina las piedras y palos gruesos. Luego se desmenuza todo el material manualmente con la ayuda del mazo.

2. Agregar afrecho

Se agrega 1 quintal de afrecho a los microorganismos de montaña mezclando con una pala. Repetir esta acción 2 a 3 veces, hasta conseguir una mezcla uniforme.

3. Diluir la melaza con agua

Se añade agua en partes iguales con la melaza, luego se agrega esta melaza disuelta a la mezcla, La humedad se determina realizando la “prueba del puño”, que consiste en tomar un puñado de material, al oprimirlo con la mano debe formar una bolita sin escurrir agua, al tocarla con el dedo debe desmoronarse con facilidad.

4. Colocar la mezcla dentro del barril.

Hacer capas de 15 centímetros, y con un mazo de madera, apelmazar dentro del barril hasta compactar bien cada capa. Al terminar de llenar el barril debe dejarse un espacio vacío de unos 10 centímetros entre la tapadera y el material compactado.

5. Sellado del barril

Cerrar y sellar con aro metálico, hule o plástico el barril. Dejar en reposo por 15 a 20 días, en un lugar fresco y sombreado para favorecer su reproducción y luego utilizarlos.

Al destapar el barril se siente un olor agradable a fermentado y la coloración del MM debe ser café claro.

2. Elaboración del compost

Picado del material y amontonamiento. El material a compostar se pica manual o mecánicamente de preferencia en fragmentos de 10-15 cm. Se toma normalmente como unidad de tiempo la semana para amontonar material en una misma pila, antes que empiece la fase termofílica o de higienización, y así evitar la re-contaminación del material con material fresco. Otro aspecto importante aquí es la mezcla de material para alcanzar una relación C:N adecuada. El rango ideal de la relación C:N para comenzar el compostaje es de 25:1 a 35:1. Volteo. Normalmente, se hace

un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas, y luego pasa a ser un volteo quincenal. Esto depende de las condiciones climáticas y de la humedad y aspecto del material que se está compostando.

Se debe hacer un control de aspecto visual, olor y temperatura para decidir cuándo hacer el volteo (véase punto siguiente, control de temperatura, humedad y pH).

Es importante optimizar el espacio de operación y volteo Comprobación que ha finalizado el compostaje (en fase de maduración): para comprobar que el compost ha entrado en fase de maduración, el material, aun húmedo no aumenta de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo. Sin embargo, existen también otras pruebas que se realizan para comprobar esta fase: Si se tiene acceso a un laboratorio se puede realizar una prueba de respiración o de autocalentamiento.

Si no hay esa posibilidad, se deben tomar varias muestras (mínimo 3 muestras) representativas del tamaño de la pila para analizar el aspecto y olor del material compostando. Debe estar oscuro, con olor a suelo húmedo, y cuando se realiza la prueba del puño, no debe mostrar exceso de humedad. Se puede, además, hacer un cuarteo (división de la pila en 4 partes iguales) y tomar de cada cuarto 3 muestras de 100 gramos de material compostado, introducirlas en

bolsas plásticas y dejarlas por dos días en un lugar fresco y seco. Si al cabo de este tiempo, la bolsa aparece hinchada (llena de aire) y con condensación de humedad puede ser indicativo de que el proceso aún no ha finalizado (el compost está inmaduro).

Otra técnica es la de introducir un machete o instrumento metálico de 50 cm hacia el centro la pila. Si al cabo de 10 minutos al retirar el machete se siente caliente (no se puede tocar porque quema), quiere decir que el material aún está en proceso de descomposición.

En estos casos, se debe dejar la pila para que continúe el proceso de compostaje.

Cernido o Tamizado. Una vez se ha comprobado que el compost está maduro, se realiza un tamizado del material con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (metales, vidrios, cerámicas, piedras). El tamaño del tamiz depende de la normativa del país, pero comúnmente es de 1,6 cm.

El tiempo de maduración es aproximadamente de 12 semanas (3 meses).

3. Sustrato de fibra de coco

El proceso de producción de la fibra de coco se divide en dos etapas:

- La extracción de las fibras de coco

- La producción de las láminas de fibra de coco

Estos dos tipos de procesamiento pueden ser realizados en una misma planta o en plantas separadas. Los cocos pasan por un proceso de descascarillado, luego estas cáscaras son pasadas por un proceso de desfibrilado, las cuales serán compactadas y embaladas para su posterior procesamiento en láminas (Paulitz, 2001).

El proceso consistirá en:

- a. Obtener los cocos con toda cascara
- b. Realizar los cortes a las cáscaras de los cocos
- c. Realizar el trozado de las fibras
- d. Tamizado de la fibra
- e. Mezclar con tierra negra en proporción de 4 : 1 (coco: tierra)

4. Sustrato de aserrín descompuesto

El aserrín es una mezcla de astillas y polvo grueso que queda después del corte de las maderas. Se usará para preparar el almácigo con la intención de retener humedad, se remojará el aserrín con agua por lo menos dos veces a la semana por 2 meses, para liberarlo de los químicos que podrían dañar a las plantas. El aserrín como sustrato se va a mezclar con tierra negra en la proporción de 1:1 (1 kg de aserrín para 1 kg de tierra negra).

5. Preparación de la mezcla de tierra negra con arena

Se utilizará tierra negra extraída de las zonas aledañas al vivero del campo experimental de la Filial la Merced.

Se procederá a realizar el tamizado con una zaranda de 0.5 cm. de diámetro, luego se colectará la arena tipo cascajo de 2mm. de diámetro, se lavará, para realizar la mezcla respectiva. La proporción de mezcla será de 1:1 con la tierra negra.

4.1.5. Tratamientos a evaluar

LOS TRATAMIENTOS EN LA PROPORCION DE 4 : 1

T1	Aserrín + tierra
T2	Compost + tierra
T3	Fibra de coco + tierra
T4	Microorganismos de montaña + tierra
T5	Testigo (tierra negra + arena)

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Porcentaje de supervivencia de los esquejes

El porcentaje de supervivencia de esquejes vivos para los 100 días de cultivo se muestra en el cuadro 01. Observamos que los T1, T2, T3 y T4, con sustrato de aserrín, compost, fibra de coco, y microorganismos de montaña respectivamente son los que muestran mayor supervivencia, por último el T5 con es el que menos supervivencia presenta. Concluyendo que utilizando los sustratos orgánicos diferentes, en los tratamientos tienen menor mortalidad de las plantas de guadua (Ver cuadro 01).

