

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFECTO DE DOS ENRAIZADORES Y TRES MEZCLAS DE
SISTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL BAMBÚ
(*Guadua angustifolia* Kunth.) MEDIANTE BROTES DE RIZOMA EN
VIVERO - AUCAYACU**

**Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

Elaborado por

LUZMILA ROSARIO AGUIRRE TORRES

Tingo María – Perú

2019



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 026-2019-FA-UNAS

BACHILLER : Luzmila Rosario AGUIRRE TORRES

TÍTULO : EFECTO DE DOS ENRAIZADORES Y TRES MEZCLAS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACION VEGETATIVA DEL BAMBU (*Guadua angustifolia* Kunth) MEDIANTE BROTES DE RIZOMA EN VIVERO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. FAUSTO SILVA CÁRDENAS

VOCAL : Ing. M.Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA

VOCAL : Ing. LUIS F. GARCIA CARRION

ASESOR : Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 28 de junio del 2019

HORA DE SUSTENTACIÓN : 9:00 am

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE SESIONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA


CALIFICATIVO : BUENO

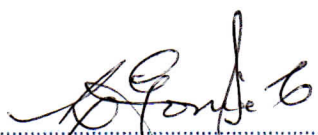
RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS: EN HOJA ADJUNTA

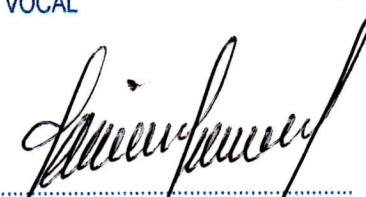
TINGO MARÍA, 12 de junio del 2019.


.....
Ing. M.Sc. FAUSTO SILVA CÁRDENAS
PRESIDENTE


.....
Ing. M.Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL


.....
Ing. LUIS F. GARCIA CARRIÓN
VOCAL




.....
Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos, y por darme la sabiduría y fuerza para seguir adelante y superar los obstáculos que la vida nos antepone.

A mi querida madre, Margarita Torres Benaute, por ser el pilar más importante en mi vida y por el apoyo incondicional que me brinda y desde el cielo sigue conmigo.

A mi abuelita Verna, a mis hermanos: Nirela y Marco, y a mis tíos, por su apoyo incondicional, por impulsarme día tras día a continuar y lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS

El sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado y hecho posible la culminación del presente trabajo de investigación, entre ellos:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater y por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- A mi asesor, Ing. Carlos Miranda Armas, y a mi co-asesor, Ing. Manuel Paredes Arce; por su iniciativa y constante colaboración en la redacción del presente trabajo de investigación.
- A los miembros de jurado: Ing. M.Sc. Fausto Silva Linares, Ing. M.Sc. Luis García Carrión y Ing. M.Sc. Jorge Adriazola del Aguila; por su apoyo en la redacción y observaciones del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía de la UNAS – Tingo María, por brindarme las enseñanzas, sugerencias y estímulos en mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1. Origen	20
2.2. Taxonomía	21
2.3. Factores edafoclimáticos.....	23
2.3.1. Factores edáficos	23
2.3.2. Factores climáticos	24
2.4. Botánica	25
2.4.1. Partes del bambú.....	25
2.4.2. Ciclo de vida de la caña de bambú	28
2.5. Propagación	30
2.5.1. Viveros	33
2.5.2. Labores culturales	38
2.6. Enraizantes	42
2.6.1. Razormín	46
2.6.2. Root-Hor®	48
2.7. Trabajos de investigación.....	49
III. MATERIALES Y MÉTODOS	54

3.1. Lugar de ejecución	54
3.1.1. Zonas de vida	54
3.1.2. Clima	54
3.1.3. Los sustratos	56
3.1.4. Material biológico.....	56
3.2. Componentes en estudio	56
3.2.1. Tratamientos en estudio	57
3.2.2. Diseño experimental	57
3.2.3. Modelo aditivo lineal	58
3.2.4. Características del campo experimental	59
3.2.5. Croquis del experimento	60
3.3. Ejecución del experimento	61
3.3.1. Determinación y demarcación del área experimental.....	61
3.3.2. Obtención de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	63
3.3.3. Tratamiento de los chusquines	64
3.3.4. Instalación a camas de vivero.....	64
3.3.5. Manejo de sombra	65
3.3.6. Riego	65
3.3.7. Aplicación de fertilizante foliar	66

3.3.8. Control de malezas	66
3.3.9. Control plagas	66
3.3.10. Control fitosanitario.....	67
3.4. Variables evaluadas	67
3.4.1. Porcentaje de prendimiento	67
3.4.2. Número de hijuelos.....	67
3.4.3. Altura de brotes	68
3.4.4. Diámetro del tallo.....	68
3.4.5. Volumen radicular.....	68
3.4.6. Biomasa de la planta	69
3.4.7. Rentabilidad.....	70
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
4.1. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el prendimiento de los brotes de rizoma (chusquines) de bambú	71
4.2. Variables biométricas del bambú por efecto de los enraizadores y los sustratos.....	75
4.2.1. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la cantidad de hijuelos de los chusquines del bambú	75
4.2.2. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el diámetro de los hijuelos del bambú.....	81
4.2.3. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la altura de los hijuelos del bambú	87

4.2.4. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el volumen radicular del bambú	92
4.2.5. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la biomasa de los hijuelos del bambú	96
4.3. Análisis de la rentabilidad en la producción del bambú	99
V. CONCLUSIONES.....	101
VI. RECOMENDACIONES.....	102
VII. RESUMEN	103
ABSTRACT.....	104
VIII. BIBLIOGRAFÍA	105
IX. ANEXO.....	115

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Comparación de diferentes técnicas de producción de plántones de bambú.	31
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento periodo julio – diciembre 2018.	55
3. Descripción de los tratamientos en estudio.....	57
4. Esquema de análisis de varianza.	58
5. ANVA para el prendimiento de chusquines del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.....	71
6. Cuadrados medios y significación para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.	76
7. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes en el cuarto y quinto mes.	77
8. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.	80
9. Cuadrados medios y significación para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.	82
10. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes en el cuarto y quinto mes.	83

11. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.	85
12. Cuadrados medios y significación para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.	88
13. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.	91
14. Cuadrados medios y significación para el volumen radicular del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.	93
15. Cuadrados medios y significación para la biomasa del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.	96
16. Análisis de rentabilidad al producir guadua con diferentes sustratos y enraizantes en estudio.	100
17. Porcentaje de prendimiento del bambú.	116
18. Cantidad de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.....	117
19. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalación.	118
20. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.....	118
21. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.....	118

22.	ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a dos meses de instalación.....	119
23.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.....	119
24.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.....	119
25.	ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a tres meses de instalación.....	120
26.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.	120
27.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.	120
28.	ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cuatro meses de instalación.....	121
29.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.....	121
30.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.	121
31.	ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cinco meses de instalación.	122
32.	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.	122

33. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.	122
34. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalación.	123
35. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.	123
36. Diámetro de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.....	124
37. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.....	125
38. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a dos meses de instalado.	125
39. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.....	125
40. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.....	126
41. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a tres meses de instalado.	126
42. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.	126
43. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.	127

44. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cuatro meses de instalado.	127
45. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.....	127
46. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.	128
47. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cinco meses de instalado.....	128
48. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.	128
49. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.	129
50. Altura total de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.....	129
51. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalado.	130
52. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.	130
53. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.....	130
54. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los dos meses de instalado.....	131

55. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.....	131
56. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.....	131
57. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los tres meses de instalado.....	132
58. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.....	132
59. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.	132
60. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los cuatro meses de instalado.....	133
61. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.....	133
62. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.....	133
63. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los cinco meses de instalado.	134
64. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.	134
65. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.	134

66.	Volumen radicular y biomasa del bambú durante el periodo de investigación.....	135
67.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 1.	136
68.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 2.	137
69.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 3.	138
70.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 4.	139
71.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 5.	140
72.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 6.	141
73.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 7.	142
74.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 8.	143
75.	Presupuesto incurrido en el tratamiento 9.	144

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Distribución geográfica del bambú.....	21
2. Croquis de la unidad experimental.	61
3. Porcentaje de prendimiento del bambú por efecto de los enraizantes.....	73
4. Porcentaje de prendimiento del bambú por efecto de los sustratos.....	74
5. Evolución de la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.....	79
6. Evolución de la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.....	81
7. Evolución del diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.....	84
8. Evolución del diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.....	86
9. Evolución de la altura de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.....	90
10. Evolución de la altura de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.....	92
11. Volumen radicular del bambú por efecto de los enraizantes.....	94
12. Volumen radicular del bambú por efecto de los sustratos.....	95

13. Biomasa en hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.....	97
14. Biomasa en hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.....	98
15. Estructura de los bancos de propagación.....	145
16. Riego saturado a los sustratos en los bancos de propagación.	145
17. Chusquines de guadua acondicionados para el transporte desde lugares muy lejos.....	146
18. Poda de raíces de los chusquines de guadua.	146
19. Fungicida Benzomil (izquierda) y fertilizante foliar Bayfolan (derecha) utilizados como parte del manejo de los chusquines.	147
20. Enraizante Root-hor (izquierda) y Razormín (derecha) aplicados a los chusquines de bambú.....	147
21. Aplicación de enraizantes a los chusquines de guadua.....	148
22. Instalación de guadua en los bancos de propagación.	148
23. Hijuelos y medición del diámetro al mes de instalado el chusquín.....	149
24. Extracción de plantas de guadua con todo sistema radicular.	149
25. Planta de guadua con el vástago y el sistema radicular.	150
26. Acondicionado de muestras de guadua para la obtención de biomasa.....	150
27. Análisis de la muestra de tierra agrícola utilizado como sustrato.	151

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se utiliza el bambú en cantidades relativamente grandes en actividades como construcción, artesanía y agricultura; de tal forma que su extracción y comercialización constituye fuente de trabajo y de ingresos para muchas personas. Se hace necesario entonces, iniciar el establecimiento de plantaciones sistemáticas de este preciado recurso vegetal con fines comerciales, impulsando de esta manera la investigación tendiente a manejar y conservar las especies nativas y exóticas que existen en nuestro país (LONDOÑO, 2002).

En el Perú la sobreexplotación de los bosques por la tala indiscriminada de las especies forestales y la poca eficacia de los programas de reforestación han generado un constante deterioro de los recursos forestales, ante esta situación se requieren acciones alternativas que atenúen el deterioro forestal y la degradación de los suelos y una de ellas es el bambú.

En la Municipalidad del Distrito de José Crespo y Castillo, se viene ejecutando el proyecto recuperación de la parte media del río Aucayacu, para la cual se está propagando el bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.) con fines de recuperación de suelos, reforestación y defensa ribereña del río Aucayacu, por la que urge contar con resultados que contribuyan a dichos objetivos.

Se suma a este problema el desconocimiento de métodos eficaces de propagación y reproducción de *Guadua angustifolia* Kunth. lo que permitiría producir masivamente material de excelente calidad, en corto tiempo y a bajos

costos. Sin embargo, la reproducción sexual o por semilla presenta dificultades, debido a que el tiempo de floración varía entre especies, con periodos que fluctúan desde un año hasta 100 años.

La principal vía de propagación es por chusquines, estos se encuentran en la base de las plantaciones, y se originan de yemas adventicias en los rizomas. Estas emergen una vez que el culmo ha sido cortado o por acame. Esta técnica de propagación es muy recomendable por alto prendimiento y desarrollo; cada brote llega a producir de dos a 12 plántulas a los cuatro meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal (TRILLO, 2014).

La problemática evidenciada anteriormente, motiva la búsqueda de técnicas de propagación vegetativa, es decir, empleando diferentes partes de la planta; resulta, asimismo, insuficiente la información de estos tipos de propagación y su eficacia respecto al tiempo de brotación y a la cantidad de brotes emitidos, siendo el caso para los chusquines. Ante la presente investigación se contrastó la hipótesis referente que por lo menos un enraizante y un sustrato en estudio debe rendir los mejores resultados en la propagación vegetativa del bambú.

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos productos enraizantes y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa de brotes de rizomas de bambú de la especie *Guadua angustifolia* Kunth.

Objetivo específicos

1. Determinar el efecto del producto enraizador y el sustrato en el porcentaje de prendimiento del bambú.
2. Evaluar las variables biométricas del bambú por efecto de los enraizadores y los sustratos.
3. Analizar la rentabilidad en la propagación del bambú empleando enraizadores y sustratos diferentes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Según VIVEKANANDA *et al.* (1998), el bambú es un grupo de plantas que son irregularmente distribuidos en muchas zonas del trópico y subtropico húmedo del mundo. Es encontrado de manera abundante en el trópico de Asia (320 especies) y América (179 especies), constituye un recurso natural importante en la subsistencia de las poblaciones y la industria rural.

PORRAS (1985) manifiesta que, el bambú se distribuye altitudinalmente hasta los 3,900 m.s.n.m., crece en lugares donde existe condiciones ecológicas favorables. Su distribución natural es bastante uniforme, tanto en abundancia como en variedades, pero actualmente debido a la intervención humana se ha ampliado la distribución de algunas especies.

En el mundo existen alrededor de 1600 especies de bambú, distribuidos en 67 % en Asia y Oceanía, 30 % en América y 3 % en África (HIDALGO, 2003). Aunque se originaron en los trópicos, los bambúes han evolucionado para cubrir una amplia gama de climas, desde las zonas tropicales hasta las templadas, desde las llanuras hasta las montañas altas. Algunas especies incluso ocurren en las zonas templadas frías o en montañas tan altas como 4,500 m sobre el nivel del mar. La mayoría de las especies se concentran en áreas tropicales y en distritos húmedos y cálidos de la zona subtropical, aunque se ha encontrado una distribución natural en todos los continentes excepto en Europa (INBAR y BAMBOO AND RATTAN RESEARCH INSTITUTE, 2010).



Fuente: Adaptado de INBAR y BAMBOO AND RATTAN RESEARCH INSTITUTE (2010).

Figura 1. Distribución geográfica del bambú.

2.2. Taxonomía

En 1788 A.J. Retzius, un sueco, lanzó Bambos por primera vez como un nombre científico pionero para Bambusa. Desde entonces, académicos en diferentes países han dado nombres a más de 1,400 especies en más de 80 géneros en los últimos 200 años aproximadamente. Sin embargo, algunos géneros y especies se fusionaron para corregir malentendidos obvios o son insostenibles debido al incumplimiento de las normas internacionales para la denominación de plantas. Solo unas 1,000 especies en 70 a 80 géneros ahora tienen aceptación mundial por parte de la mayoría de los académicos (INBAR y BAMBOO AND RATTAN RESEARCH INSTITUTE, 2010).

MERCEDES (2006) señala que en el mundo existen 107 géneros y 1300 especies de bambúes, de las cuales 140 tienen usos industriales o artesanales. En América se calcula que hay unos 20 géneros y más de 400 especies.

De acuerdo a DIAZ *et al.* (2017), la especie en estudio se clasifica en:

Reino	:	Vegetal
División	:	Espermatophyta
Subdivisión	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Glumiflorales
Familia	:	Poaceae
Sub familia	:	Bambusoideae
Tribu	:	Bambuseae
Sub tribu	:	Guaduinae
Género	:	Guadua
Especie	:	<i>Guadua angustifolia</i>

El bambú durante su desarrollo y crecimiento capturan en su interior el carbono que se encuentran en el medio ambiente y, a cambio libera el oxígeno. El bambú es de rápido crecimiento por lo que la captura de carbono y producción de oxígeno es más rápido en comparación con otros cultivos (GUTIÉRREZ, 2017).

No existe reportes iguales sobre sus tamaños, debido a que MORENO *et al.* (2006) reporta que esta es una especie que alcanza alturas entre los 17 y 23

m, diámetros del tallo de 10 a 14 cm y demora de 4 a 6 meses para desarrollar su altura definitiva, CASTAÑO y MORENO (2004) añaden que sobresale por sus propiedades físico – mecánicas. Es muy resistente, flexible y por el tamaño de sus culmos, que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro.

MERCEDES (2006) señala que se desarrolla hasta los 700 msnm, sus características son: caña verde, crece hasta 25 m, con diámetro de 15 cm, paredes gruesas, entrenudos de 13 a 35 cm, rizoma leptomorfo. Se utilizan en construcción de remos, reforestación, cortinas rompe vientos, pulpa de papel, construcciones, artesanías, tejidos, tutores y muebles.

2.3. Factores edafoclimáticos

2.3.1. Factores edáficos

Estas especies son muy adaptables al entorno, pueden tolerar una amplia gama de suelos, desde suelos pobres en materia orgánica hasta los ricos en minerales; para bambúes, en suelos favorables los rangos de pH se encuentran entre 3.5 - 6.5 (LONDOÑO, 2002).

Prefiere los suelos aluvionales y bien drenados. No resiste suelos salinos. Algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH de hasta 3.5, pero en general el pH óptimo se encuentra entre 5.0 y 6.5 (LIESE, 1985). Los bambúes crecen bien en pendientes empinadas, pero no resisten los fuertes rayos solares. El bambú es una especie de hábito forestal, por lo que

responderá muy bien si encuentra o se le dispone un mulch (cubierta vegetal) abundante, por otro lado, le gusta tener un suelo aireado razón por la cual es bueno incorporar lombrices para que efectúen esta labor. Es aconsejable además que las hojas que caen no se recojan, sino que se coloquen alrededor de los troncos o culmos donde han de reciclar la sílica y otros elementos necesarios para el bambú (Jaquit, 2000; citado por MERCEDES, 2006).

2.3.2. Factores climáticos

2.3.2.1. Temperatura

El rango de temperatura del ambiente para los bambúes está entre 8 °C hasta 36 °C; existiendo extremos desde bajo cero, en el caso de *Chusquea subtessellata*; y superiores a una temperatura de 45 °C en *Dendrocalamus strictus* (LONDOÑO, 2002).

2.3.2.2. Precipitación

La precipitación es determinante debido a que el requerimiento del agua es significativo para el crecimiento del bambú; el requerimiento mínimo anual es de 1000 mm y el máximo de 4050 mm (LIESE, 1985).

Se requiere que lluevan al menos 100 mm/mes durante 6 meses para garantizar el desarrollo del bambú. El desarrollo y emergencia de

los brotes requiere de al menos 100 mm y los rizomas crecen con 200 mm o más al final del verano (LIESE, 1985).

2.4. Botánica

Es una planta perenne, se encuentra entre los siete géneros de bambú leñosos registrados y económicamente más importante de América; donde se encuentra ocupando áreas aledañas a ríos y quebradas, en los valles y entre montañas formando las asociaciones llamadas guaduales (GALINDO, 2015).

La especie *Guadua angustifolia* Kunth. sobresale dentro del género por sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro. En 1820 el botánico Kunth, constituye este género, utilizando el vocablo guadúa, con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este bambú (Villegas, 2008, citado por GALINDO, 2015).

De acuerdo a MERCEDES (2006), las características que hace a los bambúes diferentes del resto de las gramíneas, son: a) poseen hábito perenne, b) los rizomas generalmente se presentan bien desarrollados, c) los tallos o culmos son siempre lignificados y fuertes, d) las hojas presentan un pseudopeciolo, e) el periodo de floración puede tardar muchos años ya que en algunas especies se reporta más de 100 años.

2.4.1. Partes del bambú

2.4.1.1. Rizoma

Algunas especies como en el caso del estudio son de tipo paquimorfo, con nudos y entrenudos, asegura su estabilidad bajo la superficie de la tierra de donde se desprenden las raíces y raicillas, es el elemento apto para la propagación asexual (MERCEDES, 2006).

2.4.1.2. Raíces

Dichas raíces alcanzan un grosor de 5 mm, y profundidades hasta 1.50 m, parte de ellas se profundizan y otras crecen en forma horizontal (MERCEDES, 2006).

2.4.1.3. Tallo

El tallo es de forma cilíndrica y cónica, con entrenudos huecos y nudos esparcidos que garantizan mayor rigidez y flexibilidad; formado por fibras longitudinales que de acuerdo a su edad (brote, verde, maduro), se lignifican proporcionando una extraordinaria resistencia en la parte maderable (MERCEDES, 2006).