Cuadro 01: Evolución del porcentaje de supervivencia

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1	91.00	78.00	72.00	71.00	71.00
T2	95.50	83.50	79.00	79.00	79.00
T3	94.00	86.00	78.50	78.50	78.50
T4	91.00	77.50	75.00	75.00	75.00
T5	91.00	81.00	67.75	65.00	65.25

DATOS PROCESADOS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	72.5	62.0	58.1	57.4	57.4	307.5
T2	77.8	66.0	62.7	62.7	62.7	332.0
T3	75.8	68.0	62.4	62.4	62.4	331.0
T4	72.5	61.7	60.0	60.0	60.0	314.2
T5	72.5	64.2	55.4	53.7	53.9	299.7

De Decisión: Siendo el valor del estadístico de prueba calculado (**Fc**) menor a **Ft (0.05)** y **Ft (0.01)**, entonces según la regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (**H₀**). Ningún tipo de los sustratos orgánicos potenciará el porcentaje de supervivencia del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

Cuadro 03: Prueba estadística de Tukey para la Supervivencia de *Guadua angustifolia*

O.M	Trat.	X	ALS (D)	LIMITE	CLASIFICACIÓN	
1	T5	299.7	4.2	303.9	a	I
2	T1	307.5	4.2	311.7	b	I
3	T4	314.2	4.2	318.5	c	I
4	T3	331.0	4.2	335.2	d e	I
5	T2	332.0			e	I

Al realizar la prueba estadística de Tukey para el porcentaje de supervivencia (se presenta en el cuadro 03) observamos que se forman 5 sub grupos; el primer sub grupo lo forma el T5 con el valor más bajo de supervivencia, el segundo sub grupo T1, el tercer sub grupo T4, el cuarto sub grupo T3; (estos tres sub grupos en niveles intermedios de supervivencia), y el quinto sub grupo T3 y T2 con los valores más altos de supervivencia.

4.2.2. Promedio de brotes

La producción promedio de brotes en plantas de bambú hasta los 100 días de cultivo se muestra en el cuadro 04.

Observamos que el T2, es el tratamiento que muestra el mayor número promedio de brotes con 10.6, le sigue el T4 con 10.2, luego le sigue el T3 con 9.4, continúa el T1 con 8.6 brotes en promedio y finalmente el T5 con 8.4 brotes. Concluyendo que el sustrato de compost tiene mejor efecto para incrementar el número de brotes en *guadua angustifolia*, seguido por el sustrato compuesto por microorganismos de montaña.

Cuadro 04: Evolución del número promedio de brotes hasta los 100 días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1	0.25	2.00	3.50	5.50	6.00
T2	1.00	3.25	5.50	7.00	8.00
T3	0.50	2.25	4.50	6.50	6.50
T4	1.00	3.25	4.75	6.75	7.00
T5	0.25	2.00	3.50	5.25	5.50

Cuadro 05: DATOS PROCESADOS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	0.50	1.41	1.87	2.35	2.45	8.6
T2	1.00	1.80	2.35	2.65	2.83	10.6
T3	0.71	1.50	2.12	2.55	2.55	9.4
T4	1.00	1.80	2.18	2.60	2.65	10.2
T5	0.50	1.41	1.87	2.29	2.35	8.4

Decisión: Siendo el valor del estadístico de prueba calculado (F_c) menor a $F_{t(0.05)}$ y $F_{t(0.01)}$, entonces según la regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (H_0). Ningún tipo de los sustratos orgánicos potenciará el número de brotes del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

Cuadro 06: ANVA para el Número de brotes a los 100 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	0.758	0.190	0.334	2.87	4.43	n.s
Error	20	11.337	0.567				
Total	24	12.096					

$$S = 0.75$$

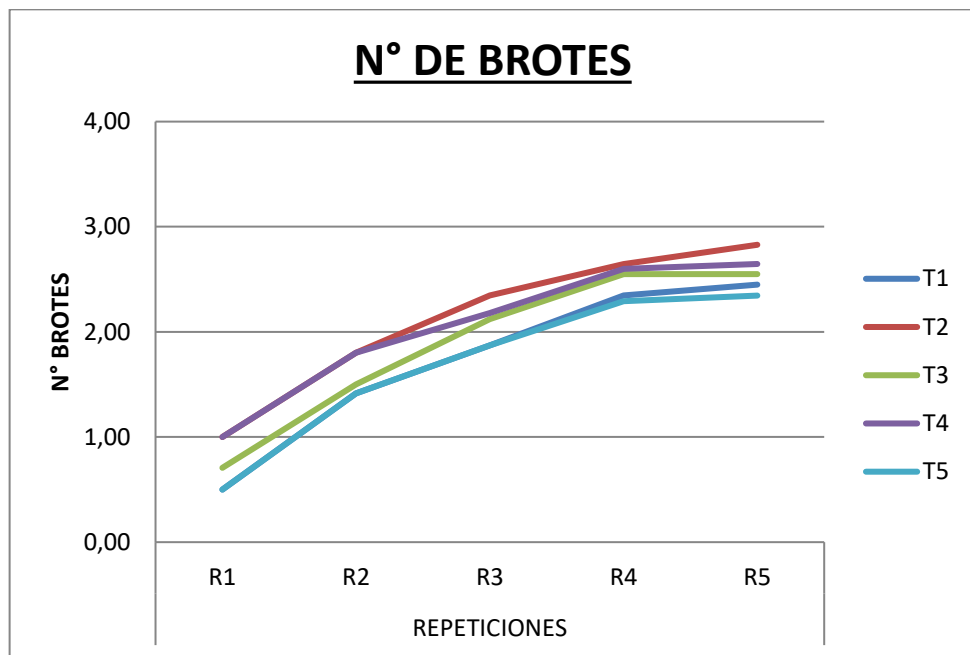
$$X = 1.89$$

$$C.V. = 39.81\%$$

Interpretación: Al realizar el ANVA se observa que en la fuente de tratamientos para el número promedio de brotes a los 100 días, que existe diferencia estadística no significativa entre tratamientos; es decir que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos. (Número de brotes del bambú Guadua).

El promedio 1.89 es decir, cada 20 días el promedio de brotes es de 1 a 2 brotes hasta los 100 días. El coeficiente de variabilidad de 39.81 % es considerado como alto. El cual indica que dentro de cada tratamiento el promedio de brote es heterogéneo.