2.4.1.4. Ramas

Las ramas son macizas y crecen casi solitarias, en algunos casos se atrofian y son reemplazadas por unas espinas de 10 o 15 cm (MERCEDES, 2006).

2.4.1.5. Hojas

Las hojas son de color verde, de formas lanceoladas y lisas. Aportan, a su vez, la denominada biomasa (en un año 4 kg/m²). Tienen otro tipo de hojas denominadas caulinares; que son las que cubren el tallo desde su nacimiento, hasta su madurez, de color café, provistas de pelusillas como sistema de defensa (MERCEDES, 2006).

2.4.1.6. Semilla

La semilla se asemeja a un grano de arroz, de color blanco muy claro en su interior y color café muy claro en su exterior, mide entre 5 a 8 mm de largo y 3 mm de espesor (MERCEDES, 2006).

2.4.1.7. Flores

Las flores son diminutas, se asemejan a una orquídea de color violáceo o rosáceo, de vida muy corta, dura aproximadamente 48 horas, ubicada en las partes terminales de las ramas superiores y en el primer tercio de la espiga, se considera imperfecta por tener las dos partes reproductoras en el mismo culmo. Según estudios apuntan a decir que su floración se da cada 120 años (MERCEDES, 2006).

Una dificultad para los estudios taxonómicos es causada por falta de una colección comparativa completa de los órganos reproductivos y vegetativos del bambú debido a los largos e irregulares intervalos de floración (INBAR y BAMBOO AND RATTAN RESEARCH INSTITUTE, 2010).

2.4.1.8. El culmo

El culmo brota del suelo con el diámetro máximo y final que tendrá hasta su madurez, desarrolla su longitud completa durante el período invernal, luego brotan las ramas y las hojas en un tiempo de hasta seis años, llamado período de maduración o sazónamiento, en el que adquiere las características físico mecánicas de la madera sólida (MERCEDDES, 2006).

2.4.2. Ciclo de vida de la caña de bambú

Se estima que el ciclo de vida de la caña es de cuatro a siete años, dependiendo de las condiciones del ciclo y del manejo (Thomas, 1992; citado por GALINDO, 2015), distribuyéndose de la siguiente manera:

2.4.2.1. Brote o renuevo

El tiempo estimado desde que emerge hasta que alcanza su altura máxima es de seis meses; al cabo de este tiempo, empieza a brotar sus hojas caulinares para darle paso a las ramas apicales y así iniciar otro estado de desarrollo (BRAVO, 2015).

DIAZ *et al.* (2017) mencionan que, en *Guadua angustifolia* Kunth son los que emergen del suelo con forma cónica y se encuentran conectados a un tallo madre por medio del rizoma; están cubiertos por hojas caulinares color café, las cuales protegen al brote hasta alcanzar su altura máxima que lo obtiene aproximadamente a una edad de seis meses de iniciada su emergencia del suelo, desprendiéndose conforme el tallo continúa

madurando; esta etapa comprende desde que el brote emerge del suelo hasta que las yemas inician su proceso de activación para producir ramas (aproximadamente un año).

2.4.2.2. Verde o biche

Esta fase tiene una duración de un año a un año y medio, caracterizada por el color verde intenso, inicialmente posee ramas, conserva algunas hojas caulinares en su parte inferior y se aprecia las bandas nodales. Cuando la caña se torna verde claro y empieza a presentar manchas blancuzcas en su corteza está iniciando su maduración (BRAVO, 2015).

En *Guadua angustifolia* Kunth. las cañas se caracterizan por presentar un color verde intenso con anillos blancos definidos (nudos), así como ramas y hojas propias; en algunos casos cuentan con hojas caulinares en el primer metro desde el nivel del piso; esta etapa puede durar entre 2 – 3 años, según las características de la zona y de la caña (DIAZ *et al.*, 2017).

2.4.2.3. Maduro

Esta es la fase de mayor duración (entre 2 y 4 años), presenta manchas en forma de plaquetas que corresponden a hongos; además, se inicia la formación de líquenes en los nudos.; la madurez genera un sonido fino en la caña cuando se golpea (BRAVO, 2015).

DIAZ *et al.* (2017) mencionan que, la *Guadua angustifolia* Kunth. cuando alcanza su madurez se encuentra en edad aprovechable; se

caracteriza por presentar un color grisáceo por el crecimiento de líquenes a lo largo del mismo; además, se considera maduro en promedio entre los 4 – 5 años desde que emergió del suelo como brote.

2.4.2.4. Sobre maduro

Se aprecia cuando las cañas están cubiertas de hongos y líquenes en su totalidad, se presentan algunos musgos en los nudos de aspecto gris, blancuzco, próximo a secarse, se estima que esta fase dura aproximadamente un año (BRAVO, 2015).

2.5. Propagación

Las técnicas de propagación o reproducción de los bambúes pueden ser sexuales o asexuales, mediante el uso de semillas, vástagos, siembra de rizomas, en algunos casos por acodos y masivamente por corte de secciones de las cañas. Una planta originada de estacas, a los dos o tres años alcanza su altura total; mientras que, cuando es generada por semillas puede requerir de 4 hasta 8 años para lograr su mayor altura (MERCEDES, 2006).

El bambú al igual que otras especies, puede ser propagado a partir de diversas partes de la planta. Los más utilizados son las secciones de cañas, rizomas, riendas laterales, esquejes de cañas tiernas y multiplicación de plántulas (“chusquines”). También es posible la propagación asexual, in vitro, por cultivo de tejidos en condiciones de laboratorio (PERUBAMBU, 2004).

La técnica de propagación que se consideró en el estudio fue mediante chusquines, término del parecido morfológico existente entre los primeros estados de desarrollo de una plántula de chusquea con un brote basal del rizoma de la Guadua. Chusquín, es una plántula o rebrote con alturas entre 20 y 80 cm, un talluelo de 0.5 a 2.5 cm de diámetro, con pocas hojas que comienza a emerger en 2 o 3 meses después de cortado (BOTERO, 2012).

Cuadro 1. Comparación de diferentes técnicas de producción de plantones de bambú.

	Esquejes	Tallos	Caimanes¹	Chusquines²
Costo de producción unitario	Medio	Medio	Alto	Bajo
Impacto al bosque semillero durante extracción de material vegetativo	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Facilidad de transporte de material vegetativo	Fácil	Difícil	Difícil	Fácil
Tiempo de producción en vivero	Lento (6meses)	(No se reproduce en vivero)	(No se reproduce en vivero)	Rápido (2 meses)
Escala de producción	Alta	Intermedia	Baja	Alta
Porcentaje de prendimiento en vivero	Bajo	(No se reproduce en vivero)	(No se reproduce en vivero)	Alto
Calidad o vigorosidad de plantones	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Alta
Probabilidad de	Bajo	Bajo	Alto	Alto

Prendimiento en campo definitivo				
Velocidad de crecimiento en campo definitivo	Lento	Lento	Rápido	Rápido

1: rizoma; 2: Brote de rizoma.

Fuente: DIAZ *et al.* (2017).

La técnica de propagación por chusquines consiste en seleccionar renuevos emergentes de una parte del rizoma de Guaduas apeadas, el cual se separa con cuidado de la planta madre a la que denominan los técnicos banco de germoplasma (BOTERO, 2012).

Es la principal vía de propagación, estos se encuentran en la base de las cañas y se originan de yemas adventicias en los rizomas. Estas emergen una vez que el culmo ha sido cortado o por doblez y/o inclinación que sufre la caña (acame); siendo muy recomendable esta técnica de propagación por su alto prendimiento y desarrollo debido a que cada brote llega a producir entre 2 a 12 plántulas a los cuatro meses. Esta vía presenta limitaciones por la poca disponibilidad de material vegetal (GALLARDO *et al.*, 2008).

Para LÁRRAGA *et al.* (2011), la técnica chusquín es la mejor opción para la propagación del bambú, ya que es una plántula completa que presenta un rizoma horizontal y es un órgano de reserva que favorece su propagación.

Una gran ventaja de la técnica es que se pueden deshijar las plantas las veces que se quiera, sin afectar su capacidad reproductiva, ni la calidad del material vegetal (BOTERO, 2012).

2.5.1. Viveros

2.5.1.1. Características de los viveros

NOBOA (2014) sembró las plantas bajo sombra de malla rashell color negro y con 50% de sombreamiento, mientras que TRILLO (2014) en Satipo utilizó 80.0% de sombra con malla de color verde.

2.5.1.2. Camas de propagación

PERUBAMBU (2004) considera que en la instalación del banco de propagación, la plantación debe realizarse en hileras a una distancia de 0.20 x 0.20 m, colocando una plántula por cada hoyo, con las raíces estiradas hacia el fondo y luego aprisionando suavemente para evitar espacios de aire que faciliten encharcamientos que generen pudriciones en las raíces.

Luego de tres o cuatro meses de haber plantado las plántulas en el banco de propagación (dependiendo principalmente del sustrato, clima de la zona, humedad, temperatura, fertilización, etc.), por cada plántula se producirán entre 5 a 15 nuevas plántulas (PERUBAMBU, 2004).

Para BOTERO (2012), los chusquines obtendrán mayor número de brotes en el menor tiempo posible en suelos franco arenosos y muy fértiles, con humedad controlada y estrictamente dosificada de acuerdo a los requerimientos de la planta mediante riegos periódicos y no debe haber competencia con plantas indeseables.

2.5.1.3. Sustratos utilizados en la producción de plantones

Para obtener planta de calidad en condiciones de vivero se considera usar sustratos a base de materiales disponibles y con aceptables características físicas como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad (LÁRRAGA *et al.*, 2011), es por ello que en bambú se ha utilizado suelo y arena en proporciones de 75 y 25% respectivamente (GIRALDO y SABOGAL, 2007) y humus de lombriz (80%) con 20% de zeolita (GALLARDO *et al.*, 2008). AVSI (2017) añade que, en caso de querer obtener plantones listos para campo definitivo, se debe colocar los chusquines en bolsas de vivero, de 6 por 9 o 7 por 10 pulgadas, con el siguiente compuesto por suelo agrícola (1 m³), compost o humus (10 kg/m³), arena fina (0.25 m³) y no se debe utilizar arena en caso el terreno de la plantación sea principalmente arenoso. Además, para continuar la reproducción y obtener más chusquines, se debe colocarlos en camas de reproducción de 1 metro de ancho y según el largo que se tenga disponible con el sustrato constituido por arena fina (0.25 m³), suelo agrícola (1 m³), humus (8 – 10 kg/m³), compost (200 kg/m³) y aserrín (0.25 m³).

SOTO (2011) utilizó un sustrato que contenía tierra agrícola 60%, arena 30% y aserrín descompuesto 10%. El trabajo de investigación se desarrolló entre abril de 2009, a enero de 2010, en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; localizado a 1.5 km de la ciudad de Tingo María.

En su estudio, SÁNCHEZ (2017) propagó plantones de bambúes (*Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* Kunth. y *Bambusa vulgaris*) en bolsas y utilizó como sustrato que lo calificó como tierra del lugar, debido a que fue textura franca arenosa, pH ligeramente ácido (6.15), un nivel ligeramente bajo de contenido de N (0.65%), un nivel alto de K (0.065%) y de Mg (0.675%), un nivel bajo de Ca (0.865%); además poseía capacidad de intercambio catiónico bajo (5.2 Meq/100 g).

TRILLO (2014) utilizó un sustrato en proporción 1 arena y 3 de suelo agrícola, con las características químicas siguientes: 6.11 de pH, 1.26% de M.O, 19.40 mg/kg de P, 42.28 mg/kg de K, 9.40 meq/100 g de CIC, 7.30 meq/100 g de Ca, 1.40 meq/100 g de Mg y 0.00 de Al, 67.32% de arena, 1.52% de arcilla y 31.16% de limo.

El agua y la fertilización nitrogenada son considerados factores limitantes para el crecimiento de las plantas, con repercusiones ecológicas, económicas y sociales. Una alternativa potencial es la sustentabilidad del suelo a través del manejo de su fertilidad basado en aporte de materia orgánica y la disminución de la fertilización nitrogenada, aspectos muy importantes ante la presencia de sequías recurrentes (SOTO *et al.*, 2016).

La vermicomposta (humus) contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la

aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (HASHMIMAJD *et al.*, 2004). Según RAVIV *et al.* (2005), las compostas se usan como sustrato debido a su bajo costo, sustituyen al musgo y suprimen varias enfermedades presentes en el suelo.

Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del humus de lombriz o lombricompuesto varían considerablemente según el alimento con que se nutren las lombrices (MEDINA *et al.*, 2003). El lombricompuesto presenta entre 25-55 % de materia orgánica y nutrientes esenciales: N, P, K (MEDINA *et al.*, 2001), Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mo. Por otra parte, el N y P orgánicos se transforman fácilmente en formas más asimilables (AGRAMONTE *et al.*, 1998). Si se incorpora el lombricompuesto a suelos deficientes en bacterias como *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp. (MEDINA *et al.*, 2001), se facilita una mejor fijación del N atmosférico.

2.5.1.4. Repique

Se debe seleccionar las plántulas a deshijar, empezando por el material más grande, luego humedecer el suelo para facilitar la extracción de las plántulas, aflojando el suelo que rodea a la planta por los cuatro extremos con una pala (PERUBAMBU, 2004).

Inmediatamente las plántulas obtenidas se deben depositar en un recipiente con agua para evitar su deshidratación, luego llevar el recipiente con las plántulas a la caseta de deshije para realizar una poda de raíces y cañas largas dejando entre 5 – 8 cm, seguidamente se separa

manualmente (en algunos casos con ayuda de tijeras de podar) cada uno de las plántulas sin causar daño a sus pequeños rizomas y luego se introduce en una solución de fungicida para proteger de infecciones posteriores (PERUBAMBU, 2004).

Cuando el propósito del vivero es continuar produciendo plántulas es recomendable realizar el trasplante nuevamente en los bancos de propagación; si el propósito es llevar material vegetal a sitios de plantación, se recomienda realizar el trasplante de las plántulas en bolsas plásticas o tubetes, que deben ser previamente llenadas con sustrato, compuesto por suelo agrícola y materia orgánica (tierra de monte, compost, viruta descompuesta, etc.) en proporción 1:1 (PERUBAMBU, 2004). AVSI (2017) indica que, en las camas de reproducción colocar los chusquines distanciados a 20 centímetros entre plantas y 30 centímetros entre líneas o surcos. Con la ayuda de una estaca abrir los hoyos para introducir los chusquines. Es importante mantener los chusquines en los baldes con enraizador o agua mientras se van colocando en la tierra para evitar que se estresen por falta de humedad.

Para fomentar el crecimiento de brotes o hijuelos, colocar en invernadero (bajo plástico) tanto los chusquines embolsados y los que se encuentran en cama de reproducción para aumentar la temperatura y mantener una humedad constante, generando una humedad relativa diferente al ambiente, y bajo sombra con malla de vivero. Regar (con regadera o por pulverizado) cada día y medio o cada dos días, según las condiciones del clima. Los chusquines deben permanecer en invernadero durante

aproximadamente 15 días hasta que aparezcan las primeras hojas nuevas y brotes. Luego se debe retirar el plástico y mantener los chusquines bajo la sombra de la malla de vivero, durante un periodo aproximado de un mes, hasta que desarrollen de 2-3 brotes por cada chusquín. El riego en esta etapa debe ser diario, según las condiciones del clima (AVSI, 2017).

En caso de que exista supervivencia, la formación de hijuelos inicia después de 20 a 40 días (GIRALDO y SABOGAL, 2007). Con buen manejo, DÍAZ (2009) añade que, cada chusquín sembrado en bancos de propagación, la Guadua se tiene la capacidad de generar aproximadamente hasta 1.25 a 1.67 hijuelos por mes, lo cual se traduce en 5 hijuelos con diferentes edades y desarrollos que se obtendrán entre 3 o 4 meses de edad desde el sembrado.

2.5.2. Labores culturales

Las labores culturales que se reportan para el cultivo de guadua en fase de vivero son los siguientes:

2.5.2.1. Riego

Las plantas producto del deshije una vez sembradas en bolsas plásticas, deben regarse abundante y permanentemente para evitar la deshidratación y permitir que las raicillas entren en contacto con el sustrato. Se debe evitar la acción directa de los rayos solares por espacio de dos semanas mientras la planta se adapta al trasplante (BOTERO, 2012).

El suministro de agua debe ser constante, variando de acuerdo a la zona y a la época del año. En zonas donde las precipitaciones son escasas, el suministro de agua debe ser aplicando riegos dirigidos dos veces al día, para garantizar un buen prendimiento y desarrollo de la planta (PERUBAMBU, 2004). Los riegos para bambú son un factor indispensable para su desarrollo, en un estudio realizado por LÁRRAGA *et al.* (2011), aplicaron cada tercer día entre un 10 a 12 mm de agua aproximadamente por cada unidad experimental o planta.

AVSI (2017) recalca que, es de vital importancia que las camas de reproducción de material vegetativo cuenten con un sistema de riego por nebulización o microaspersión, ya que el bambú requiere humedad a nivel de suelo y del área foliar frecuente, pero no en exceso. De esto depende mucho el porcentaje de enraizamiento en las camas. Del mismo modo, ayuda a mantener una humedad relativa adecuada para su desarrollo.

En la producción de plántones NOBOA (2014) consideró regar en periodos de cada semana a razón de 250 cc en cada bolsa, basado en las necesidades hídricas de las plántulas en evaluaciones diarias del mismo.

A los 100 días después de la siembra, se obtuvo la mayor altura en el tratamiento Tamo + aserrín de madera (55.04 cm), siendo estadísticamente superior a los demás. Menor altura, se encontró cuando se utilizó testigo suelo agrícola (32.63 cm).

Con la mezcla de Tamo de arroz + aserrín de madera se encontró 0.70 g/cm^3 , siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos, viéndose menor promedio en los tratamientos Aserrín de madera (0.17 g/cm^3) y Testigo suelo agrícola (0.13 g/cm^3), los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. Se encontró que los esquejes del género Guadua, sembrados en los sustratos compuestos por Aserrín de madera (90%), tamo de arroz (91%) y Tamo + aserrín de madera (95 %) presentaron mayor capacidad de enraizamiento, siendo estadísticamente iguales entre ellos; pero superiores al resto de tratamientos. Se tuvo un menor porcentaje de prendimiento en Guadua con el sustrato de Suelo + arena + estiércol vacuno 2 con 25 % (NOBOA, 2014). Cuando los chusquines transplantados en bolsa son llevados a condiciones de invernadero con una temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ y humedad relativa entre 75% a 80%, el porcentaje de prendimiento alcanza el 90% (DÍAZ, 2009).

2.5.2.2. Ataque de insectos

Los viveros de Guadua pueden presentar ataque de hormigas y/o grillos, los mismos que causan severos daños llegando a desaparecer completamente las plantas en pocos días, sino se detectan y combaten a tiempo. El control de esta plaga se realiza manualmente si el ataque es pequeño o aplicando insecticidas orgánicos (PERUBAMBU, 2004).

2.5.2.3. Malezas

Es recomendable realizar controles periódicos de las malezas para evitar la competencia por espacio, agua, luz y nutrientes; los mismos que se deben realizar manualmente con la finalidad de no ocasionarle daños a la planta. No se recomiendan controles químicos por cuanto Guadua es muy susceptible a los herbicidas (PERUBAMBU, 2004).

2.5.2.4. Crecimiento de los chusquines

BOTERO (2012) indica que un chusquín sembrado en el banco de propagación produce en promedio 5 brotes en tres meses, que al ser sembrados producen nuevamente 5 brotes cada uno en tres meses y así repetidamente, tenemos que un chusquín produce en promedio 625 plantas al año, lo que serviría para establecer 1.5 hectáreas.