Grafico 02: Evolución del número de brotes hasta los 100 días



Al realizar la prueba estadística de Tukey para el número de brotes (se presenta en el cuadro 06) observamos que se forman un grupo, conformado por todos los tratamientos: T1, T2, T3, T4 y T5. Indicando que no hay influencia de los tipos de sustrato en el incremento del número promedio de brotes en las plantas.

Cuadro 06: Prueba estadística de Tukey para el número de brotes

O.M	Trat.	X	ALS (D)	LIMITE	CLASIFICACIÓN	
1	T5	8.4	4.2	12.7	a	
2	T1	8.6	4.2	12.8	a	
3	T3	9.4	4.2	13.7	a	
4	T4	10.2	4.2	14.5	a	
5	T2	10.6			a	

4.2.3. Longitud de brote.

La evolución de la longitud de los brotes en los esquejes hasta los 100 días de cultivo se muestra en el cuadro 07. (Ver anexo 07).

Cuadro 07: Evolución de la longitud de los brotes hasta los 100 días

Observamos que el T4 tiene la mayor longitud de brote con 84.6 cm, le sigue el T2 con 75cm, luego el T3 con 70.3 cm, después el T4 con 84.6 cm, seguida de T1 con 68.5 cm y finalmente T5 con 63.5 cm. Corroborando que los sustratos orgánicos influyen en el crecimiento de longitud de brotes del *guadua angustifolia*.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	0.00	8.38	15.50	20.95	23.7	68.5
T2	0.00	8.78	14.50	22.75	28.95	75.0
T3	0.00	8.28	13.75	21.75	26.5	70.3
T4	0.00	13.83	15.55	26.5	29.75	84.6
T5	0.00	8.28	13.88	19.75	21.63	63.5

Decisión: Siendo el valor del estadístico de prueba calculado (**Fc**) menor a **Ft(0.05)** y **Ft(0.01)**, entonces según la regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (**H₀**). Ningún tipo de los sustratos orgánicos potenciará el crecimiento de longitud de brotes del bambú *guadua (Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

Cuadro 08: ANVA para la longitud promedio de brotes a los 100 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	50.840	12.710	0.117	2.87	4.43	n.s
Error	20	2176.578	108.829				
Total	24	2227.418					

$$S= 10.43$$

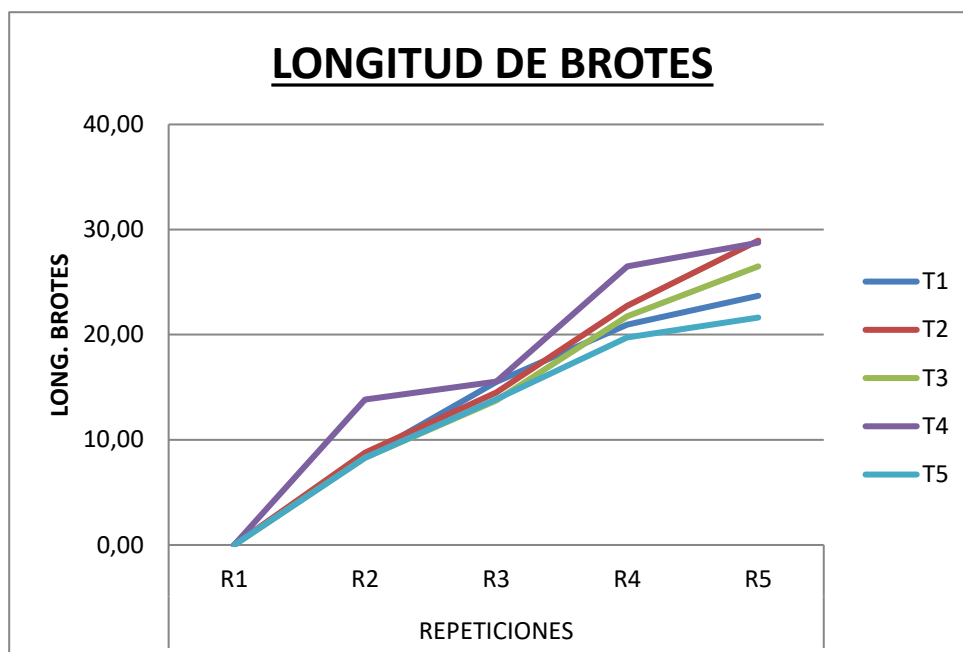
$$X= 14.48$$

$$C.V.= 72.05\%$$

Interpretación: Al realizar el ANVA se observa que en la fuente de tratamientos para la longitud promedio de brotes a los 100 días, que existe diferencia estadística no significativa entre tratamientos; es decir que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos. (Longitud de brotes del bambú Guadua).

El promedio de longitud de brotes es de 14.48 cm hasta los 100 días. El coeficiente de variabilidad de 72.05 % es considerado como muy alto. El cual indica que dentro de cada tratamiento la longitud de brotes es muy heterogénea.

Grafico 03: Evolución de la longitud promedio de los brotes hasta los 100 días



Al realizar la prueba estadística de Tukey para la longitud promedio de los brotes (se presenta en el cuadro 09) observamos que se forman 5 cinco sub grupos y que forman el primer sub grupo el T5, segundo sub grupo T1, tercer sub grupo, T1 y T3, cuarto sub grupo T2, por el último el T2 y T4 con mayor longitud promedio. Corroborando que los diferentes sustratos no influyen en el crecimiento de la planta.

Cuadro 09: Prueba estadística de Tukey para longitud promedio de brotes a los 100 días de cultivo

O.M	Trat.	X	ALS (D)	LIMITE	CLASIFICACIÓN	
1	T5	63.5	4.2	67.8	a	I
2	T1	68.5	4.2	72.8	b c	I
3	T3	70.3	4.2	74.5	c	
4	T2	75.0	4.2	88.9	d e	I
5	T4	84.6			e	

Los promedios se reagrupan en subgrupos Homogéneos.

4.2.4. Diámetro de los brotes

La evolución del diámetro de los brotes en los esquejes hasta los 100 días de cultivo se muestra en el cuadro 10. (Ver anexo 09).

Observamos que el T4 es el que tiene mayor diámetro de brotes con 9.13 mm, le sigue el T2 con 9.08 mm, después T3 con 8.57 mm, luego el T2 con 8.20, en último lugar el T5 con 8.13 mm. Igualmente se corrobora que el *Guadua angustifolia* prospera la propagación vegetativa utilizando el compost como sustrato.