A los 100 días de sembrado, NOBOA (2014) reporta que el tratamiento tamo de arroz + aserrín de madera alcanzó 13.2 macollos (hijuelos), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos; menor número de macollos se presentó en el sustrato aserrín de madera (5.7 macollos), Suelo + arena + estiércol vacuno 1 (5.4 macollos), Suelo + arena + estiércol vacuno 2 (5.3 macollos) y el tratamiento testigo con suelo agrícola (5.8 macollos).

2.5.2.5. Deshije

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 (BOTERO, 2012).

Normalmente los chusquines se deshijan a los tres meses de sembrados en el banco de propagación pero ese tiempo depende directamente del sustrato donde están sembrados y sobre todo de las condiciones atmosféricas. A mayor temperatura y humedad mayor número de brotes o hijos (BOTERO, 2012). Para seguir con la reproducción de los chusquines deben ser colocados en un balde con una solución de enraizador con agua (5 mililitros de enraizador por litro de agua), durante 5 minutos como mínimo y 1 hora como máximo (AVSI, 2017).

2.6. Enraizantes

DURANGO *et al.* (2017) señalan que el uso de auxinas como reguladores de crecimiento, es una práctica común para inducir la formación de raíces adventicias, con frecuencia es utilizadas en la promoción de raíces es el ácido naftalenacético (ANA); sin embargo, este producto es más tóxico que el ácido indol butílico (AIB) y deben evitarse las concentraciones excesivas, para evitar daños en las células.

PINO (2015) indica que, la aplicación de los productos orgánicos enraizantes influyen significativamente en las variables evaluadas a excepción de las variables floración y ciclo vegetativo. Para el, es necesario utilizar los enraizantes con la finalidad de incrementar al sistema radicular, y éstos deben de ser empleados como un complemento de un equilibrado programa nutricional.

Para ÁLVAREZ (2009), el crecimiento de la raíz es importante para interceptar los nutrientes y depende del aporte de carbohidratos y del estímulo causado por los niveles endógenos de fitohormonas. Dependiendo de la especie y del estado de desarrollo de las plantas en promedio del 25-50% de los fotosintatos producidos por día en la parte aérea de la planta se conducen hacia la raíz para el crecimiento y mantenimiento entre otras funciones por ejemplo la toma de nutrientes. Aproximadamente la mitad de estos carbohidratos son usados en la respiración. Las raíces son altamente sensitivas al ácido indolacético (AIA); concentraciones a la 10^{-9} M incrementan la extensión celular; los sitios receptores para el AIA son las células apicales de la raíz. La raíz depende de los fotosintatos que son translocados a partir de la parte aérea, luego no se puede ver como un ente separado, sino que tiene que verse en una relación dinámica con la parte aérea. Asimismo, no se puede aislar de los demás elementos de la rizósfera, como puede ser la microbiología, las características del suelo y las condiciones de humedad, temperatura y demás. De modo que estos factores no son estáticos y dependen de la etapa fenológica de la planta, lo que lo convierte en un fenómeno dinámico, llamado actualmente dinámica radicular (ÁLVAREZ, 2009).

Está comprobado por numerosas investigaciones que un buen suministro de P está asociado con el incremento de la tasa de crecimiento de las raíces. Cuando se aplican compuestos fosfatados solubles en banda al suelo, las raíces de las plantas se extienden proliferando su desarrollo en las áreas del suelo tratado. De ahí viene la gran prioridad de considerar los niveles de este elemento en el suelo antes o durante la siembra. En términos prácticos, debido a que el P es un elemento con poco movimiento en el perfil del suelo, se requiere dosificar en una sola aplicación que quede cerca de lo que serán las raíces del cultivo, para que se facilite su aprovechamiento (INPOFOS, 2006).

Las estacas obtenidas de plantas jóvenes o de sectores más juveniles tienen mayor capacidad para formar raíces (BOTTEI, 1999). El mejor enraizamiento de los extremos de las ramas y tallos (yema terminal) puede ser explicado por la posibilidad de que contengan mayores concentraciones de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento. También en las estacas terminales existe menos diferenciación, habiendo más células que pueden volverse meristemáticas. Por otro lado, la temperatura elevada del aire en exceso, tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas, hecho indeseable para la propagación (HARTMANN y KESTER, 1987).

Un factor a tener en cuenta es la edad de la estaca, el cual para RIVERA *et al.* (2016) es importante en el enraizado ya que la capacidad de enraizado disminuye con la edad del esqueje (después de la poda); la sección de la planta donde se obtiene la estaca también es importante, ya que en plantas

juveniles se logra mayor enraizado con estacas apicales que con basales. Además, para CASTRILLÓN *et al.* (2016), los factores más relevantes a tener en cuenta para realizar el enraizamiento por estacas son: fuentes del material vegetativo, medios para enraizamiento, tratamientos con estimuladores de enraizamiento y condiciones ambientales adecuadas para el enraizamiento.

MESÉN y RUÍZ (2013) indican que el éxito de enraizamiento de estaquillas depende de gran cantidad de factores, relacionados con la minimización del déficit hídrico en las estaquillas, la optimización de la fotosíntesis durante el proceso de propagación, así como la utilización de sustratos adecuados y reguladores de crecimiento que favorezcan la iniciación y desarrollo de las raíces. MORENO (2002) señala que, la materia orgánica es un componente activo del sustrato; su incorporación mejora la estructura del espacio poroso, disminuye la densidad e incrementa la humedad, lo que trae consigo una mejor permeabilidad del suelo y/o sustrato; además, libera dióxido de carbono y ciertos ácidos orgánicos durante la descomposición, lo que ayuda a disminuir el pH del suelo, a liberar el calcio por la solubilización de carbonatos y otros minerales del suelo.

Los materiales orgánicos presentan una alta capacidad de retención hídrica. Al representar las curvas de retención de humedad de tres sustratos orgánicos ampliamente utilizados – humus de lombriz (frecuentemente denominados vermicompost), compost y cachaza, los cuales poseen una alta humedad de saturación máxima (superior a 120% de humedad en base a sustrato seco a 50 °C). La capacidad del humus de lombriz y el compost de

conservar la humedad en el proceso de secado (obsérvense valores superiores a 100% al aplicarles tensiones de 100 cm de la columna de agua) es una de las ventajas más importantes que se les confiere (MORENO, 2002).

El vermicompost comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico y un elevado contenido de ácidos húmicos totales (NDEGWA y THOMPSON, 2000). De acuerdo a CASTRO *et al.* (2009), la materia orgánica incorporada al suelo es la responsable de los cambios físicos que se dan en este, particularmente en la estructura, aumento de la porosidad y permeabilidad y por ende de la retención de agua, el cual favorecerá al enraizamiento de los diferentes materiales vegetativos a propagar. En caso de utilizar arena, DAVIDSON *et al.* (1994) indica que son comúnmente usadas como componente inorgánico de sustratos, particularmente aquellas utilizadas en viveros. CABRERA (1998) añade que el uso de arena deberá restringirse a menos de una tercera parte del volumen total del sustrato, ya que puede resultar en un alto peso por volumen (densidad aparente), lo que no es recomendable.

2.6.1. Razormín

Es un producto bioestimulante y enraizante cuya formulación induce primero el enraizamiento y posteriormente al desarrollo radicular y de masa foliar, estimulando la división celular. La presencia de aminoácidos y polisacáridos entre sus componentes, favorece la absorción de nutrientes

(macro y microelementos), consiguiendo así un mayor desarrollo de la planta. También ayuda a los cultivos a superar cualquier situación de estrés y fitotoxicidad además de apoyar a la planta en momentos de gran actividad vegetativa. La composición de Razormín de acuerdo a ATLANTICA (2016) es:

Aminoácidos	: 7% p/p
Polisacáridos	: 3% p/p
Nitrógeno total	: 4% p/p
Nitrógeno orgánico	: 2.1% p/p
Nitrógeno amoniacal	: 1% p/p
Pentóxido de fosforo soluble en agua:	4% p/p
Óxido de potasio soluble en agua	: 3% p/p
Hierro soluble en agua	: 0.4% p/p
Manganeso soluble en agua	: 0.1% p/p
Boro soluble en agua	: 0.1% p/p
Zinc soluble en agua	: 0.085% p/p
Cobre soluble en agua	: 0.02% p/p
Molibdeno soluble en agua	: 0.01% p/p

La acción de los aminoácidos sobre el organismo vegetal siempre se ha centrado en su acción para ayudarlos a superar situaciones de estrés y situaciones de gran actividad metabólica como las que se producen en las fases de brotación, floración, fructificación, etc. (AEFA, 2017).

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas complejas que en la planta desarrollan funciones estructurales, enzimáticas y hormonales; actualmente, los aminoácidos continúan utilizándose en los casos anteriores, pero además también se utilizan cuando se quiere ayudar a la planta en momentos críticos, tales como durante el enraizamiento, antes de floración, antes del cuaje, durante el engorde, en la asimilación del potasio (K), etc. (SANABRIA, 2015).

2.6.2. Root-Hor®

Es un regulador de crecimiento en estado líquido con un pH de 2.5 +/- 0.2, realiza naturalmente la producción de las hormonas responsables del enraizamiento, penetra en los tejidos celulares y ocasiona una favorable concentración de auxinas, básicamente alfa Naftalenacético (ANA) y el ácido indol-3-butírico (AIB), estimulando el desarrollo radicular, posee como ingredientes activos ácido alfa Naftalenacético 0.40%, ácido indol-3-butírico 0.10%, sulfato de Zinc 0.40% y soluciones nutritivas 95.40%. Es un producto inofensivo y de muy baja toxicidad para los seres humanos y/o animales, pudiera causar alguna irritación a los ojos pero esto es transitoria, no tiene ningún efecto en la piel y es ligeramente tóxica si se ingiere (COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL, 2006).

Contiene ácido alfa Naftalenacético (ANA), ya que es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en las plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas. Es un poderoso estimulante

hormonal, diseñado para inducir la formación de un sistema radicular más fuerte en una amplia gama de especies vegetales. Es empleado para la propagación asexual por medio de estacas, para el enraizamiento de acodos y esquejes (MESÉN, 1998).

2.7. Trabajos de investigación

En Venezuela, al propagar la *Guadua amplexifolia*, *Guadua angustifolia* Kunth (guaduas) y *Elytrostachys typica*, a partir de varas, plantados en tres sustratos bajo condiciones de cobertizo. Los sustratos fueron combinados del horizonte superficial de un suelo de la serie Maracay, con arena de río (S₁, control), humus de lombrices (S₂) o pergamino de café (S₃). La propagación fue exitosa en las dos especies del género *Guadua* que en *E. typica*, alcanzando en el primer caso 75% de prendimiento, y la última alcanzó a 40%. En *G. amplexifolia* no hubo diferencia significativa en el alargamiento de los brotes entre los sustratos S₁ y S₂, pero sí respecto a S₃. *G. angustifolia* presentó mayor crecimiento en longitud con el S₂ (MÁRQUEZ y DOUGLAS, 2011).

En el Municipio de Chietla – México, LÁRRAGA *et al.* (2011), propagaron chusquines, varas y segmentos nodales de tres especies de bambú; entre ellas *Guadua angustifolia* Kunth., *Bambusa vulgaris* y *Bambusa oldhamii*; utilizaron tres sustratos: S₁ (tierra de uso agrícola + cachaza + estiércol caprino); S₂: (atocle + cachaza + estiércol caprino) y S₃ (musgo de turba 0.1614 m³, agrolita 0.1 m³, tierra de uso agrícola 40 kg, biofertilizante natural 1.5 kg, fertilizante granulado azul especial (12 12 17 (+2))). Al comparar entre ellos, la técnica por

chusquín es mejor que el de vara y segmento nodal, estos últimos presentaron menor supervivencia y reducido número de hijuelos. Mientras que, la especie *Guadua angustifolia* Kunth. y *Bambusa vulgaris* propagaron mejor en relación a la *Bambusa oldhamii*.

En Babahoyo - Ecuador, NOBOA (2014) midió el efecto de varias fuentes de sustratos sobre la reproducción y prendimiento de esquejes de caña guadua (*Guadua angustifolia* 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.

En Riobamba - Ecuador, SÁNCHEZ (2017) propagó en forma vegetativa *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* Kunth. y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo, encontró que la más alta supervivencia relacionado de las tres especies

durante la fase de vivero se le atribuye a *Dendrocalamus asper* (72.99%), mientras que la especie con menos porcentaje de supervivencia es la de *Guadua angustifolia* Kunth. (14.62%), en la mayoría de variables evaluadas de las especies de bambú, donde se aplicó hormonas (Ácido naftalacético y ácido indolbutírico), mostraron resultados deficientes en comparación con el testigo, esto es porque las hormonas estudiadas presentan un mejor enraizamiento en concentraciones menores y con menor tiempo de inmersión de los segmentos de ramas.

Sánchez (2013), citado por PALACIOS (2018) realizó un estudio sobre el efecto de enraizadores sobre la reproducción de esquejes de caña *Guadua* y caña amarilla, probando Cytokin y Newgibb en dosis 7.5; 5 y 2.5 cc/litro, para las especies *Guadua* y *Bambusa*. Además, se incluyó dos tratamientos *Guadua* y *Bambusa* sin la aplicación de enraizantes como testigo. Encontró que la aplicación de giberelinas en el género *Guadua angustifolia* Kunth. incrementa el prendimiento de las yemas (25.15%), con relación a al otro grupo hormonal utilizado. En caso de la aplicación de citoquininas en *Guadua angustifolia* Kunth. logró mayor altura del brote. Ambos géneros de caña lograron un mejor diámetro de brotes, sin la aplicación de hormonas vegetales para el prendimiento de las mismas (39% y 33%). Además, se presentó mayor biomasa radicular con la aplicación de citoquininas en ambos géneros de caña, sin embargo, el testigo fue igual estadísticamente.

COTRINA (2017) al propagar chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth., utilizando enraizante Root-Hor® en condiciones de vivero en la región de

Amazonas; como resultado presentó: En el vivero Valera: al tratar con el enraizador a los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm presentaron un 66.67% de prendimiento a 90 días, 3.53 brotes, 14.51 cm de altura de brotes y 59.94% de sobrevivencia después del repique; y los chusquines con diámetro de 0.51-1.0 cm presentaron un 74.07% prendimiento, 3.57 brotes, 15.83 cm de altura de brote y 62.29% de sobrevivencia; mientras que, sin el enraizador presentaron 51.85% prendimiento, 3.38 brotes, 10.85 cm de altura de brote, 52.02% de sobrevivencia; y 55.56%, 3.49 brotes, 13.39 cm de altura de brote, 55.89% de sobrevivencia respectivamente para cada rango de diámetro.

En el vivero Suyubamba (región Amazonas): los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm tratados con Rot-hort® presentaron 70.37% de prendimiento a 90 días, 4.3 brotes, 23.77 cm de altura de brote y 65.74% de sobrevivencia después del repique de chusquines; y 81.48%, 4.33 brotes, 26.59 cm de altura de brote y 67.4% de sobrevivencia para chusquines con diámetro 0.51-1.0 cm; mientras que, sin el enraizador alcanzaron 55.56% de prendimiento, 4.1 brotes, 18.33 cm de altura de brote, 60.33% de sobrevivencia; y 62.96% prendimiento, 4.26 brotes, 22.3 cm de altura de brote, 67.4% de sobrevivencia respectivamente para cada rango de diámetro (COTRINA, 2017).

En la región Amazonas, ARANCIBIA (2017) propagó la especie *Guadua angustifolia* Kunth mediante estacas, la cual fueron tratados con la hormona Rot-hort®; los resultados fueron: las estacas que fueron tratados con la hormona presentaron 53% de estacas brotadas y un brote en promedio para

estacas con un nudo y 77% de estacas brotadas y 2.2 brotes en promedio para estacas con dos nudos; mientras que, sin la aplicación de la hormona las estacas con un nudo presentaron 60% de brotación y 1.1 brotes en promedio y las estacas con dos nudos presentaron 93% brotación y 3 brotes en promedio por estaca.

En Satipo - Perú, TRILLO (2014) evaluó el método de propagación por ramas primarias, secundarias, segmentos para la multiplicación de las especies: *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. Wendl. var. *vittata*. Riviere & C. Riviere, *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua* aff. *angustifolia* Kunth en condiciones de vivero con una duración de 6 meses. Utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 4 (especies de bambú) por 3 (métodos de propagación) y 3 repeticiones. Los resultados fueron: las especies *B. vulgaris* y *D. asper* presentan el mayor prendimiento (86.11% y 34.26%), *G. angustifolia* con 21.30%. *G. aff. angustifolia* con 0.0%. La propagación por ramas primarias y secundarias tiene el mayor prendimiento (50 y 38.89%), y por segmentos presenta el menor prendimiento (17.36%). Las características morfológicas muestra mayor número de hijuelos por varas primarias en *G. angustifolia* con 1.47 unidades.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Vivero Municipal del distrito de José Crespo y Castillo “Aucayacu”; políticamente pertenece a la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; con una ubicación geográfica, con coordenadas UTM: 379434 E y 9013600 N; y una altitud de 580 msnm.

3.1.1. Zonas de vida

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida, este distrito está ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre-montano sub tropical (bmh – PST) (HOLDRIDGE, 1987).

3.1.2. Clima

El territorio de José Crespo y Castillo con potencial para la propagación de bambú se encuentra en altitud superior a los 540 m.s.n.m hasta los 1600 m.s.n.m, con un clima predominantemente tropical, con temperaturas que oscilan entre los 20 a 26 °C, durante el día y por las noches con temperaturas menores a 20 °C y lluvias predominantes en los meses de enero a marzo.

Las condiciones climáticas durante el periodo de ejecución de la tesis se obtuvieron de publicaciones de la página del SENAMHI (2019), en donde la estación tipo convencional denominada Aucayacu que se encuentra

a una altitud de 586 msnm y en las coordenadas: 8° 55'47.53'' de latitud y 76° 6'42.15'' de longitud registraron la temperatura y precipitación en la zona de estudio. En el Cuadro 2 se observa mayor temperatura máxima en el mes de setiembre (31.53 °C) mientras que la temperatura mínima se reportó en el mes de agosto (18.63 °C); en caso de la temperatura media se observó menor valor en la primera quincena del mes de diciembre.

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento periodo julio – diciembre 2018.

Meses	T Max. (°C)	T Min. (°C)	T Prom. (°C)	Prec. (mm)
Julio*	30.78	18.93	24.85	44.2
Agosto	30.86	18.63	24.75	153.2
Setiembre	31.53	19.33	25.43	162.1
Octubre	29.12	19.60	24.36	411.2
Noviembre	28.89	19.86	24.38	499.2
Diciembre*	28.52	19.93	24.23	240
Promedio	29.95	19.38	24.67	251.65

*: Valores considerados solo de 15 días. Fuente: SENAMHI (2019).

La temperatura registrada para la zona es adecuada para el cultivo del bambú ya que LONDOÑO (2002) indica que se necesita entre 8 °C a 36 °C; de manera similar se encuentra la precipitación, ya que para LIESE (1985) el requerimiento mínimo anual fluctúa de 1,000 a 4,050 mm.

3.1.3. Los sustratos

La tierra agrícola utilizado en la producción de plantones del bambú fue de textura franco, con pH 5.03 que lo cataloga como un suelo muy ácido (GARRIDO, 1994), medio en materia orgánica con 2.49%, medio en nitrógeno con 0.11%, bajo en fósforo con 9.40 ppm (BERNIER, 2011) y potasio con 46.43 ppm (Figura 28 del Anexo).

3.1.4. Material biológico

Se utilizaron brotes de rizomas (chusquines) de la especie *Guadua angustifolia* Kunth, que fueron traídos desde la ciudad de Satipo del vivero FORESTBAMBU, ubicado en el Fundo BIOSELVA.

3.2. Componentes en estudio

Factor A. Dosis de enraizadores

a₁. Razormín (5 ml/L agua).

a₂. Root-hor (5 ml/L agua).

a₃. Testigo (agua).

Factor B. Mezcla de sustratos

b₁. 80% tierra agrícola + 20% arena de río.

b₂. 80% tierra agrícola + 20% humus.

b₃. 80% tierra agrícola + 10% arena de río + 10% humus.

3.2.1. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en el estudio fueron generados por los niveles de cada factor en estudio, motivo por el cual se contó con nueve tratamientos en estudio como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Clave	Descripción					
		Enraizadores (ml)		Sustratos (%)			
		Razormín*	Root-hor*	Agua	Tierra**	Arena	Humus
T ₁	a ₁ b ₃	5	-		80	20	-
T ₂	a ₁ b ₂	5	-		80	-	20
T ₃	a ₁ b ₁	5	-		80	10	10
T ₄	a ₂ b ₃	-	5		80	20	-
T ₅	a ₂ b ₂	-	5		80	-	20
T ₆	a ₂ b ₁	-	5		80	10	10
T ₇	a ₃ b ₃	-	-	4000	80	20	-
T ₈	a ₃ b ₂	-	-	4000	80	-	20
T ₉	a ₃ b ₁	-	-	4000	80	10	10

*: Dosificado en proporción de cada 5ml/litro de agua. **: Tierra agrícola.

3.2.2. Diseño experimental

El esquema considerado en el estudio fue el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 3B, con nueve tratamientos

y tres repeticiones, con 16 unidades experimentales por tratamiento teniendo en cuenta el efecto de borde; para la contrastación de la hipótesis en estudio se realizó el análisis de varianza (Cuadro 4) de los tratamientos en estudio, y se determinó el coeficiente de variación (CV), en caso de querer conocer las diferencias de las medias se realizó la prueba estadística de Tukey ($\alpha=0.05$) a un nivel de confianza del 95.0% y un error de $\alpha=0.05$.

Cuadro 4. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	8
Factor A (enraizante)	2
Factor B (sustrato)	2
Enraizante x sustrato	4
Error experimental	18
Total	26

3.2.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta u observación.

μ = Es el efecto de la media general

α_i = Efecto de los sustratos

β_j = Efecto de los enraizantes

$\alpha\beta_{ijk}$ = Efecto de la interacción del factor A y B

ϵ_{ij} = Error experimental.

Para:

$i = 1, 2, 3$ niveles del factor A

$j = 1, 2, 3$ niveles del factor B

3.2.4. Características del campo experimental

Campo experimental

Largo de cada cama : 9 m

Ancho de cada cama : 1 m

Número de camas : 3

Separación entre camas : 0.5 m

Área de cada cama : 9 m²

Área total de camas : 27 m²

Unidad experimental

Número de unidades por cama : 9

Número total de unidades : 27

Largo de cada unidad : 1 m

Ancho de cada unidad : 1 m

Área de cada unidad : 1 m²

De las plantas

Número total de plantas : 432 plantas

Plantas por tratamiento : 48 plantas

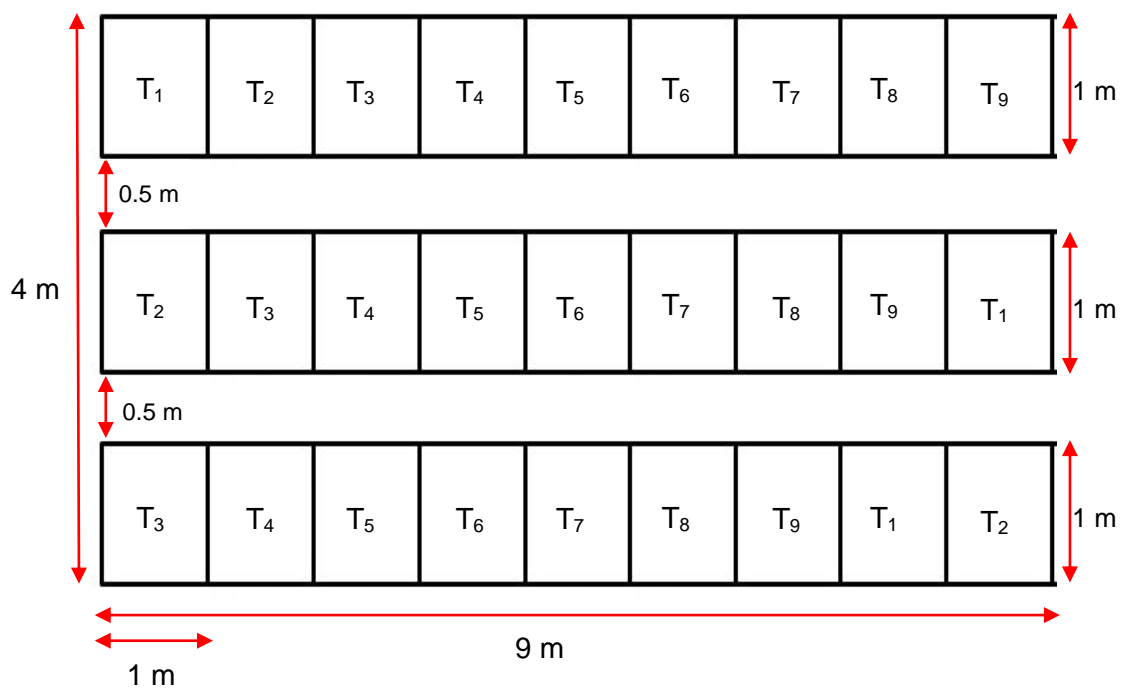
Plantas por repetición : 16 plantas

Total de plantas a evaluar : 108 plantas

Plantas a evaluar por tratamiento : 12 plantas

3.2.5. Croquis del experimento

a. Campo experimental



b. Unidad experimental

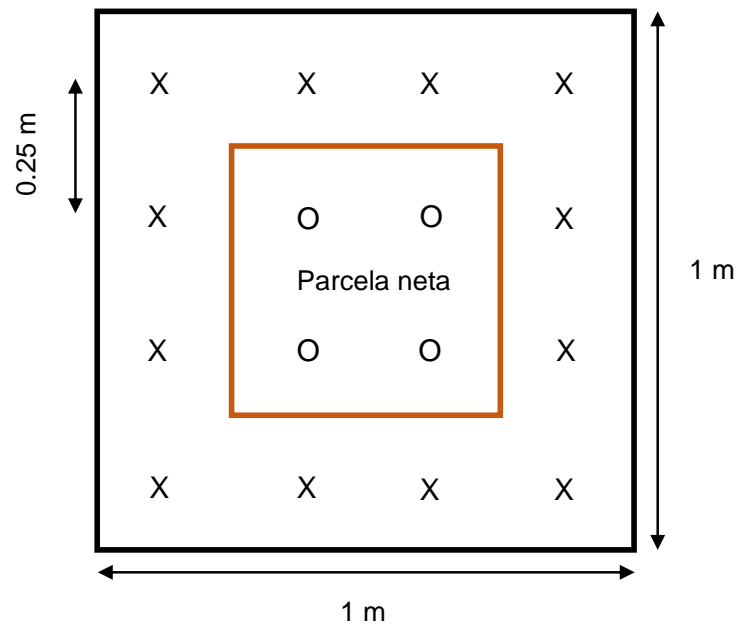


Figura 2. Croquis de la unidad experimental.

X = plantas de borde (efecto de borde)

O = Plantas evaluadas

Distancia de siembra = 0.25 m x 0.25 m

3.3. Ejecución del experimento

3.3.1. Determinación y demarcación del área experimental

a. Acondicionamiento del tinglado

El estudio se realizó en un vivero permanente, solo se instaló la construcción del tinglado en base a las camas de cría que presentaban las mismas. Se realizó la limpieza general de las malezas y luego se adquirió postes de madera cuyas dimensiones fueron de 4'' ancho x 4'' espesor y 2.40

m de longitud, a los cuales se les había colocado en un extremo un fierro corrugado cuya dimensión fue de aproximadamente 30 cm, de los cuales 15 cm se introdujo en el poste y el restante quedó con la finalidad de fijar los largueros respectivos.

Para fijar los postes se abrió hoyos de 0.40 m de profundidad con la ayuda de una cavadora, dichos hoyos fueron abiertos cada 4.33 m prosiguiendo la longitud de las camas de cría y 3.0 m entre las calles de las camas, se colocó los postes hasta una profundidad de 0.40 m quedando un espacio de 2.0 m entre el nivel del suelo y la malla rashell; luego se colocaron los largueros que fueron cañas de bambú *Dendrocalamus asper* en donde se le realizó unos agujeros para ser empotrados en el extremo de los postes y finalmente se sujetó con alambre de amarre n° 1/16'' con la finalidad de que no se desdibuje y perjudica la sombra, finalmente se colocó la malla rashell de color verde con 65% de sombreado el cual se cosió con rafia del mismo color (Figuras 16 y 17 del Anexo).

b. Acondicionamiento de las camas de propagación

En esta actividad se ha tenido que cavar las camas de cría hasta unos 35 cm de profundidad debido a que se encontraba acumulado de tierra por lo que estos lo utilizaban con la finalidad de producir plántones en bolsas de polietileno. Las camas presentaron una longitud inicial de 13.0 m y debido al esquema del experimento solo se utilizó 9.0 m de longitud en donde las divisiones entre cada unidad experimental se realizaron utilizando tablas de

madera corriente (zapote) cuyas dimensiones fueron de 1'' de ancho por 1 m de largo y 18 cm de ancho, en cada punto de división se utilizaron dos tablas que fueron sujetados por ambos lados y en los extremos utilizando estacas de bambú, esto se logró haciendo una punta en un extremo de la estaca y clavándolo en el suelo utilizando un martillo (Figura 16 del Anexo).

c. Preparación del sustrato

El sustrato fue adquirida por compra directa en donde la tierra agrícola se trajo en vehículos cuya capacidad fue de 5 m³, dicho material fue sometido al zarandeo en una malla de 3/4" para obtener tierra sin muchos residuos como raíces, hojas, tallos secos entre otros, de la misma manera fue obtenida y tratada la arena del río que se obtuvo del río Aucayacu; en caso del humus de lombriz, se adquirió en costales de 50 kg (8 costales). Se realizó la mezcla para obtener los sustratos en base a los tratamientos considerados en el estudio, como unidad de medida se utilizó la carretilla y la mezcla se realizó con una pala tipo cuchara hasta obtener sustratos lo más homogéneo posible entre sus componentes utilizados, luego se colocaron en los bancos de propagación de acuerdo al diseño del campo experimental; además, se ha muestreado la tierra agrícola para trasladarlo luego al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis físico-químico.

3.3.2. Obtención de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth

Los chusquines fueron obtenidos el 15/07/2018 del vivero FORESTBAMBU ubicado en el fundo BIO SELVA en la provincia de Satipo, donde realizan prácticas constantes de propagación de bambúes. Estas fueron

recolectadas el 13/07/2018 sin hojas y podadas parte de las raíces para evitar la deshidratación; fueron transportados en baldes con capacidad de 20 litros con aserrín húmedo con su respectivo tratamiento y se encontraban encostados para que no se maltraten. Las edades de los chusquines fueron de cinco meses aproximadamente y pertenecían a la primera generación en las camas de propagación de la empresa (Figura 18 del Anexo).

3.3.3. Tratamiento de los chusquines

El material vegetativo del bambú (chusquines) fueron sometidos a los tratamientos respectivos, se sacaron de los baldes, fueron colocados en baldes con capacidad de 20 L donde se añadió 4.0 litros de agua, 5 g de fungicida (Benzomil) y los enraizantes (20 ml) de acuerdo a los tratamientos considerados en los párrafos anteriores, el remojo de dichos chusquines se realizó por un periodo de 30 minutos en el cual se mantenía inmerso hasta la mitad de su tamaño. Para el cálculo de las dosis de los enraizantes se utilizó una probeta graduada con la finalidad de obtener un volumen exacto de cada producto enraizador.

3.3.4. Instalación a camas de vivero

Previamente se hizo un riego a los bancos de propagación, para ello se aplicó un día anterior el riego saturado empleando la regadera tipo ducha; una vez obtenido el chusquín con el tratamiento aplicado, se realizó la instalación el 16/07/2018 aperturando hoyos a una profundidad aproximada de 5.0 cm, colocándolo en posición vertical para luego devolver el sustrato

removido y presionándolo levemente con la finalidad de no dejar espacios grandes de aire que posteriormente se acumulen de agua; el distanciamiento entre chusquines fue de 0.25 cm x 0.25 cm, siendo un poco superior a lo indicado por PERUBAMBU (2004) que recomienda solo 0.20 m x 0.20 m (Figura 23 del Anexo).

3.3.5. Manejo de sombra

Debido a que el periodo ejecución del estudio se inició en temporada de estiaje (poca precipitación), se colocó doble malla rashell de color verde para limitar el desecamiento del sustrato y ayudar el crecimiento y desarrollo de los chusquines, éstas mallas estuvieron colocadas durante los primeros 60 días desde instalado el estudio, pasado el tiempo se procedió a una malla, para permitir el ingreso de más luz.

3.3.6. Riego

El riego es un factor indispensable para impulsar el enraizamiento del material vegetativo, por lo tanto, se realizó controladamente de manera diario hasta los tres meses de instalado debido a la poca precipitación en la zona, en este caso se utilizó como fuente de agua una poza y la hora de aplicación fue entre las 7:30 am hasta las 8:00 am y por las tardes se realizó entre las 5:00 pm a 5:30 pm, luego de ese tiempo la aplicación de agua ocurrió en periodos de cada tres días y dichos riegos estuvieron supeditados a las precipitaciones que ocurría en la zona en estudio.

3.3.7. Aplicación de fertilizante foliar

Cuando se observó los primeros brotes de rizoma que en la mayoría de los tratamientos ocurrió entre los 25 a 30 días de sembrado, se procedió a la aplicación del fertilizante foliar Bayfolan líquido realizado de manera semanal (los días lunes) en dosis de 100 ml por mochila de 20 litros.

3.3.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó mediante la técnica manual en las camas y el uso de azadón en calles, para de evitar la competencia por luz, agua, espacio, nutrientes, el contagio de patógenos externos y poder desplazarse por las calles para realizar las labores culturales; esta actividad se realizaba un día antes de cada evaluación durante el tiempo del estudio. Las malezas predominantes fueron:

- Tomatillo (*Solanum nigrum* L.)
- Ortiga (*Urtica dioica* L.)
- Coquito (*Cyperus rotundus* L.)
- Grama (*Cynodon dactylon* R.)

3.3.9. Control plagas

En caso de las actividades referidas al control de plagas, solo se realizó la aplicación de productos químicos con fines preventivos; la aplicación de insecticida coincidió con la fertilización foliar y se empleó 50 ml de Pyrinex

mezclado durante dos oportunidades en todo el periodo de ejecución del estudio.

3.3.10. Control fitosanitario

Para el control fitosanitario, se aplicó 20 g por 20 litros de agua del fungicida Benzomil de manera preventiva y en periodos mensuales (5 veces) durante todo el periodo de ejecución del estudio.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Porcentaje de prendimiento

Para determinar el porcentaje de prendimiento de los chusquines se consideró el tiempo de 150 días después de instalado el material vegetativo; la evaluación se realizó mediante la observación y el conteo directo. Se consideraba un chusquín vivo cuando presentaba yemas activas o con brotes.

$$PP (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de brotes de rizoma vivos}}{\text{N}^\circ \text{ de brotes de rizomas total}} \times 100$$

3.4.2. Número de hijuelos

Variable obtenida mediante el conteo directo a los brotes de rizoma, se etiquetaba a cada individuo para evitar la confusión con los ejemplares nuevos; esta actividad se inició a los 30 días después del instalado del material vegetativo y culminó a los cinco meses después de la siembra.

3.4.3. Altura de brotes

La medición de la altura se realizó utilizando una regla en los primeros meses y luego se ha tenido que utilizar una wincha de 5 m debido a que algunos de los brotes alcanzaron alturas superiores a 1.00 m, dicha medición se realizó considerando el origen en la base del tallo hasta el último nudo o yema terminal; esta actividad se realizaba en periodos de 30 días durante el tiempo de estudio.

3.4.4. Diámetro del tallo

Para registrar el diámetro se empleaba el vernier digital, la medición se realizó a nivel de la altura de cuello de la planta (1 cm sobre el sustrato); de manera similar a la variable altura total, se registraba cada 30 días desde que se instaló los chusquines.

3.4.5. Volumen radicular

La medición del volumen del sistema radicular se realizó a los 150 días después de instalado los chusquines es decir a la culminación del trabajo de investigación, para esta actividad se ha tenido que extraer las plantas de sus respectivos sustratos, se realizó de manera manual utilizando una herramienta (tridente) con la finalidad de no ocasionar rupturas de las raíces secundarias y se ha tenido que colocar un poco de sustrato húmedo en cada planta y se llenó en una bolsa de polietileno transparente con la finalidad de que las plantas no se deshidraten durante el transporte.

Se procedió a transportar las plantas con sus raíces hasta el Laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en donde se lavó todo el sistema radicular para sus posteriores análisis, luego se utilizó tres envases de diferentes volúmenes, en caso de encontrar plantas con pocas raíces se utilizó una probeta cuya capacidad fue 100 cm³, mientras que en caso de los que presentaban mediana cantidad de raíces se utilizó una probeta de 1000 cm³ y para el caso de las plantas con mayor volumen se utilizó un vaso de precipitado con 2000 ml de capacidad.

La medición del volumen radicular se realizó mediante las diferencias de volúmenes (volumen final del agua menos el volumen inicial del agua en la probeta), que representaba el volumen real de las raíces.

3.4.6. Biomasa de la planta

En caso de la biomasa o peso seco de las plantas de *Guadua angustifolia* Kunth, se utilizó las mismas muestras que se emplearon en la obtención del volumen radicular, se ha tenido que pesar el peso fresco, luego envolver en papel kraft y colocarlo en estufa a una temperatura de 100 °C por un periodo de 72 horas hasta que las muestras alcanzaron peso seco constante y mediante una balanza de precisión se obtuvo el peso seco o biomasa de cada muestra. La fórmula para determinar la biomasa de las muestras estuvo expresado de la siguiente manera:

$$\text{Peso seco o biomasa (g)} = \text{Peso fresco (g)} - \text{humedad (g)}$$

3.4.7. Rentabilidad

En caso de los costos de producción de los plántones de *Guadua angustifolia* Kunth sometidas a diferentes sustratos y bajo dos enraizantes, se consideró toda la inversión realizada para producir plantas durante un periodo de cinco meses posteriores a la siembra y por cada metro cuadrado se propagó 16 plantas. Además, se consideró que la venta por cada chusquín fue de 3.5 soles y las fórmulas utilizadas fueron:

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento (chusquines/ m}^3\text{)} \times \text{precio unitario}$$
$$\text{Utilidad neta} = \text{Ingreso bruto} - \text{inversión total}$$
$$\text{Relación costo/beneficio} = \text{Ingreso bruto/ inversión total}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el prendimiento de los brotes de rizoma (chusquines) de bambú

En el Cuadro 5 se observa que el ANVA para el prendimiento de los chusquines instalados, reportándose que no hubo diferencias estadísticas al utilizar los enraizantes (p valor = 3.55 para ambos factores), de la misma manera no se reportó interacción estadística (p -valor = 2.93) es por ello que la prueba Tukey no es posible realizar, este comportamiento se pudo atribuir a los chusquines que se utilizó en el estudio, ya que DIAZ *et al.* (2017) recalca que empleando la técnica de propagación mediante chusquines la probabilidad de prendimiento en vivero es alta.

Cuadro 5. ANVA para el prendimiento de chusquines del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F $\alpha=0.05$
Tratamiento	8	1574.074	196.759	0.405	2.51 NS
Enraizante	2	601.852	300.926	0.619	3.55 NS
Sustrato	2	740.741	370.370	0.762	3.55 NS
Enraizante x sustrato	4	231.481	57.870	0.119	2.93 NS
Error experimental	18	8750.000	486.111		
Total	26	10324.074			

CV = 34.02%.

En la Figura 3 se observa que hubo mayores valores referido al prendimiento de los chusquines del bambú al aplicarse el Razormín que obtuvo

una media de 69.44%, siendo seguido por el uso del Root-hor en un 66.67% y en menor proporción al utilizar solo agua que obtuvo el 58.33% de prendimiento, la ventaja de aplicar enraizantes es su contenido de fitohormonas, ya que para ÁLVAREZ (2009), el crecimiento de la raíz es importante para interceptar los nutrientes y depende del aporte de carbohidratos y del estímulo causado por los niveles endógenos de fitohormonas.