Cuadro 10: Evolución del diámetro de los brotes en mm.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	0.00	1.30	1.70	2.30	2.90	8.20
T2	0.00	1.20	1.95	2.55	3.38	9.08
T3	0.00	1.43	1.73	2.38	3.03	8.57
T4	0.25	1.20	1.90	2.55	3.23	9.13
T5	0.00	1.30	1.70	2.30	2.83	8.13

Decisión: Siendo el valor del estadístico de prueba calculado (F_c) menor a $F_{t(0.05)}$ y $F_{t(0.01)}$, entonces según la regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (H_0). Ningún tipo de los sustratos orgánicos potenciará el crecimiento de diámetro de brotes del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

Cuadro 11: ANVA para el diámetro promedio de brotes a los 100 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	0.178	0.045	0.033	2.87	4.43	n.s
Error	20	26.742	1.337				
Total	24	26.920					

S= 1.16

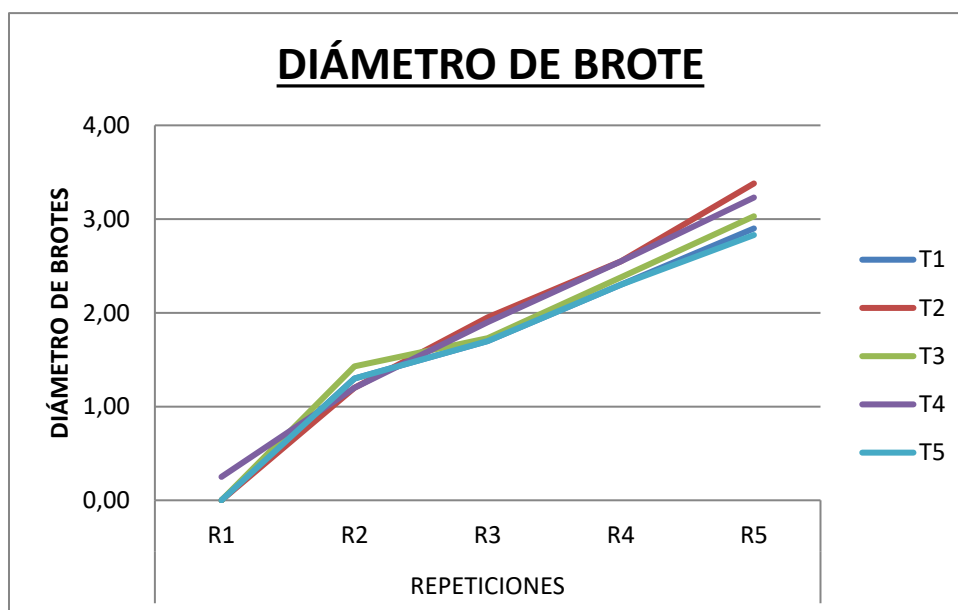
X= 1.72

C.V.= 67.06%

Interpretación: Al realizar el ANVA se observa que en la fuente de tratamientos para la evolución de diámetro de brotes a los 100 días, que existe diferencia estadística no significativa entre tratamientos; es decir que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos. (Diámetro de brotes del bambú Guadua).

El promedio de diámetro entre los brotes de bambú guadua es de 1.72 mm hasta los 100 días. El coeficiente de variabilidad de 67.06% es considerado como muy alto. El cual indica que dentro de cada tratamiento el diámetro promedio de brotes es muy heterogéneo.

Grafico 04: Evolución del diámetro promedio de los brotes hasta los 110 días



En la prueba estadística de Tukey (Ver cuadro 12), podemos observar que se forma un grupo, formando por el T1, T2, T3, T4 y T5. Corroborándose la hipótesis nula, que los sustratos orgánicos no influyen en el diámetro de sus brotes.

**Cuadro 12: Prueba estadística de Tukey para Diámetro de brotes a los
100 días de cultivo**

O.M	Trat.	X	ALS (D)	LIMITE	CLASIFICACIÓN	
1	T5	8.1	4.2	12.4	a	
2	T1	8.2	4.2	12.4	a	
3	T3	8.6	4.2	12.8	a	
4	T2	9.1	4.2	13.4	a	
5	T4	9.1			a	

Los promedios se reagrupan en subgrupos Homogéneos.

4.2.5. Número de hojas.

La evolución del número de hojas en los esquejes hasta los 100 días de cultivo se muestra en el cuadro 13.

Observamos nuevamente que el T2 es el que tiene mayor número de hojas en promedio con 12.9 unidades, le sigue el T4 con 12.3 hojas, luego el T1 con 11.3, seguido de T3 con 10.8 hojas y finalmente T5 con 10.4 hojas. Estos datos también corroboran la relación directa que existe entre los diferentes sustratos con la cantidad de hojas que tiene la planta, pero el T2 es el tratamiento que tiene el mayor número de hojas.

Cuadro 13: Número de hojas por planta

TRATAMIENTO	REPETICIONES				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1	1.00	3.25	5.25	6.00	10.00
T2	1.50	3.50	6.50	9.75	12.75
T3	1.00	2.50	4.00	6.25	9.00
T4	1.00	3.74	5.50	8.50	12.25
T5	0.00	2.25	4.50	6.00	10.00

Cuadro 14: DATOS PROCESADOS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	1.22	1.94	2.40	2.55	3.24	11.3
T2	1.41	2.00	2.65	3.20	3.64	12.9
T3	1.22	1.73	2.12	2.60	3.08	10.8
T4	1.22	2.06	2.45	3.00	3.57	12.3
T5	0.71	1.66	2.24	2.55	3.24	10.4

El ANVA para el número promedio de hojas a los 100 días se muestra en el cuadro 14.

Decisión: Siendo el valor del estadístico de prueba calculado (**Fc**) menor a **Ft(0.05)** y **Ft(0.01)**, entonces según la regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (**Ho**). Ningún tipo de los sustratos orgánicos usados, potenciará el incremento de número de hojas en el bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	0.881	0.220	0.306	2.87	4.43	n.s
Error	20	14.417	0.721				
Total	24	15.298					

$$S = 0.85$$

$$X = 2.31$$

$$C.V. = 36.78\%$$

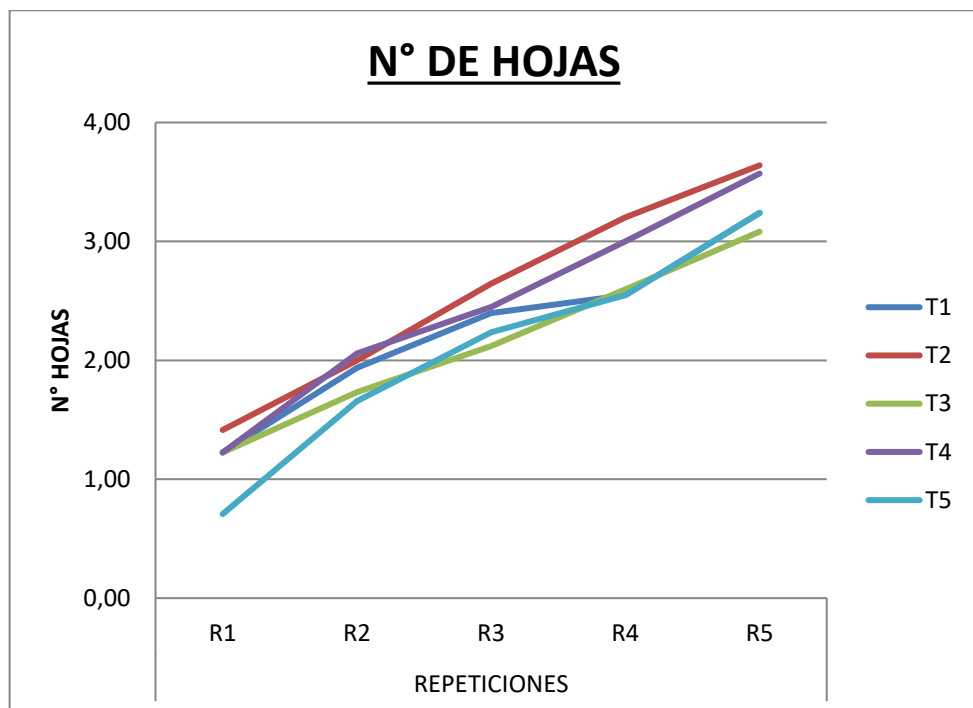
Interpretación: Al realizar el ANVA se observa que en la fuente de tratamientos para el número promedio de hojas a los 100 días, que existe diferencia estadística no significativa entre tratamientos; es decir que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos. (Número promedio de hojas del bambú Guadua).

El promedio es de 2.31 hojas por esquejes hasta los 100 días. El coeficiente de variabilidad de 36.78 % es considerado como alto. El cual indica que dentro de cada tratamiento en número de hojas por planta es heterogéneo.

Evolución del número de hojas promedio hasta los 100 días

Al realizar la gráfica de la evolución del número de hojas de bambú guadua (ver gráfico 05) desde los 10 días de cultivo hasta los 100 días, observamos que el T2 con el T4 superan el incremento del número de hojas al resto de los tratamientos a partir de los 50 días de cultivo hasta los 100 días de cultivo, corroborándose que el compost influye en el incremento del número de hojas en las plantas de bambú guadua. Confirmando nuevamente la hipótesis alterna que los sustratos influyen en el número de hojas.

Gráfico 05: Evolución del número de hojas promedio hasta los 100 días



Al realizar la prueba estadística de Tukey observamos En la prueba

estadística de Tukey (Ver cuadro 12), podemos observar que se forma un grupo, formando por el T1, T2, T3, T4 y T5. Corroborándose la hipótesis nula, que los sustratos orgánicos no influyen en la evolución de número de hojas en el bambú Guadua.

Cuadro 15: Prueba estadística de Tukey para la evolución del número de hojas promedio hasta los 100 días

O.M	Trat.	X	ALS (D)	LIMITE	CLASIFICACIÓN	
1	T5	10.4	4.2	14.6	a	
2	T1	11.3	4.2	15.6	a	
3	T3	10.8	4.2	15.0	a	
4	T4	12.3	4.2	16.5	a	
5	T2	12.9			a	

Los promedios se reagrupan en subgrupos Homogéneos.

4.2.6. Incidencia de plagas y enfermedades

No se detectó acción negativa significativa de presencia de plagas y enfermedades en las plantas del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero durante los 100 días de cultivo, mostrando solamente la presencia de insectos cortadores de hojas tipo grillos que ingresaron en forma esporádica al vivero, pero su ataque no causó daño significativo, lo reportamos en el anexo 10, donde mostramos algunas fotografías del ataque de estos insectos, que muestra relevancia ante el número de hojas sanas del resto de las plantas en cultivo. (Ver anexo 11).

4.3. Prueba de hipótesis

No se encontrara una respuesta favorable a los sustratos orgánicos como estimulador de crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a

nivel de vivero.

Según la hipótesis diseñada para la presente investigación, podemos afirmar que para todos los indicadores de la vigorosidad de la planta como son: porcentaje de supervivencia, promedio de brotes, longitud de los brotes, diámetro de los brotes y número de hojas (con 50% sustrato orgánico), se confirma la hipótesis nula, demostrando que no se encuentra una respuesta favorable de los sustratos orgánicos como estimulador de crecimiento del bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), a nivel de vivero

4.4. Discusiones y resultados

La presente investigación tiene como propósito el promover la búsqueda de alternativas viables que garanticen una mayor sostenibilidad de la producción agrícola y minimizar el impacto sobre el medio ambiente, la investigación se delimita en usar los sustratos orgánicos como base para el crecimiento de plántones de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.).

Al término de todas las evaluaciones correspondientes rellenas en nuestras fichas técnicas con respecto a los indicadores para la vigorosidad de la planta de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.), se observa que quienes muestran mayor supervivencia son los tratamientos T1, T2, T3 y T4, con sustrato de aserrín, compost, fibra de coco, y microorganismos de montaña respectivamente son los que muestran mayor supervivencia, por último el T5 con es el que menos supervivencia presenta. Concluyendo que mayor supervivencia se presentó con el sustrato aserrín debido que este sustrato es una buena opción para ir reemplazando a la turba, y contrarrestar los efectos ambientales que causa la extracción de este material, así como el contenido de sales variable, pH ácido, a lo que se agrega que

liberan pocos nutrientes y su capacidad de intercambio catiónico o aporte de nutrientes aumenta en la medida en que se descomponen (Millar, *et al*, 1975). En segundo lugar el sustrato compost ello se debe a que este sustrato favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación (Herrera, 1999). Los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas (Rodríguez, 1997). Y por último la fibra de coco por sus extraordinarias propiedades físicas, facilidad de manejo y su carácter ecológico. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (INIA, 2008).