Al utilizar Root-hor se obtuvo un prendimiento de 66.67% (Figura 3), esto es muy similar a los reportes de COTRINA (2017) al propagar chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth., utilizando enraizante Root-Hor® en condiciones de vivero en la región de Amazonas, obteniendo 66.67% en el vivero Valera en chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm y 74.07% de prendimiento en chusquines con diámetro de 0.51-1.0 cm superando a los que no se aplicaron el enraizador. En el vivero Suyubamba, los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm presentaron 70.37% de prendimiento, a pesar de ser notorio la variación entre zonas, este comportamiento también se puede atribuir a la técnica de producción ya que cada personal de los viveros presentan diferentes estrategias de manejo que repercuten de manera significativa sobre los efectos de los tratamientos aplicados.

El menor valor de prendimiento se observa al utilizar el agua con una media de 58.33% (Figura 3), el cual supera a lo reportado por ARANCIBIA (2017) que propagó la misma especie en estudio mediante estacas y que fueron tratados con la hormona Rot-hort® obteniendo 53% de estacas

prendidas en estacas con un nudo y 77% de estacas brotadas para estacas con dos nudos; mientras que, sin la aplicación de la hormona las estacas con un nudo presentaron 60% y las estacas con dos nudos presentaron 93% brotación y 3 brotes en promedio por estaca.

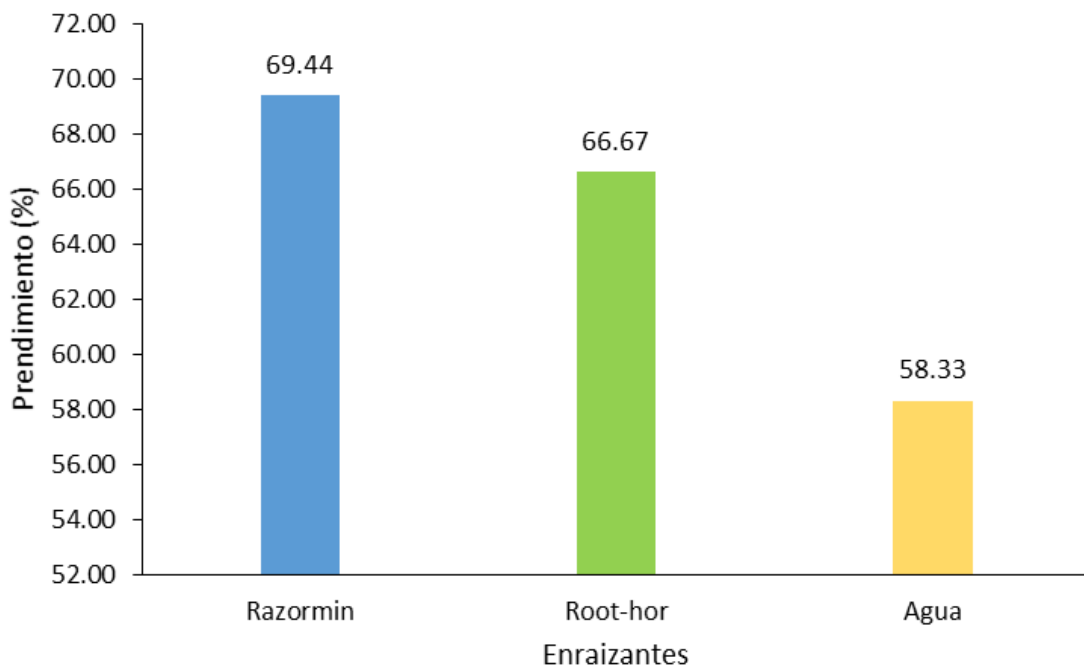


Figura 3. Porcentaje de prendimiento del bambú por efecto de los enraizantes.

En la Figura 4 se determinó que al utilizar 20% de humus de lombriz como componente del sustrato se obtiene 72.22% de prendimiento, mientras que en caso de utilizar 10% de humus mezclado con 10% de arena y la aplicación del 20% de arena obtuvieron solo el 61.11% de prendimiento, este comportamiento del humus puede atribuirse en que hubo mayor cantidad de materia orgánica y garantizó la humedad del sustrato como lo reporta MORENO (2002) en que los materiales orgánicos presentan una alta capacidad de retención hídrica y lo comprobó representando curvas de retención de humedad de tres sustratos

orgánicos (humus de lombriz, compost y cachaza), los cuales poseen una alta humedad de saturación máxima (superior a 120% de humedad en base a sustrato seco a 50 °C).

El prendimiento no presentó diferencias estadísticas significativas (Figura 4) debido a que se utilizó un suelo arenoso como componente del sustrato y la temporada cuando se realizó el estudio fue de poca precipitación, esto debido a que, la fundación AVSI (2017) recomienda no utilizar arena en caso de que se utilice como componente del sustrato a la tierra agrícola y ésta provenga de un terreno arenoso (46% presentaba el suelo en estudio), lo cual según MESÉN y RUÍZ (2013) favorecen al déficit hídrico y no el enraizamiento.

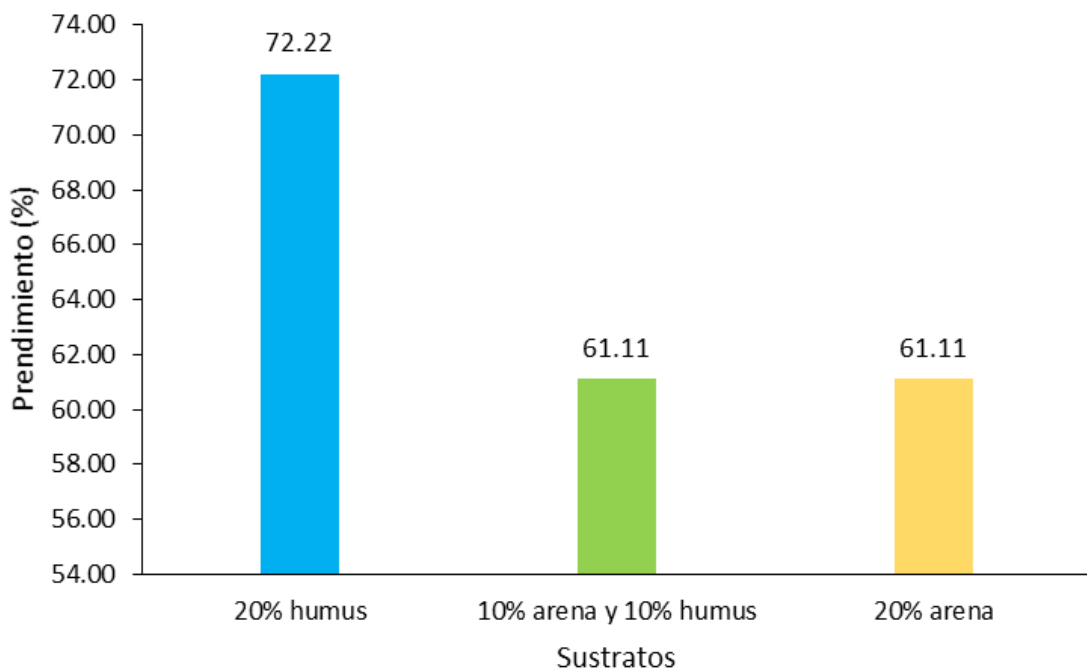


Figura 4. Porcentaje de prendimiento del bambú por efecto de los sustratos.

La ventaja de buscar sustratos adecuados para la producción del bambú. garantizará el prendimiento de los chusquines y uno de ellos estuvo muy cerca

al emplear 20% de humus que alcanzó 72.22% de prendimiento (Figura 4), resultados inferiores a lo indicado por MÁRQUEZ y DOUGLAS (2011) que alcanzaron un 75% de prendimiento al utilizar humus de lombriz y 40% en caso de aplicar el pergamino de café.

4.2. Variables biométricas del bambú por efecto de los enraizadores y los sustratos

4.2.1. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la cantidad de hijuelos de los chusquines del bambú

En el Cuadro 6 se realizó el ANVA para la cantidad de hijuelos que proliferaron después de la instalación, en donde se observa que la aplicación de los enraizantes previo a la instalación en las camas de propagación alcanzaron efectos estadísticos significativos notorios a los cuatro meses posteriores a la instalación, comportamiento muy similar se observa con el uso de diferentes mezclas de sustratos al mostrarse significancia estadística a los cuatro y cinco meses de instalado los chusquines del bambú.

En caso de la interacción de los factores, no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tiempos de evaluación considerados en el estudio, con la cual se deduce que los factores en estudio presentaron efectos principales de manera independiente y no hubo efectos simples (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cuadrados medios y significación para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.

Fuente de variación	GL	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	F α =0.05
		Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	
Tratamientos	8	1.000 NS	0.741 NS	0.922 NS	4.920 S	8.068 S	2.51
Enraizante	2	1.000 NS	0.509 NS	0.667 NS	5.868 S	9.014 S	3.55
Sustrato	2	1.000 NS	0.236 NS	1.320 NS	11.782 S	18.278 S	3.55
Enraizante x sustrato	4	1.000 NS	1.109 NS	0.850 NS	1.015 NS	2.489 NS	2.93
Error	18						
Total	26						
CV (%) :		4.86	26.04	31.82	18.75	12.98	

S: existen diferencias estadísticas significativas

NS: no presenta diferencias estadísticas significativas.

En el Cuadro 7 se muestra que a los cuatro meses de instalado los chusquines se registró mayor promedio de hijuelos al aplicarse el Razormín (3.49 hijuelos por chusquín instalado) el cual mantuvo la superioridad de promedio hasta los cinco meses de instalado con un valor de 4.70 hijuelos; resultados inferiores obtuvo ARANCIBIA (2017) al propagar *Guadua angustifolia* Kunth mediante estacas tratadas con Rot-hort, presentando 1.0 hijuelos para estacas con un nudo y 2.2 hijuelos en estacas con dos nudos, dicha variación se le atribuye a la técnica de propagación en donde las estacas generan menor hijuelos que los chusquines como lo señala GALLARDO *et al.* (2008) que al propagar guadua empleando dicha técnica de chusquín se llega a producir entre 2 a 12 hijuelos a los cuatro meses de instalado.

Cuadro 7. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes en el cuarto y quinto mes.

Factor A	4 meses		5 meses	
	Media	Significancia	Media	Significancia
Agua	2.57	b	3.63	b
Razormín	3.49	a	4.70	a
Root-hor	3.02	a b	4.10	a b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Figura 5 se registra que, al mes de instalado los chusquines no se reporta diferencias estadísticas entre los enraizantes aplicados debido a

que en la mayoría de los chusquines se observó 1.0 hijuelo; a partir del segundo mes es notorio que el uso de Razormín en dosis de 5 ml/l de agua repercutió mejor en la cantidad de hijuelos, siendo seguido por el Root-hor y en menor cantidad se observó al utilizar solo agua, resultados superiores a lo reportado por TRILLO (2014) en donde obtuvo 1.47 hijuelos a los seis meses empleando varas primarias.

Este comportamiento resalta que es más favorable el uso de Razormín en comparación al Root-hor (Figura 5) como lo señalan DURANGO *et al.* (2017), que el uso de auxinas como reguladores de crecimiento, es una práctica común para inducir la formación de raíces adventicias, con frecuencia es utilizada en la promoción de raíces es el ácido naftalenacético (ANA); sin embargo, este producto es más tóxico que el ácido indol butílico (AIB) y deben evitarse las concentraciones excesivas, para evitar daños en las células, es por ello la importancia de estudiar diferentes productos enraizantes.

A los 90 días de la instalación, los promedios de utilizar Root-hor fue de 1.70 hijuelos (Figura 5), el cual es inferior a los reportes de COTRINA (2017) que al propagar chusquines de guadua en el mismo periodo de tiempo, utilizando Root-Hor en la región de Amazonas, reportó que en el vivero Valera: los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm presentó 3.53 brotes; y con diámetros de 0.51-1.0 cm presentaron 3.57 brotes, mientras que, sin enraizador presentaron 3.38 brotes y 3.49 brotes respectivamente para cada rango diámetro. En el vivero Suyubamba: los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm tratados con Rot-hort presentaron 4.30 brotes y 4.33 brotes los de diámetro

0.51-1.0 cm; mientras que, sin el enraizador alcanzaron 4.1 brotes y 4.26 brotes respectivamente para cada rango de diámetro, esta diferencia se le atribuye a que las cañas con mayor diámetro tienen más reservas.

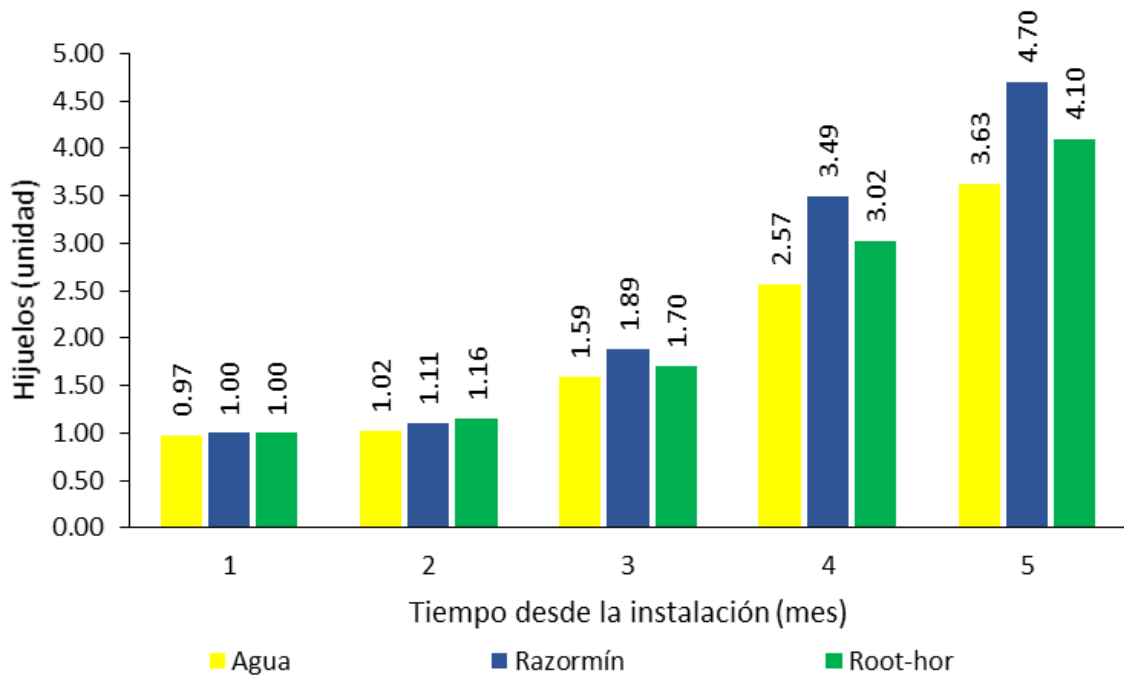


Figura 5. Evolución de la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.

En el Cuadro 8 se observa que a los cuatro y cinco meses de haberse instalado los chusquines del bambú empleando 20% de humus de lombriz y en caso de la mezcla entre 10% de arena más 10% de humus registraron la mayor cantidad de hijuelos (4.79 y 4.35 hijuelos respectivamente) en comparación al sustrato donde se añadió solamente 20% de arena que llegó registrar hasta 3.30 hijuelos; estos resultados resaltan una de las ventajas de utilizar abonos orgánicos como la capacidad de retener la humedad cuando es componente de un sustrato, debido a que la temporada de la siembra en el que

se realizó el estudio existía baja precipitación y el humus favoreció en la obtención de mayor cantidad de hijuelos, al respecto LIESE (1985) hace notar la importancia de la humedad al indicar que, el desarrollo y emergencia de los hijuelos de guadua requiere de al menos 100 mm y los rizomas crecen con 200 mm o más al final del verano. Además, autores como BOTERO (2012), indican que los chusquines alcanzarán mayor número de hijuelos en el menor tiempo posible en suelos franco arenosos, muy fértiles como el aporte de humus en el presente estudio y se debe considerar una humedad controlada debido a que esta especie no tolera encharcamiento.

Cuadro 8. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.

Factor B	4 meses		5 meses	
	Media	Signif.	Media	Signif.
10% de arena más 10% de humus	3.25	a	4.35	a
20% de arena	2.30	b	3.30	b
20% de humus	3.54	a	4.79	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Figura 6 se observa que a dos meses de instalado no hubo diferencias muy marcadas en la cantidad de hijuelos por parte de los sustratos, en adelante se registró que el uso del humus en proporciones de 20% y 10% superaron al utilizar solo arena en un 20% adicional a la tierra agrícola con valores promedios de 4.79, 4.35 y 3.30 hijuelos a los cinco mes de instalado; la

ventaja de utilizar fuentes orgánicas en los sustratos lo indica NOBOA (2014) al medir el efecto de fuentes de sustratos sobre la reproducción de guadua en la zona de Babahoyo, resaltando que el uso de sustratos de origen orgánico-mineral inciden sustancialmente sobre la calidad de la caña guadua.

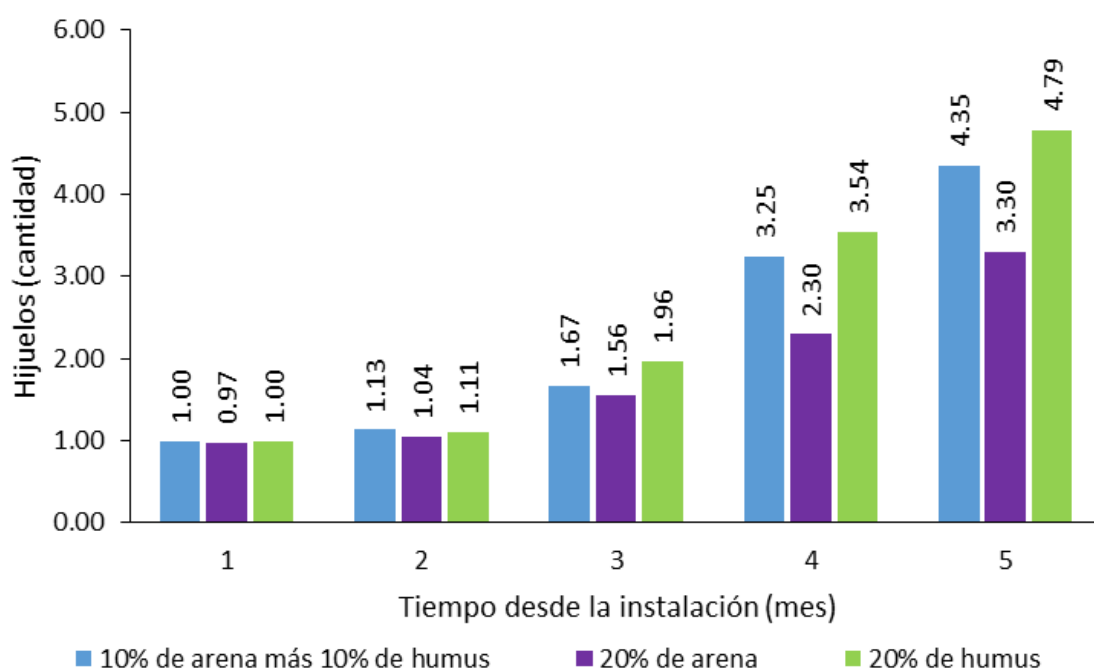


Figura 6. Evolución de la cantidad de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.

4.2.2. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el diámetro de los hijuelos del bambú

En el Cuadro 9 se realizó el análisis de la varianza aplicado para la variable diámetro de los hijuelos, observándose que a partir de los cuatro meses de instalado el experimento se registró que tanto el factor enraizantes y el sustrato presentaron diferencias estadísticas significativas, mientras que no se demostró la interacción estadística entre los factores en estudio.