En el promedio de brotes el T2, es el tratamiento que muestra el mayor número promedio de brotes con 10.6, le sigue el T4 con 10.2, luego le sigue el T3 con 9.4, continúa el T1 con 8.6 brotes en promedio y finalmente el T5 con 8.4 brotes. Concluyendo que el sustrato de compost tiene mejor efecto para incrementar el número de brotes en *guadua angustifolia*, seguido por el sustrato compuesto por microorganismos de montaña. Debido a que el compost favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación (Stern, 2001).

Con respecto a la longitud de brotes observamos que el T4 tiene la mayor longitud de brote con 84.6 cm, y el menor el T5 con 63.5 cm., ello se debe a que los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y

rendimiento de las plantas (Rodríguez, 1997).

El diámetro del brote podemos observar que el T4 es el que tiene mayor diámetro de brotes con 9.13 mm, le sigue el T2 con 9.08 mm, después T3 con 8.57 mm, luego el T1 con 8.20, en último lugar el T5 con 8.13 mm. Esto se debe a que los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas (Rodríguez, 1997). Así mismo la tierra negra y arena presenta problemas como: la degradación del suelo superficial por el llenado de bolsa, es hospedero de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura, pobre compactación que perjudica al momento de hacer el trasplante al campo definitivo, la calidad de la parte física y química no es constante. González (2002).

En cuanto al número de hojas el T2 es el que tiene mayor número de hojas en promedio con 12.9 unidades y el menor T5 con 10.4 hojas. Estos datos también corroboran la relación directa que existe entre los diferentes sustratos con la cantidad de hojas que tiene la planta, pero el T2 es el tratamiento que tiene el mayor número de hojas. Esto se debe a que el compost favorece la asimilación de nutrientes por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrientes por lixiviación (Herrera, 1999).

CONCLUSIONES

1. Los sustratos orgánicos que mostraron una mayor efectividad en el Bambú *Guadua angustifolia Kunth* con respecto a su desarrollo y crecimiento fueron los tratamientos 2 y 4 (compost y microorganismo de montaña) respectivamente. Debido a que el compost favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación (Stern, 2001). Asimismo los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas (Rodríguez, 1997).
2. Las variaciones del porcentaje de supervivencia entre los tratamientos osciló entre los 60 a 80 días de cultivo. Siendo los más resistentes a la supervivencia los T2 (sustrato compost) con 79.00 %, T3 (sustrato fibra de coco) con 78.50 % y la menor supervivencia se presentó en el T5 con los sustratos tierra negra, ello se debe a que el compost favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación (Herrera, 1999). Y la fibra de coco por sus extraordinarias propiedades físicas, facilidad de manejo y su carácter ecológico. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (INIA, 2008).
3. El mayor incremento de brotes se obtuvo los 80 a 100 días de cultivo a nivel de vivero, para los sustratos compost (T2) y microorganismos de montaña (T4) para el cultivo de bambú *Guadua angustifolia* a cultivar. Debido a que el compost favorece la asimilación de nutrimentos por las plantas y aumenta su

disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrientes por lixiviación (Stern, 2001). Asimismo los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas (Rodríguez, 1997).

4. La vigorosidad en la planta con respecto a la longitud de brote lo presenta el T4 (sustrato microorganismos de montaña), con 29.75 cm y para los T2 (sustrato compost) y T3 (sustrato fibra de coco) con 28.95 cm y 26.5 cm respectivamente, el mayor diámetro de brote aunque no sobresaliente, lo presentan los Tratamientos 2 y 4 (sustrato compost y sustrato microorganismos de montaña), finalmente el mayor número de hojas se obtuvo en los tratamientos T2 y T4 (sustrato compost y sustrato microorganismos de montaña) con 12 hojas. Estos resultados son corroborados Rodríguez, 1997., los microorganismos de montaña con la bacteria *Rhizobium* entre otras bacterias favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las planta. Asimismo Astier (1995) quien manifiesta que las adiciones de M. O. cumplen dos funciones en el suelo: la primera está ligada con las propiedades físicas y la segunda se refiere al aporte de nutrimento para las plantas.

RECOMENDACIONES

1. Considerando que los sustratos orgánicos no influyen de manera significativa en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* a nivel de vivero, se recomienda realizar otras investigaciones utilizando otros sustratos orgánicos, para evaluar su desarrollo, crecimiento y resistencia a las enfermedades entre otros.
2. Se recomienda realizar más investigaciones con *Guadua angustifolia* para incentivar la propagación vegetativa de esta planta variando la cantidad de compost y los microorganismos de montaña como sustratos, que fueron los sustratos que reportaron mejores valores en toda nuestra investigación.
3. Realizar investigaciones en *Guadua angustifolia*, asociando este a otros cultivos, para evaluar los diferentes comportamientos entre cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society of Agronomy. 1989. Decisions reached on sustainable Agricultura. Agronomy News, enero, p. 14.
- Arias, Estuardo, 1991: El Centro de Capacitación del Bambú. Un Proyecto Dominicano en desarrollo de gran potencial para el país. Fersán Informa, vol 55, Santo Domingo, República Dominicana.
- Arias, L.M. y Hoyos, D.P. 2004. Cuantificación del contenido de carbono en suelos bajo rodales de *Guadua angustifolia* Kunth en el eje cafetero de Colombia y estrategias de manejo para su conservación como beneficio ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Astier Calderón M. 1994. Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México. P. 35
- Astier. M. Calderón, M., Maass, M., y Etchevers, J. 2002. Derivación de Indicadores de Calidad de Suelos en el contexto de la Agricultura Sustentable. Agrociencia volumen 36, número 5. Michoacán, UAM. México. Septiembre- Octubre, p. 13.
- Barea, J. M., C. Azcon-Aguilar y B. Roldan-Fajardo. 1984. Avances recientes en el estudio de la micorriza V-A. 1. Formación, funcionamiento y efectos recientes en nutrición vegetal. Anales de edafología y Agrobiología. Granada, España. 659-677.
- Bohorquez M, Pedro y Piedrahita LL, Henry. (1993). Banco De propagación de Guadua por chusquines en la Granja Sixto Iriarte del municipio de Chaparral Tolima.