Cuadro 9. Cuadrados medios y significación para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.

Fuente de variación	GL	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	F α =0.05
		Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	
Tratamientos	8	1.879 NS	1.496 NS	1.543 NS	3.227 S	4.064 S	2.51
Enraizante	2	0.358 NS	0.828 NS	2.536 NS	4.728 S	6.692 S	3.55
Sustrato	2	2.438 NS	2.412 NS	2.157 NS	6.355 S	7.966 S	3.55
Enraizante x sustrato	4	2.360 NS	1.372 NS	0.739 NS	0.913 NS	0.799 NS	2.93
Error	18						
Total	26						
CV (%) :		18.50	20.09	22.91	16.54	14.52	

S: existe diferencias estadísticas significativas; NS: no presenta diferencias estadísticas significativas.

En el Cuadro 10 se observa que el uso el enraizador Razormín presentó mejores efectos a los cuatro y cinco meses después de instalado sobre el diámetro del tallo con valores promedios de 3.66 y 4.53 cm respectivamente, el cual superó al uso de Root-hor que alcanzó 3.07 y 3.77 cm en el mismo periodo de evaluación y en menor medida se observó las medias para la aplicación de agua solo con valores de 2.94 y 3.59 cm respectivamente; esto corrobora a la presentación de dicho enraizante donde señalan que el uso de Razormín es favorable para la emisión de hijuelos con las condiciones favorables de humedad y sustrato (CASTRILLÓN *et al.*, 2016) y esto acarrea en que mientras mayor cantidad de hijuelos se encuentre en una mata de guadua los hijuelos nuevos presentarán mayor valor del diámetro de los tallos la cual dicha correlación cantidad de hijuelos con el diámetro de los tallos se le atribuye a un comportamiento natural de dicha especie cuando está en fase juvenil.

Cuadro 10. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes en el cuarto y quinto mes.

Factor A	4 meses		5 meses	
	Media (cm)	Significancia	Media (cm)	Significancia
Agua	2.94	b	3.59	b
Razormín	3.66	a	4.53	a
Root-hor	3.07	a b	3.77	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Figura 7 se observa el comportamiento del diámetro del tallo en los hijuelos de los chusquines, en donde a partir del segundo mes de instalado se registra diferencias numéricas entre el uso de un enraizante y otro, esta diferencia es más notoria a partir de los tres meses de instalado hasta los cinco meses que se reporta como periodo final de la ejecución del experimento en donde los promedios fueron de 4.53 cm al utilizar Razormín, 3.77 cm al aplicar Roor-hor y solo 3.59 cm al utilizar agua. A pesar que el COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL (2006) indica que el Root-hor es un regulador de crecimiento en estado líquido, realiza naturalmente la producción de las hormonas responsables del enraizamiento, se observó que los menores valores del diámetro promedio de los hijuelos estuvieron representados por los chusquines que fueron tratados con dicho enraizante, alcanzando valores hasta inferiores a los que no recibieron dosis de enraizante alguno.

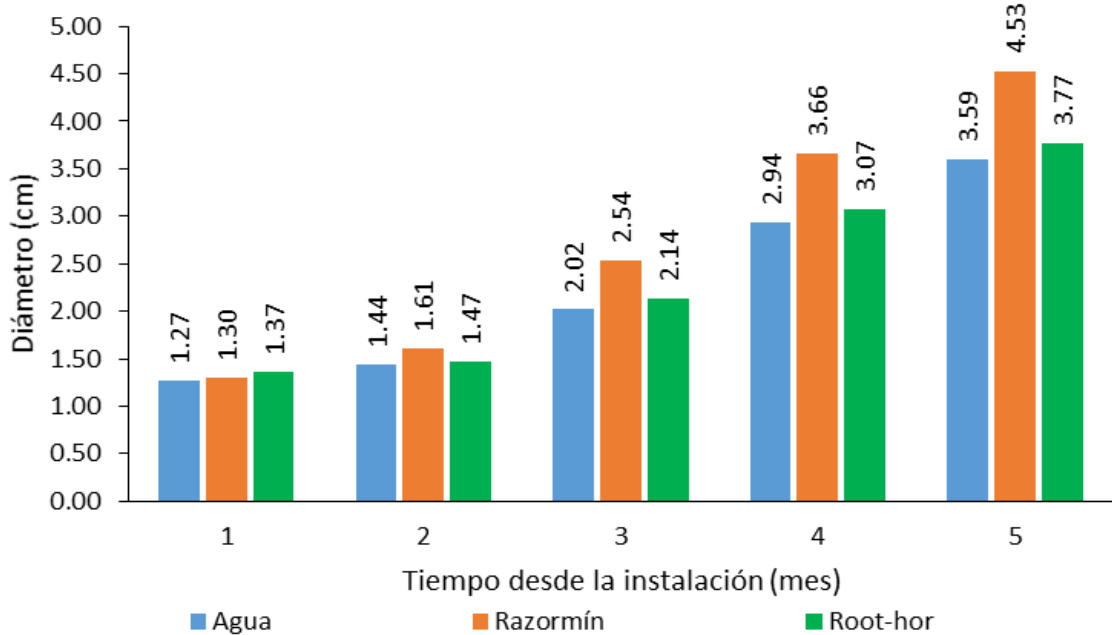


Figura 7. Evolución del diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.

En el Cuadro 11 se tiene los promedios del diámetro de los hijuelos por efecto del uso de diferentes mezclas de sustratos, encontrándose que a partir de los cuatro meses de instalado hubo mayor efecto al utilizar el humus de lombriz en sus dos proporciones, dicho comportamiento de superioridad se mantuvo hasta el quinto mes de instalado que fue el periodo de ejecución del estudio con valores promedios de 4.34 cm al utilizar 20% de humus y 4.21 cm cuando se utilizó la mezcla de 10% de humus con 10% de arena, superando estadísticamente a los 3.35 cm que obtuvieron los hijuelos en sustrato con 20% de arena. La mezcla de sustrato utilizado hizo notar en cierta medida que el humus comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico y un elevado contenido de ácidos húmicos totales (NDEGWA y THOMPSON, 2000) que favorecieron al crecimiento diametral de los hijuelos nuevos. De acuerdo a CASTRO *et al.* (2009), la materia orgánica incorporada al suelo es la responsable de los cambios físicos que se dan en este.

Cuadro 11. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.

Factor B	4 meses		5 meses	
	Media (cm)	Signif.	Media (cm)	Signif.
10% de arena más 10% de humus	3.55	a	4.21	a
20% de arena	2.71	b	3.35	b
20% de humus	3.41	a	4.34	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Figura 8 se observa el comportamiento del diámetro de tallo que presentaban los hijuelos después de instalados los chusquines, la variabilidad que se registró entre los diferentes sustratos utilizados fue notorio a partir de un mes, siendo mucho mayor la diferencia al tercer mes de instalado en donde mayor cantidad de hijuelos hubo en el sustrato con 20% de humus adicionado a la tierra agrícola que registró 4.34 cm, seguido por la mezcla de 10% de humus con 10% de arena con 4.21 cm y el menor valor promedio se reportó en 20% de arena con 3.35 cm. La variabilidad de los diámetros se debe a la aplicación del humus ya que HASHEMIMAJD *et al.* (2004) indicaron que contiene sustancias activas actuando como regulador de crecimiento, mientras que en caso de la arena CABRERA (1998) recalca que el uso de arena deberá restringirse a menos de una tercera parte del volumen total del sustrato, ya que puede resultar perjudicial a la planta, lo que no es recomendable.

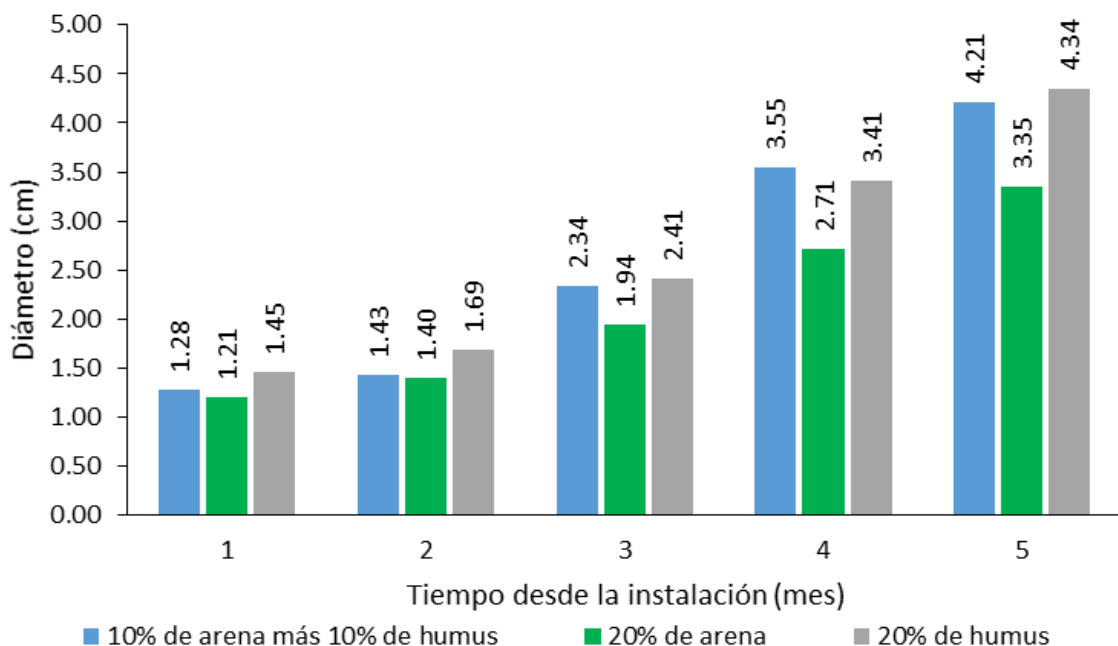


Figura 8. Evolución del diámetro de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.

4.2.3. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la altura de los hijuelos del bambú

Los cuadrados medios y significación realizado en el Cuadro 12, expresan que no hubo efectos estadísticos significativos respecto al uso de los diferentes enraizantes sobre la variable altura total en la mayoría de las evaluaciones a excepción de los valores reportados en el primer mes posterior a su establecimiento, este comportamiento puede atribuirse a que el efecto del enraizante perduró en poco periodo después de su utilización ya que su funcionamiento no es crecimiento de manera directa sino de una manera indirecta cuando ya puede obtener nutrientes mediante el crecimiento de sus raíces, es por ello que pasado el mes de establecido se observa que las demás de bambú que recibieron dosificación alguna lo alcanzaron en tamaño.

Para el caso del uso de los sustratos se reportó diferencias estadísticas significativas al mes, cuarto y quinto mes de haberse instalado el estudio; además, no se reportó diferencias estadísticas significativas con la finalidad de encontrar interacción entre los dos factores considerados en el estudio, con la cual se ratifica que tanto los enraizantes en la dosis utilizada y en caso de los sustratos en las proporciones consideradas presentan efectos de manera independiente o denominado como efectos principales, más aún no se logró encontrar efecto de las combinaciones entre los niveles de cada factor en estudio (Cuadro 12).

Cuadro 12. Cuadrados medios y significación para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato y enraizantes durante los meses de evaluación.

Fuente de variación	GL	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	F α =0.05
		Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	Fc/Sig.	
Tratamientos	8	4.992 S	1.446 NS	0.417 NS	2.611 S	4.222 S	2.51
Enraizante	2	3.789 S	0.313 NS	0.558 NS	3.415 NS	2.705 NS	3.55
Sustrato	2	9.261 S	1.969 NS	0.696 NS	5.532 S	10.965 S	3.55
Enraizante x sustrato	4	3.460 S	1.752 NS	0.206 NS	0.749 NS	1.608 NS	2.93
Error	18						
Total	26						
CV (%)		32.34	42.99	42.31	28.53	27.54	

S: existe diferencias estadísticas significativas; NS: no presenta diferencias estadísticas significativas.

En la Figura 9 se observa que a partir del primer mes de instalado el estudio hubo ligera superioridad de la altura de los hijuelos al utilizarse el enraizador Razormín, esta superioridad se mantuvo hasta los cinco meses de instalado donde se alcanzó una media de 62.96 cm, seguido por el efecto del Root-hor con 51.02 cm y la menor dimensión alcanzó la aplicación de agua con una media de 47.44 cm. La ventaja de aplicar enraizantes es que aceleran la aparición de los hijuelos, al respecto, Sánchez (2013), citado por PALACIOS (2018) aplicó citoquininas en *Guadua angustifolia* Kunth. logrando mayor altura de los brotes, mientras que, COTRINA (2017) al propagar chusquines del bambú., utilizando Root-Hor en condiciones de vivero en la región de Amazonas obtuvo resultados inferiores, en dos viveros de diferentes zonas; como resultado presentó: En el vivero Valera: los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm presentaron 14.51 cm de altura y con diámetro de 0.51-1.0 cm presentaron 15.83 cm de altura; mientras que, sin el enraizador presentaron 10.85 cm de altura de brote y 13.39 cm de altura de brote respectivamente para cada rango de diámetro. En el vivero Suyubamba: los chusquines con diámetros de 0.1-0.5 cm tratados con Rot-hort presentaron 23.77 cm de altura y 26.59 cm de altura de brote para chusquines con diámetro 0.51-1.0 cm; mientras que, sin el enraizador alcanzaron 55 18.33 cm de altura de brote y 22.3 cm de altura de brote respectivamente para cada rango de diámetro.

En la Figura 9 se observa que la superioridad en la longitud de los hijuelos se mantuvo hasta los 150 días posteriores a la instalación al utilizar Razormín, a pesar de ellos dichos chusquines se encontraban aptos para

trasladarlos a campo definitivo a los cuatro meses, lo cual corrobora lo indicado por DIAZ *et al.* (2017) al señalar que el tiempo de producción en vivero mediante chusquines es rápido y considera como periodo a dos (02) meses después de instalado.

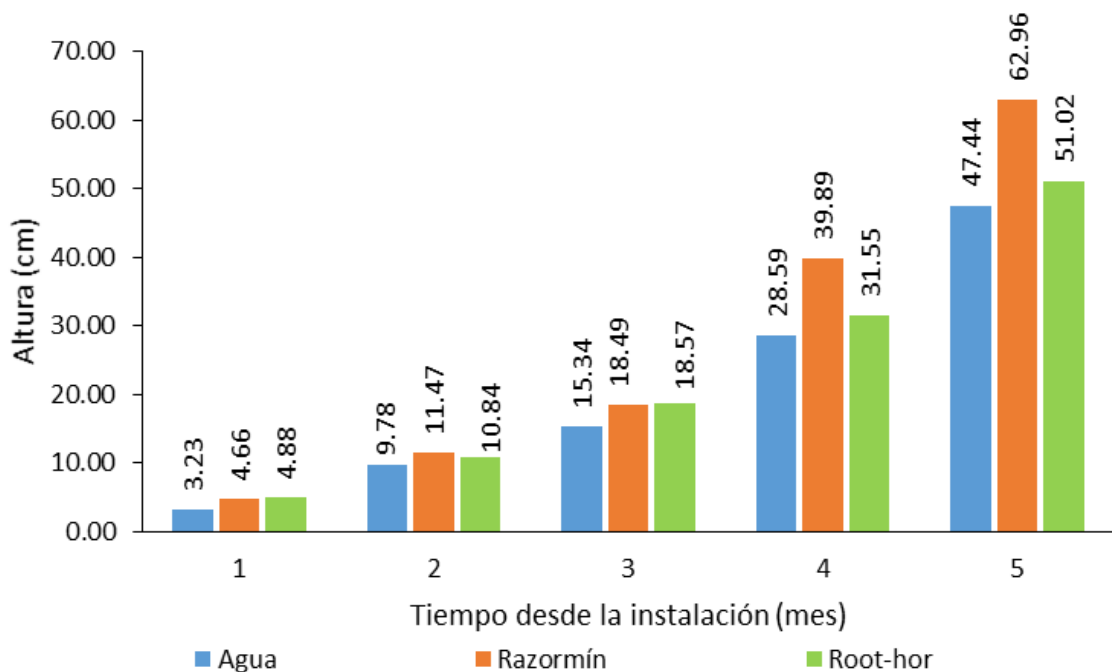


Figura 9. Evolución de la altura de hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.

En el Cuadro 13 se observa que mejores efectos sobre la altura total de los hijuelos se alcanzó al utilizar como sustrato suelo agrícola mezclada con 10% de arena más 10% de humus donde a los cinco meses de instalado alcanzó una media de 65.54 cm, estadísticamente similar a los 60.76 cm reportados en el sustrato con 20% de humus, mientras que el menor valor promedio se obtuvo al utilizar 20% de arena con una media de 35.12 cm. La ventaja de tener un suelo arenoso y con aporte de humus favoreció el

crecimiento en altura debido a que la aplicación de riego no perjudicaba a las plantas por el contenido de arena, mientras que el humus aportaba los nutrientes favorables para el crecimiento de la planta; al respecto, NOBOA (2014) consideró regar en periodos de cada semana a razón de 250 cc en cada planta, basado en las necesidades hídricas de las plántulas en evaluaciones diarias del mismo; a los 100 días después de la siembra (menor tiempo del presente estudio), se obtuvo la mayor altura en el tratamiento tamo de arroz + aserrín de madera (55.04 cm) y menor altura encontró cuando utilizó suelo agrícola (32.63 cm), resultados inferiores a lo encontrado en el estudio pero resalta la importancia de aportar materia orgánica en el sustrato.

Cuadro 13. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos en el cuarto y quinto mes.

Factor B	4 meses		5 meses	
	Media (cm)	Signif.	Media (cm)	Signif.
10% de arena más 10% de humus	40.41	a	65.54	a
20% de arena	25.55	b	35.12	b
20% de humus	34.07	a b	60.76	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Figura 10 se observa que la altura total de los hijuelos se comportó de manera diferente entre cada sustrato utilizado desde el mes de instalado, dicho comportamiento se mantuvo hasta culminar el estudio. La ventaja del uso de abonos orgánicos lo señala MÁRQUEZ y DOUGLAS (2011)

al reportar que guadua presentó mayor crecimiento en longitud con el humus de lombrices, no reportando un valor promedio, mientras que en caso de la arena se observó limitaciones en el crecimiento, el cual para CABRERA (1998) indica que el uso de arena deberá restringirse en suelos arenosos, lo que no es recomendable.

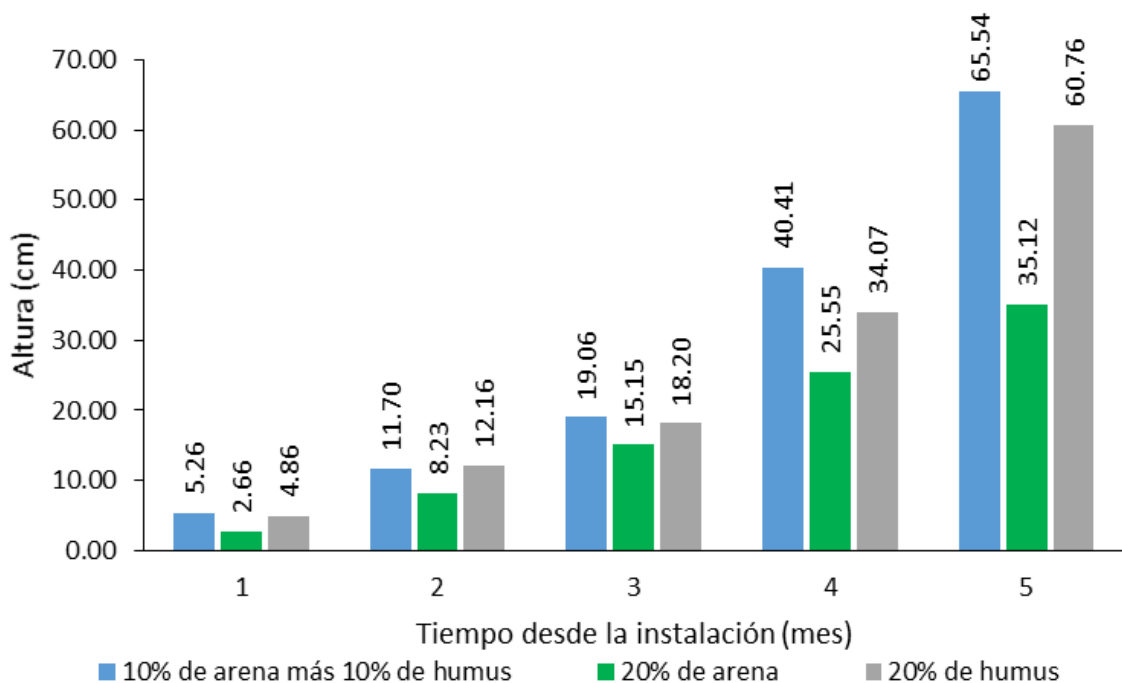


Figura 10. Evolución de la altura de hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.

4.2.4. Efecto de los enraizantes y el sustrato en el volumen radicular del bambú

En el Cuadro 14 se registró que las combinaciones, los enraizantes y los sustratos en estudio no presentaron diferencias estadísticas significativas; además, no se registró interacción estadística entre los niveles de los factores en estudio.

Cuadro 14. Cuadrados medios y significación para el volumen radicular del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Fα=0.05
Tratamiento	531.199	8	66.400	0.531	2.51 NS
Enraizante	366.060	2	183.030	1.463	3.55 NS
Sustrato	29.366	2	14.683	0.117	3.55 NS
Enraizante x Sustrato	135.773	4	33.943	0.271	2.93 NS
Error experimental	2252.542	18	125.141		
Total	2783.741	26			

CV = 57.42%. NS: no significativo.

En la Figura 11 se observa que la aplicación de Razormín favoreció en obtener mayor volumen radicular en donde la media fue 24.58 cm³, siendo seguido por las plantas que se utilizaron agua con media de 17.83 cm³ y en menor cantidad se observó a las plantas que recibieron Root-hor donde la media alcanzada fue 16.03 cm³. La ventaja del uso del Razormín es que contiene aminoácidos y según AEFA (2017) la acción de los aminoácidos sobre el organismo vegetal siempre se ha centrado en su acción para ayudarlos a superar situaciones de estrés y situaciones de gran actividad metabólica. Además, SANABRIA (2015) recalca que son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas complejas que en la planta desarrollan funciones estructurales, enzimáticas y hormonales; actualmente, los aminoácidos continúan utilizándose en los casos anteriores, pero además también se utilizan cuando se quiere ayudar a la planta en momentos críticos como previo a la floración, antes del cuaje, durante el engorde, en la asimilación del potasio, etc.

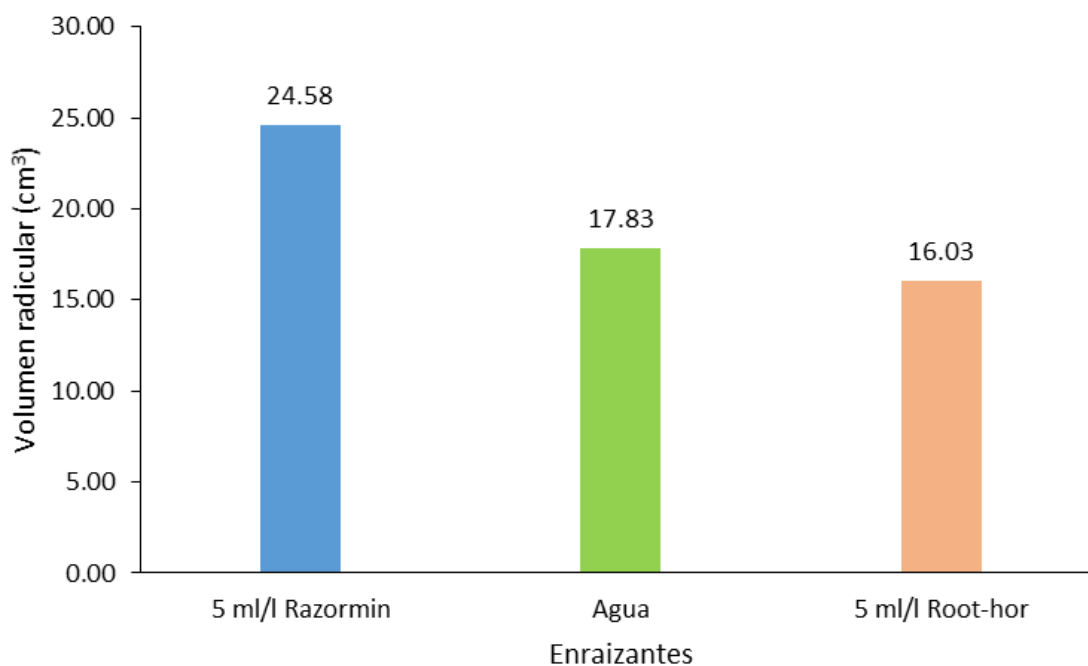


Figura 11. Volumen radicular del bambú por efecto de los enraizantes.

En la Figura 12 se observa que la mezcla de sustrato contenido 10% de arena y 10% de humus registró mejor volumen radicular con media de 20.64 cm³, seguido de un 19.69 cm³ al utilizar 20% de humus, mientras que cuando se utilizó 20% de arena se obtuvo una media de 18.11 cm³; estos resultados ratifican la importancia de la aplicación de materia orgánica (humus de lombriz en el caso de la tesis) como componente del sustrato favoreció en alcanzar mayor volumen radicular, al respecto autores como SOTO *et al.* (2016) aseveran que con la finalidad de lograr la sustentabilidad del suelo se debe aportar materia orgánica como por ejemplo el humus y se debe disminuir la fertilización nitrogenada, estas actividades son aspectos muy importantes ante la presencia de sequías recurrentes como lo presenciado en el periodo de ejecución de la tesis.

La ventaja de contar con un sustrato adecuado es la facilidad con la que la planta crece tanto en la parte aérea como el sistema radicular, a pesar que la producción en chusquines sea rápido en un tiempo de dos meses (DIAZ *et al.*, 2017), se necesita que el sustrato contenga nutrientes que en el estudio fue aportado por el humus de lombriz (MORENO, 2002) el cual cuando se tiene en dosis adecuadas no resulta que el sistema radicular crezca en dimensiones grandes. Mientras que en el caso de que se aminora la proporción de dicho aportante de nutrientes el sistema radicular va empezando crecer para alcanzar los nutrientes respectivos, esto pudo ocurrir en el estudio ya que se observa que cuando el sustrato fue añadido demasiada arena (20%) se obtuvo plantas con menor volumen radicular que necesariamente no fue que presentó menor cantidad de raíz, sino que también presentaba menor cantidad de hijuelos.

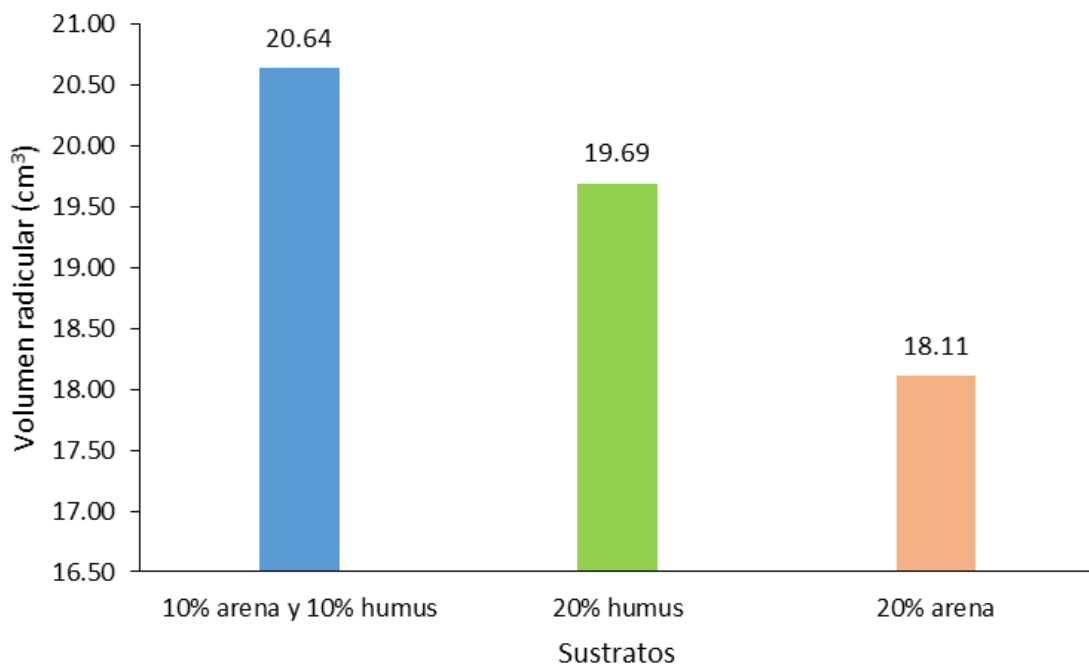


Figura 12. Volumen radicular del bambú por efecto de los sustratos.

4.2.5. Efecto de los enraizantes y el sustrato en la biomasa de los hijuelos del bambú

En el Cuadro 15 se realizó el ANVA, en donde se observa que los factores en estudio no presentaron efectos estadísticos significativos; además, no se reportó interacción estadística significativa entre los niveles en estudio.

Cuadro 15. Cuadrados medios y significación para la biomasa del bambú por efecto del sustrato y enraizantes.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	F$\alpha=0.05$
Tratamiento	833.750	8	104.219	0.808	2.51 NS
Enraizante	644.764	2	322.382	2.499	3.55 NS
Sustrato	72.375	2	36.188	0.280	3.55 NS
Enraizante x sustrato	116.611	4	29.153	0.226	2.93 NS
Error experimental	2322.417	18	129.023		
Total	3156.167	26			

CV = 68.27%.

En la Figura 13 se observa la biomasa acumulada en los hijuelos a los cinco meses de instalado, en donde el uso de Razormín reportó una media de 23.33 g, seguido por la aplicación de agua con 14.78 g y finalmente se encontraron los hijuelos tratados con Root-hor que alcanzó una media de 11.81 g; la ventaja de utilizar enraizantes para propagar guadua lo reporta Sánchez (2013), citado por PALACIOS (2018) ya que encontró presencia de mayor biomasa radicular con la aplicación de citoquininas en el género Guadua, sin embargo, el testigo fue igual estadísticamente como en el presente estudio.

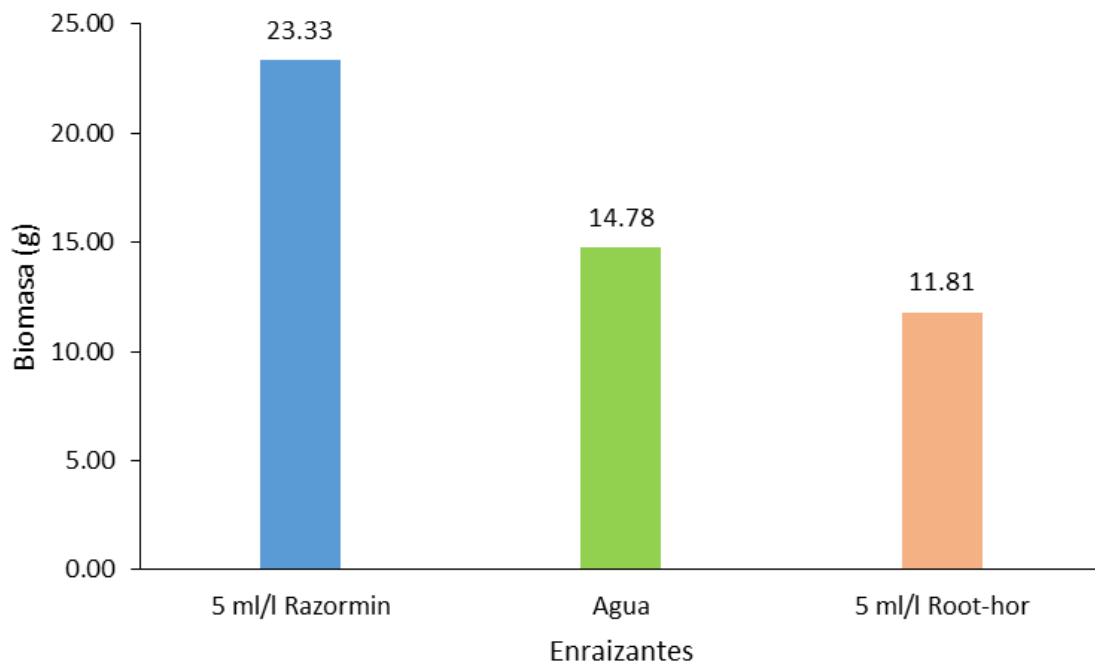


Figura 13. Biomasa en hijuelos del bambú por efecto de los enraizantes.

En la Figura 14 se observa que producir guadua utilizando mezcla de sustrato compuesto por 10% de arena más 10% de humus alcanzó mayor promedio con un valor de 18.72 g, siendo seguido por el uso de 20% de arena con una media de 16.47 g; al respecto BOTERO (2012); GALLARDO *et al.* (2008) y LÁRRAGA *et al.* (2011) indican que las plantas alcanzan mejor desarrollo y crecimiento capturando en su interior el carbono que se encuentran en el medio ambiente y, a cambio liberando el oxígeno. El bambú es de rápido crecimiento por lo que la captura de carbono y producción de oxígeno es más rápido en comparación con otros cultivos (GUTIÉRREZ, 2017), este comportamiento estuvo acorde con las demás variables como el porcentaje de prendimiento, la cantidad de hijuelos, la altura total y el diámetro del tallo de la guadua.

La cantidad de biomasa fue favorecida por la velocidad de crecimiento rápido en campo definitivo al utilizar la propagación mediante chusquines como lo señala DIAZ *et al.* (2017). El uso de arena favoreció a obtener mayor biomasa en las plantas de guadua, lo cual pudo atribuirse a que el contenido de humedad de hojas y tallo (cañas) fue inferior en comparación a las plantas producidas con mayor cantidad de materia orgánica como es el caso de utilizar 20% de humus de lombriz debido a que el crecimiento de las células cuando existe abundante nutrientes en los sustratos las plantas crecen más rápidas y el tamaño de sus células son más grandes y con mayor contenido de agua, mientras que en caso de encontrar plantas en sustratos con nutrientes limitados como mayor cantidad de arena (DAVIDSON *et al.*, 1994), las células presentan menor lumen y mayor cantidad de leño.

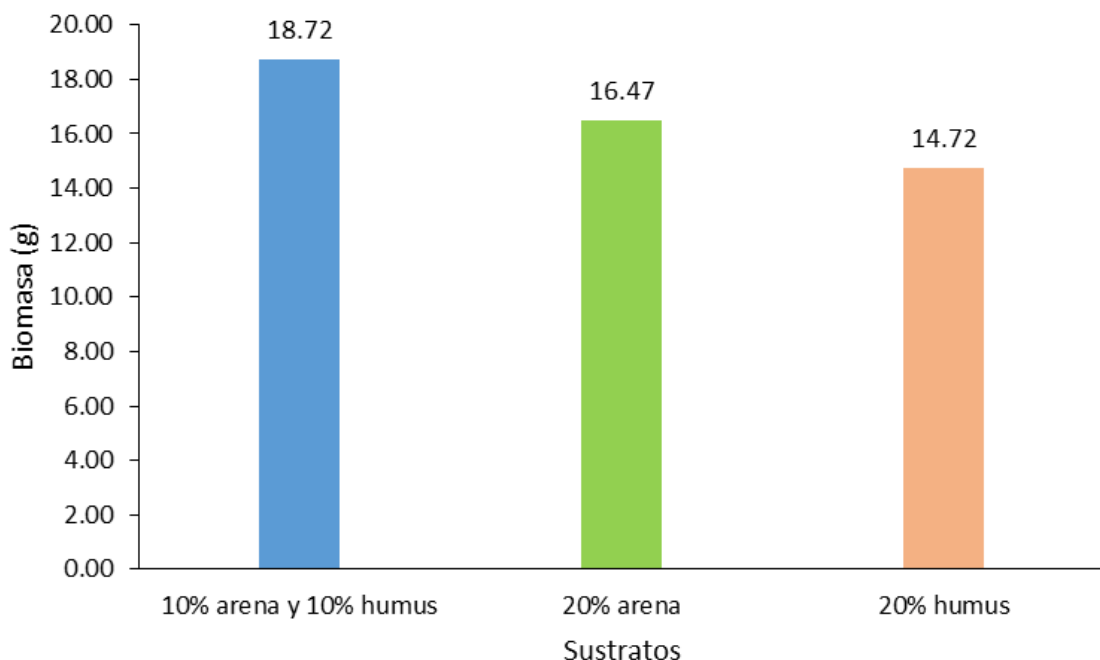


Figura 14. Biomasa en hijuelos del bambú por efecto de los sustratos.

4.3. Análisis de la rentabilidad en la producción del bambú

En el Cuadro 16 se observa el análisis de rentabilidad donde se encontró valores superiores a la unidad de la relación beneficio/costo, con la cual se obtuvo que, el valor de los beneficios es mayor a los costos de las maneras cómo se produjo los plántones (tratamientos) por lo que acepta cada tratamiento del estudio debido a que existe beneficios. Mayores beneficios (2.33) se obtuvo al producir la guadua utilizando 20% humus mezclado en tierra agrícola y sin la aplicación de ningún enraizante (T₈); la variabilidad de dicha relación se le atribuye al prendimiento que se alcance durante los cinco meses y la cantidad de hijuelos que lograron obtener en promedio, siendo inferior el efecto de los costos de enraizantes utilizados y los sustratos.

Otro de los aspectos que repercutió en obtener diferentes costos de producción (Cuadro 16) fue que el prendimiento de los chusquines no fueron en un 100% y esto se viene buscando mejorar la calidad de los sustratos y enraizantes para disminuir la mortalidad, al respecto SÁNCHEZ (2017) reportaron menos porcentaje de supervivencia es la de *Guadua angustifolia* Kunth. (14.62%), donde se aplicó hormonas (Ácido naftalacético y ácido indolbutírico), mostraron resultados deficientes en comparación con el testigo, esto acarrea falencias en la relación costo – beneficio debido a que la producción de plantas de guadua debe ser lo más uniforme, además, otra desventaja en los costos fue a que los chusquines se trajeron de distancias muy largas debido a que esta especie de bambú estuvo limitada su producción en la zona y esto elevó los costos de los chusquines.

Cuadro 16. Análisis de rentabilidad al producir guadua con diferentes sustratos y enraizantes en estudio.

Tratamientos	Rdto	VDP (S/)	CDP (S/)	UN (S/)	B/C
20% arena	150.0	525.0	343.35	181.65	1.53
20% arena + Root-hor	201.0	703.5	347.34	356.16	2.03
20% arena + Razormín	339.0	1186.5	348.39	838.11	3.41
20% humus	345.0	1207.5	362.90	844.60	3.33
20% humus + Root-hor	306.0	1071.0	366.89	704.11	2.92
20% humus + Razormín	318.0	1113.0	367.94	745.06	3.02
10% arena + 10% humus	225.0	787.5	353.13	434.37	2.23
10% arena + 10% humus + Root-hor	225.0	787.5	357.12	430.38	2.21
10% arena + 10% humus + Razormín	306.0	1071.0	358.17	712.83	2.99

VDP = Rdto x precio

Precio = 3.5 soles

UN (utilidad neta) = VDP – costo de producción (CDP)

Relación (B/C) = Costo de venta/costo de producción

IDR (Índice de rentabilidad) = UN/CDP

Los enraizantes fueron utilizados en proporciones de 5.0 ml/l.

Rdto: rendimiento en chusquines por cada 3 m².