- Ibagué. Colombia. Trabajo de grado (Tecnólogo Agropecuario).Universidad del Tolima.
- Cardona, F. C..A.; Morales, F.J.; Pastor Corrales, N.A. 2002. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Lima – Perú. INIA. P. 17 – 21
- Castaño, F. y Moreno, R. 2004. Guadúa para todos. Cultivo y aprovechamiento. Proyecto manejo de bosques de Colombia. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Bogotá.
- Celik, I; Ortas, I; Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Researc, p. 59-67
- Cotero Cortez, Luis. 2016. Reproducción de la Guadua angustifolia por método de chusquines. INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR) .Guayaquil – Ecuador.
- Dalzell H W Biddlestone 1990. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelo de la FAO, p. 56
- FAO 2002. Manejo del suelo: Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales Boletín de suelos. H. W Dalzell Centro Agrícola Medak India, 177 - 180 p.
- Florián, Isidro, 1991: Fomento del Bambú en la República Dominicana. INDRHI, Santo Domingo, República Dominicana.
- Fortun, C. y Fortun, A. 1989. Diversos aspectos sobre el papel de la materia orgánica humificada en la formación y estabilización de los agregados del suelo. A. de Edafología. y Agrobiología. 48: 185-204.

- Giraldo Herrera Edgar y Sabogal Ospina Aureliano, 1999. *LA GUADUA una alternativa sostenible*, publicación de la corporación autónoma regional del Quindío, CRQ. Quindío. Pág.42.
- González Ch., C., R. Ferrera-Cerrato, R. García y A. Martínez (2002). La fijación biológica de nitrógeno en un agroecosistema de bajo ingreso externo de energía en Tamulté de las Sabanas, Tabasco. *Agrociencia Serie Agua-Suelo-Clima*, pp. 133-153.
- Herrera Odenthal J Cira. J y Ramírez P. 1999. Propuestas para el desarrollo de un modelo de agricultura sustentable en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A. C. CONACYT. México, p. 45.
- Higuchi, M. (1968). Una revisión del género *Takecallis* Matsumura (Homoptera: Aphididae). *Insecta Matsumurana*
- INIA. 2008. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Lima – Perú. P. 22
- Jáquez, Florencio, 1990. Guía técnica para el fomento del Bambú en cuencas hidrográficas. Indrhi- UASD.
- Lee, M. N. y Gómez, R. A., 1985. Introducción de bambúes desde Taiwan, sureproducción y reforestación en República Dominicana. Misión China. República Dominicana.
- Manzur, David. (1998). Propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth, profesor asociado de morfología y propagación de plantas. Facultad de agronomía, Universidad de Caldas.
- Mercedes, José. 2006. Cultivo del Bambú. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Rep. Dominicana.
- Millar, C. E. L: M Turk y H.D. Foth. 1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Primera Edición. Editorial Continental, México, Pág. 342-406.

- Núñez, R., Pedro A. y Quezada Q., Víctor M, 1991: Diagnóstico Físico-Social de los Principales Cursos de Agua de la Provincia de Monseñor Nouel y Comportamiento Inicial de Cuatro Especies de Bambú, para el Desarrollo de un Proyecto de Protección de Márgenes de los Ríos. Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista Dominicana, Bonaó, República Dominicana.
- Ostoja-Starzewski, J. (2000) . *Schizotetranychus celarius* (Banks) (Acari: Prostigmata) una plaga de ácaros de bambú; primeros registros para Gran Bretaña y dos nuevos registros de host. *British Journal of Entomology & Natural History* 13: 95-97.
- Osorio Aristizabal, Oscar. (1994). Aplicación foliar de Acido-Naftalenacetico en chusquines de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y su influencia sobre el enraizamiento de esquejes. Armenia: Centro Nacional para el estudio del Bambú/Guadua
- Pellizzari, G. y Duso, C. (2009) . Ocurrencia de *Stigmaeopsis nanjingensis* en Europa. *Boletín de insectología*
- Qiao, GX y Zhang, GX (2004). _Revisión del género *Takecallis* Matsumura (Homoptera: Aphididae: Myzocallidinae) de China y descripción de una nueva especie. *The Raffles Bulletin of Zoology*.
- Rodriguez M. Faber. (1997) Reproducción y propagación de la *Guadua angustifolia* Kunth, (administrador Centro Nacional para el estudio del Bambú-Guadua).
- Saito, Y., Mori, K., Sakagami, T., y Lin, J. (2004) . Restablecimiento del género *Stigmaeopsis* Banks, con descripciones de dos nuevas especies (*Acari, Tetranychidae*). *Anales de la Sociedad Entomológica de América* 97 (4) : 635-646.
- Stapleton, CMA (1985). _Perforadores de brotes de Noctuid en especies de *Dendrocalamus* y *Bambusa* . *Nepal Forestry Tech. Info. Toro*. 11: 26-31.

- Stapleton, CMA (1987). Bambúes. En: JK Jackson, *Manual de Forestación en Nepal* : 199-214. Proyecto de Investigación Forestal, Katmandú.
- Stern, M. 2001. Evaluación de la fijación de carbono en las plantaciones de caña guadúa (*Guadua angustifolia*; Poaceae; Bambusoideae) en Tropimaderas y Tropiteca. Herbario Nacional del Ecuador
- Trejo, V. R. 1994 Composteo en Procesamiento de la Basura Urbana. Ed. Trillas, S. A. de C. V. México D. F. p 196-213
- Uchimura E.(1980). Bamboo cultivation, in bamboo research in Asia (1980, singapore), proceeding of a workshop held in singapore. Otoowa – canada. International development Research Center
- Ülgentürk, S., Porcelli, F., y Pellizzari, G. (2014). Los insectos de escala (Hemiptera: Coccoidea) en bambúes en la región occidental-paleártica: nuevos registros y datos de distribución. *Acta zool. bulg* , Suppl. 6, 2014: 77-82.
- Velez, Simón 2015. Actualidad y futuro de la arquitectura del bambú en Colombia. La guadua angustifolia, el bambú colombiano. publicación de la corporación autónoma regional del Quindío.
- Uchimura E.(1980). Bamboo cultivation, in bamboo research in Asia (1980, singapore), proceeding of a workshop held in singapore. Otoowa – canada. International development Research Center.

Referencias electrónicas:

1. Guadua y bambu, 2016. Extraído de internet, el 15 de mayo de 2016, de:
<http://guadaybambu.es.tl/Estudio-5.htm>.
2. Martinez, H. (2005). La cadena de la guadua en Colombia. (On line) URL:<
<http://www.agrocadenas.gov.co> [consulta 12/10/2015] Terralia, 2016. Extrapido de internet de:
http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=7493&base=2013

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EFECTO DE LOS SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE BAMBU GUADUA (*Guadua angustifolia* Kunth) A NIVEL DE VIVERO EN CHANCHAMAYO”

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TIPO, NIVEL, MÉTODO, DISEÑO Y MUESTRA	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis general	Variable independiente				I. de Campo
¿Cuál es la efectividad de los sustratos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (<i>Guadua angustifolia</i> Kunth), a nivel de vivero?	Determinar la efectividad de los sustratos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (<i>Guadua angustifolia</i> Kunth), a nivel de vivero.	Al menos un tipo de los sustratos orgánicos potenciarán el desarrollo y crecimiento del bambú guadua (<i>Guadua angustifolia</i> Kunth), a nivel de vivero.	Sustratos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Aserrín descompuesto - Compost - Fibra de coco - Microorganismos de montaña - Tierra negra y arena 	<p>De tipo: Investigación experimental de tal manera que los datos se puedan obtener de allí.</p> <p>De nivel: El nivel de investigación a emplear será de tipo explicativo.</p>	Observación Analítica	<ul style="list-style-type: none"> -Estacas -Cordel -Cal -Letreros -Fumigadora -Azadón -Wincha -Balanza -Lampa
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente		El Método: Investigación Deductiva Inductiva.		I. de escritorio
<p>a. ¿Cuál es el porcentaje de supervivencia de esquejes de bambú, así como la evolución de brotes?</p> <p>b. ¿Cuántos brotes emergerán de los esquejes sembrados con los diferentes tratamientos en el vivero?</p> <p>c. ¿Cómo será la vigorosidad en las plántulas de bambú considerando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro de tallo, número y longitud de hojas?</p>	<p>a. Determinar la supervivencia de los esquejes.</p> <p>b. Determinar el número de brotes de los esquejes sembrados según tratamientos.</p> <p>c. Determinar la vigorosidad de las plántulas (evaluando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro y número de hojas).</p>	<p>a. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos determinará la supervivencia de los esquejes de bambú guadua (<i>Guadua angustifolia</i> Kunth), a nivel de vivero.</p> <p>b. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos potenciará el mayor número de brotes de los esquejes sembrados según tratamientos de bambú guadua.</p> <p>c. Al menos un tipo de los sustratos orgánicos determinará la vigorosidad de las plántulas (evaluando supervivencia de esquejes, altura de la plántula, diámetro y número de hojas).</p>	Vigorosidad de la planta	<p>Porcentaje de supervivencia de los esquejes.</p> <p>Promedio de brotes.</p> <p>Diámetro de los brotes.</p> <p>Longitud de los brotes.</p> <p>Número de hojas.</p>	<p>De diseño: El análisis estadístico que se realizó esta basado al modelo aditivo lineal, que para el análisis de varianza, de un ensayo de Diseño Completamente al Azar (DCA).</p> <p>Para la muestra se realizó tomando 4 esquejes para realizar las evaluaciones para los cinco tratamientos y por cinco repeticiones, evaluándolos cada 20 días.</p>		<ul style="list-style-type: none"> -Regla de metal milimétrica -Vernier -Lápices -Libreta de campo -Fichas técnicas <p style="text-align: center;">I. biológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Esquejes de bambú -Microorganismos de montaña -Compost -Aserrín compostado -Fibra de coco compostado



Foto 01: Preparación de fibra de coco



Foto 02: Mezcla de microorganismos de montaña para cultivo de bambú



Foto 03: Siembra de esquejes en camas de germinación



Foto04: Camas de propagación para cada Tratamiento



Foto 05: Siembra de esquejes por Tratamiento



Foto 06: Evaluación de la supervivencia de las plantas

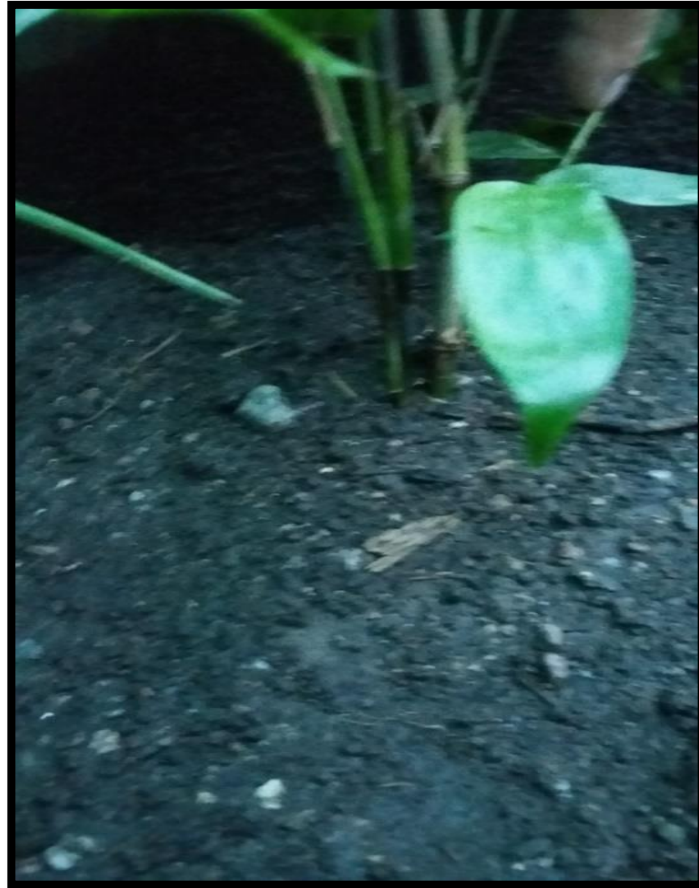


Foto 07: Evaluación del número de brotes



Foto 08: Evaluación de la longitud del brote con regla de 50 cm.



Foto 09: Evaluación del diámetro del brote con la ayuda del vernier



Foto 10: Evaluación del número de hojas



Foto 11: Incidencia de cortadores de hojas en *Guadua angustifolia*



Foto 12: Incidencia de cortadores de hojas en *Guadua angustifolia*