V. CONCLUSIONES

1. Los mejores porcentajes de prendimiento se lograron al aplicar Razormín en dosis de 5 ml/l (69.4%) y en sustrato 20% de humus de lombriz (72.22%).
2. A los tres meses de instalado se cuentan con plantas con altura adecuadas como es el caso de los 62.96 cm alcanzados en cinco meses al utilizar el enraizante Razormín y en caso del uso del sustrato de vivero con 20% de humus de lombriz se reportó 60.76 cm en el mismo periodo de tiempo; además los plantones presentaron características biométricas que lo hacen favorables para el trasplante a bolsas.
3. La mejor relación beneficio-costo (3.41) se obtuvo en los brotes de rizoma obtenidos usando la combinación 20% arena + Razormín.

VI. RECOMENDACIONES

1. En la producción de guadua empleando chusquines se recomienda utilizar 5 ml/l de Razormín y al sustrato añadir 20% de humus de lombriz.
2. Considerar en estudios de propagación por chusquines el riego por nebulizado en microtúneles para mantener la humedad tanto del suelo como del aire debido a que la especie necesita abundante humedad.
3. En estudios similares sobre propagación de guadua en periodos de estiaje se debe buscar productos orgánicos (humus y compost) con la finalidad de que el aporte de la humedad en el sustrato sea permanente y se garantice el prendimiento normal de los chusquines.
4. En caso de pruebas sobre enraizamientos, se debe considerar menor tiempo de medición de las variables respuestas (1 mes) debido a que la finalidad de los estudios es obtener efectos o no, mientras que si se considera un seguimiento por más tiempo, éstos estarán afectados por las actividades agronómicas consideradas como parte del manejo.

VII. RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de dos productos enraizantes y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa de brotes de rizomas de bambú de la especie *Guadua angustifolia* Kunth, llevada a cabo en el Vivero Municipal del distrito de José Crespo y Castillo "Aucayacu"; provincia de Leoncio Prado - región Huánuco. Se utilizó chusquines de guadua que fueron sometidos a la aplicación de dos factores: Dosis de enraizadores (Razormín 5 ml/L agua, Root-hor 5 ml/L agua y el testigo que fue agua) y Mezcla de sustratos (80% tierra agrícola + 20% arena de río, 80% tierra agrícola + 20% humus y 80% tierra agrícola + 10% arena de río + 10% humus) que generó nueve tratamientos distribuidos bajo un diseño completo al azar, se ha determinado el prendimiento, la cantidad de hijuelos, altura, diámetro, volumen radicular, biomasa y la relación beneficio-costos. A los 150 días de instalado se obtuvo que mejores valores de las variables evaluadas se obtuvieron al utilizar 5 ml/l de Razormín y con un sustrato que contenga 20% de humus, mientras que para el caso del análisis económico se obtuvo que todos los tratamientos fueron rentables.

ABSTRACT

The study was done with the objective of evaluating the effect of two rooting agent products and three mixes of substrata on the vegetative propagation of sprouts of the *Guadua angustifolia* Kunth species of bamboo rhizomes, it took place in the municipal nursery of the José Crespo y Castillo "Aucayacu," Leoncio Prado province, Huánuco region, Peru. *Guadua* seedlings were used and submitted to the application of two factors: the rooting agent dose (Razormín 5 ml/L water, Root-hor 5 ml/L water and the control which was water) and the substrata mix (80% agricultural soil + 20% river sand, 80% agricultural soil + 20% hummus and 80% agricultural soil + 10% river sand + 10% hummus) which generated new treatments, distributed in a completely randomized design; the attachment, the number of sprouts, height, diameter, root volume, biomass and the benefit – cost relationship were determined. At 150 days after planting, the best results were obtained, for the evaluated variables, when 5 ml/l of Razormín was used with a substratum that contained 20% hummus, while for the case of the economic analysis, it was obtained that all of the treatments are profitable.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AEFA. 2017. Los aminoácidos y su interacción con los vegetales. Valencia, España. s.p. [En línea]: AEFA, (<https://aefa-agronutrientes.org/los-aminoacidos-y-su-interaccion-con-los-vegetales>, documento, 10 Mar. 2019).
2. ÁLVAREZ, J. 2009. La eficiencia en la nutrición de los cultivos. México. [En línea]: Innovak, (http://www.innovakglobal.com/periodicos/pdf/periodico_innovak_mayo09.pdf, documentos, 16 de Mar. 2019).
3. AGRAMONTE, D.; JIMÉNEZ, F.; DITA, M.A. 1998. Aclimatización. En: Pérez Ponce, J. N.(Ed.). Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Instituto de biotecnología de las plantas. Sta. Clara, Villa Clara. Cuba. Pp.193-206.
4. ARANCIBIA, A.V. 2017. Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la Selva Nor Oriental. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 125 p.
5. ATLANTICA. 2016. Razormin. Agrícola Natural. [En línea]: atlanticaagricola. (<http://www.atlanticaagricola.com/tienda/razormin/>, documento, 10 Febr. 2019).
6. AVSI. 2017. Manual técnico del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para productores. Universidad de Sassari. Amazonas, Perú, Fundación AVSI. 91 p.
7. BERNIER, R. 2011. Análisis de suelo; Metodología e interpretación. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 12 p.

- [En línea]: INIA (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25011.pdf>, Documentos, 29 Abr. 2019).
8. BOTERO, L.F. 2012. Reproducción de la *Guadua angustifolia* Kunth por el método de chusquines. International network for bamboo and rattan (INBAR), Ecuador. 16 p. [En línea]: ARBRES, (https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/bambou/Propagation-of-Guadua-Angustifolia-using-the-Chusquines-method.pdf, documentos, 14 Mar. 2019).
9. BOTTI, C. 1999. Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. En: Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 82 p.
10. BRAVO, L. 2015. La guadua. Ponencias. Medio Ambiente. s.l. 28 p. [En línea]: slideshare, (<https://es.slideshare.net/LauraBravoTobon/la-guadua-51525882>, documentos, 07 Feb. 2019).
11. CABRERA, R.I. 1998. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Department of Plant Science, The State University of New Jersey, Rutgers. 59 Dudley Road, New Brunswick, New Jersey. USA.
12. CASTAÑO, F., MORENO, R.D. 2004. INBAR, Documento Técnico de TOTEM de manejo de guaduales Naturales, GTZ Colombia, Guadua para Todos.

13. CASTRILLÓN, J., CARVAJAL, E., LIGARRETO, G., MAGNITSKIY, S. 2016. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos Agronomía Colombiana, vol. 26, núm. 1. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Pp. 16-22.
14. CASTRO, A., HENRÍQUEZ, C., BERTSCH, F. 2009. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. Agron. Costarricense. 33:31-43.
15. COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL S.A.C (CAI S.A.C.). 2006. Material safety data sheet (M.S.D. S). Hoja de seguridad Root.Hor. Lima, Perú. [En línea]: grupoandina, (http://www.grupoandina.com.pe/files/hoja_seguridad/ROOT-HOR%20%20HOJA%20DE%20SEGURIDADpdf, documento, 10 Febr. 2019).
16. COTRINA, D.A. 2017. Propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. utilizando enraizante Root-Hoor® en condiciones de vivero en Amazonas. Tesis Ing. Forestal. Jaén, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 134 p.
17. DAVIDSON, H., PETERSON, C., MECKLENBURG, R. 1994. Nursery Management: Administration and Culture. 2nd ed. Prentice Hall Career & Technology, New Jersey, USA. 486 p.
18. DÍAZ, F.E. 2009. Generalidades de la *Guadua angustifolia* Kunth. Pequeño manual de la Guadua. 142 p. [En línea]: Scribd,

(<https://es.scribd.com/doc/6133069/Pequeno-Manual-de-La-Guadua>, documentos, 10 Mar. 2019).

19. DIAZ, F.Y., MENDOZA, C.E., INGA, S.C. 2017. Manual Técnico del Bambú para Productores (*Guadua angustifolia* Kunth). Amazonas, Perú. 80 p.
20. DURANGO, E., HUMANEZ, A. 2017. Enraizamiento de esquejes de Caña Agría (*Cheilocostus speciosus*. J. Koenig) Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XIX, núm. 2. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Pp. 133-139.
21. GALINDO, D.S. 2015. Evaluación de medios de cultivo para la propagación in-vitro de bambú (*Guadua angustifolia*; Poaceae). Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 61 p.
22. GALLARDO, J., FREIRE, M., LEÓN, J., GARCÍA, Y., PÉREZ, S., GONZÁLEZ, M. 2008. Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. Cultivos tropicales. 29 (1):17-22.
23. GARRIDO, S. 1994. Interpretación de análisis de suelos. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 40 p.
24. GIRALDO, H.E., SABOGAL, A. 2007. Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo. Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q. 3 ed. Colombia. 192 p.

25. GONZÁLEZ, P.G. 2007. Características y usos del bambú. Acción Agraria. Lima, Perú. 45 p.
26. GUTIÉRREZ, L. 2017. Manual técnico del bambú (*Guadua angustifolia* kunth) para productores. Manual técnico. Amazonas, Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. 88 p.
27. HARTMAN, T., KESTER, E. 1987. Propagación de Plantas: Principios y Prácticas. Continental S.A de C.V. México. 176 p.
28. HARTMANN, H., KESTER, D., DAVIES, J., GENEVE, R. 1997. Plant propagation; principles and practices. New Jersey, Prentice-Hall International. 770 p.
29. HASHEMIMAJD, K., KALBASI, M., GOLCHIN, A., SHARIATMANDARI, H. 2004. Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes. J. Plant Nutr. 27:1107-1123.
30. HIDALGO, O. 2003. Bamboo; The gift of the gods. Bogotá, COLOMBIA. 270 p. [En línea]: Scribd, (<https://es.scribd.com/doc/300565059/Bamboo-The-Gift-of-the-GODS-Oscar-Hidalgo-Lopez>, Libro, 27 Abr. 2019).
31. HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida in: Serie de Libros y Materiales Educativos, San José, Costa Rica.
32. INBAR, BAMBOO AND RATTAN RESEARCH INSTITUTE. 2010. China's bamboo; Culture, resources, cultivation, utilization. Technical Report No. 33. China, International Network for Bamboo and

- Rattan. 128 p. [En línea]: INBAR, (<http://agridrupal.org/xml/chinabamboofinalPARTi.pdf>, libro, 27 Abr. 2019).
33. INPOFOS. 2006. Porque el fósforo es importante para el desarrollo de las raíces. México. [En línea]. Engormix.com., (<http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/porque-fosforo-importante-desarrollo-t1021/417-p0.htm>, documentos, 26 Mar. 2019).
34. LÁRRAGA, N., GUTIÉRREZ, N., LÓPEZ, H., PEDRAZA, M.E., SANTOS, G., SANTOS, U.I., VARGAS, J. 2011. Propagación vegetativa de tres especies de Bambú. Ra Ximhai, México. 7(2):205-218.
35. LIESE, W. 1985. Bamboos-biology, silvics, properties, utilization. GTZ, AS-Druck, 6479, Schotten, Germany. s.p.
36. LONDOÑO, P.X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Mg. Sc. Santa fe de Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]: Maderinsa, (<http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>), documentos, 10 Febr. 2019).
37. MÁRQUEZ, L., DOUGLAS, CH. 2011. Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* kunth y *Elytrostachys typica* McClure, en tres tipos de sustratos. Bioagro. 23(3):191-198.
38. MARTÍNEZ, A.M. 2017. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del Cantón Archidona, provincia de Napo. Tesis

Ing. Forestal. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 84 p.

39. MEDINA, L.F.; JAIME, M.; CHUECA, C.; BOCANERA, B.; TORO, F.; MASCARÓ, P. 2001. Presencia y cuantificación de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp. en lombricomposto. Segunda Reunión de Producción Vegetal del NOA. San Miguelde Tucumán, Argentina.
40. MEDINA, L.F.; JAIME, M.; COLACELLI, N.; MASCARÓ, P.; CHUECA, C. 2003. Características físico químicas de tres tipos de lombricomposto. Tercera Reunión de Producción Vegetal y Primera de Producción Animal del NOA. San Miguel de Tucumán, Argentina.
41. MERCEDES, J. 2006. Cultivo del bambú. Guía Técnica. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 38 p.
42. MESÉN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico n° 30. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Proyecto PROSEFOR. 100 p.
43. MESÉN, F., RUIZ, H. 2013. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) *Agronomía Costarricense*. 34(2):259-267.
44. MORENO, J.M. 2002. La materia orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. Instituto de Investigaciones

Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humbolt"
(INIFAT). Agricultura Orgánica. 1(1):23-25.

45. MORENO, M.L.E., OSORIO, S.L.R., TRUJILLO, D.E.E. 2006. Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de *Guadua angustifolia*. Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. 20:125-133.
46. NDEGWA, P.M., THOMPSON, S.A. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. Bioresour. Technol. 75:7-12.
47. NOBOA, J.L. 2014. Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de caña guadua (*Guadua angustifolia*) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agrónomo. Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 57 p.
48. PALACIOS, J.E. 2018. Efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. Tesis Ing. Agrónomo. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 46 p.
49. PERUBAMBU (Asociación Peruana de Bambú). 2004. Métodos de propagación del bambú (*Guadua angustifolia*). Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región Noroccidental del Perú. 5 p. [En línea]: ITTO, ([http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/pd428_06/PD%20428-06%20R.2%20\(F\)%20Propagaci%C3%B3n%20G%20Angu%20stifolia.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/pd428_06/PD%20428-06%20R.2%20(F)%20Propagaci%C3%B3n%20G%20Angu%20stifolia.pdf), documentos, 10 Mar. 2018).

50. PINO, A. 2015. Efectos de la aplicación de tres productos orgánicos enraizadores sobre el rendimiento del arroz variedad 'INIAP 17' en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica.
51. PORRAS, E. 1985. La madera de los pobres. Agricultura de las américas. E.U.A. 12 p.
52. RAVIV, M.O., KATAN, J., HADAR, Y., YOGEV MEDINA, A., KRASNOVSKY, A., ZIADNA, H. 2005. High- Nitrogen compost as a médium for organic container grow crops. Biores. Technol. 96:419-427.
53. RIVERA, M., VARGAS, J., LÓPEZ, J., VILLEGAS, A., JIMÉNEZ, M. 2016. Enraizamiento de estacas de Pinus patula. Revista Fitotecnia Mexicana. 39(4):385-392.
54. SANABRIA, H. 2015. Beneficios de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. México. [En línea]: Hortalizas, (<https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/beneficios-de-aminoacidos-ante-situaciones-de-estres-del-cultivo/>, documentos, 08 Mar. 2019).
55. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2019. Datos de la estación Aucayacu. [En línea]: Senamhi, (https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000474, documentos, 08 Mar. 2019).

56. SOTO, J.M., PIÑA, F.J., SÁNCHEZ, E., PÉREZ, R., BASURTO, M. 2016. Alternativas orgánicas para disminuir la aplicación de nitrógeno en nogal pecanero. *Nova scientia*. 8(16):140-161.
57. SOTO, W. 2011. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer y *Guadua angustifolia* Kunth a través de esquejes del culmo aplicando dosis de Ácido Indol-3-Butírico y Ácido Naftalacético. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 128 p.
58. TRILLO, Y.A. 2014. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult.f.) Backer ex K. Heyne, *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex H. Wendl. var. vittata. Riviere & C. *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua* aff. *Angustifolia* Kunth en el Fundo BIO SELVA – Satipo. Tesis Ing. Agrónomo. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 77 p.
59. VIVEKANANDA, K., RAO, A.N., RAMANATHA, V. 1998. Bammboo and Rattan Genetic Resources in Certain Asian. Sinopsis. [En línea]: INBAR, (<http://www.indianforester.co.in/index.php/indianforester/article/view/73866>, documento, 10 Febr. 2019).

IX. ANEXO

Cuadro 17. Porcentaje de prendimiento del bambú.

Tratamiento	Repetición	Prendimiento (%)
1	1	75
1	2	50
1	3	75
2	1	75
2	2	75
2	3	75
3	1	75
3	2	100
3	3	25
4	1	75
4	2	75
4	3	50
5	1	100
5	2	75
5	3	50
6	1	25
6	2	75
6	3	75
7	1	25
7	2	50
7	3	75
8	1	75
8	2	50
8	3	75
9	1	50
9	2	50
9	3	75

Cuadro 18. Cantidad de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.

Tratamiento	Repetición	Evaluaciones mensuales				
		Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3	Ev. 4	Ev. 5
1	1	1.00	1.00	1.67	2.67	3.67
1	2	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00
1	3	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00
2	1	1.00	1.00	2.67	4.67	6.33
2	2	1.00	1.00	2.33	4.33	6.33
2	3	1.00	2.00	2.00	3.67	4.67
3	1	1.00	1.00	1.33	3.33	4.33
3	2	1.00	1.00	2.00	3.75	5.00
3	3	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00
4	1	1.00	1.00	1.00	1.33	2.33
4	2	1.00	1.00	1.33	2.67	3.67
4	3	1.00	1.40	2.00	2.00	3.00
5	1	1.00	1.00	1.67	2.50	4.25
5	2	1.00	1.00	2.67	5.00	5.33
5	3	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00
6	1	1.00	2.00	2.00	4.00	5.00
6	2	1.00	1.00	2.00	3.33	4.00
6	3	1.00	1.00	1.67	3.33	4.33
7	1	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00
7	2	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00
7	3	0.75	1.00	1.00	2.00	3.00
8	1	1.00	1.00	1.33	3.00	4.33
8	2	1.00	1.00	1.50	3.00	3.50
8	3	1.00	1.00	2.50	2.67	3.33
9	1	1.00	1.00	1.00	2.50	4.00
9	2	1.00	1.00	1.50	3.00	4.50
9	3	1.00	1.20	2.50	3.00	4.00

Cuadro 19. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	0.019	8	0.002	1.000	0.469 NS
Enraizante	0.005	2	0.002	1.000	0.387 NS
Sustrato	0.005	2	0.002	1.000	0.387 NS
Enraizante x sustrato	0.009	4	0.002	1.000	0.433 NS
Error	0.042	18	0.002		
Total	0.060	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 20. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Root-hor	9	1.00	a
2	Razormín	9	1.00	a
3	Agua	9	0.97	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 21. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	1.00	a
2	20% de humus	9	1.00	a
3	20% de arena	9	0.97	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 22. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a dos meses de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	0.483	8	0.060	0.741	0.656 NS
Enraizante	0.083	2	0.041	0.509	0.609 NS
Sustrato	0.039	2	0.019	0.236	0.792 NS
Enraizante x sustrato	0.361	4	0.090	1.109	0.383 NS
Error	1.467	18	0.081		
Total	1.950	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 23. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Root-hor	9	1.16	a
2	Razormín	9	1.11	a
3	Agua	9	1.02	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 24. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	1.13	a
2	20% de humus	9	1.11	a
3	20% de arena	9	1.04	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 25. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a tres meses de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2.230	8	0.279	0.922	0.522 NS
Enraizante	0.403	2	0.202	0.667	0.526 NS
Sustrato	0.798	2	0.399	1.320	0.292 NS
Enraizante x sustrato	1.029	4	0.257	0.850	0.512 NS
Error	5.444	18	0.302		
Total	7.675	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 26. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	1.89	a
2	Root-hor	9	1.70	a
3	Agua	9	1.59	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 27. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	1.96	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	1.67	a
3	20% de arena	9	1.56	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 28. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cuatro meses de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	12.685	8	1.586	4.920	0.002 S
Enraizante	3.782	2	1.891	5.868	0.011 S
Sustrato	7.594	2	3.797	11.782	0.001 S
Enraizante x sustrato	1.309	4	0.327	1.015	0.426 NS
Error	5.801	18	0.322		
Total	18.486	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 29. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	3.49	a
2	Root-hor	9	3.02	ab
3	Agua	9	2.57	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 30. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	3.54	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	3.25	a
3	20% de arena	9	2.30	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 31. ANVA para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cinco meses de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	18.675	8	2.334	8.068	<0.001 S
Enraizante	5.217	2	2.608	9.014	0.002 S
Sustrato	10.578	2	5.289	18.278	<0.001 S
Enraizante x sustrato	2.881	4	0.720	2.489	0.080 NS
Error	5.208	18	0.289		
Total	23.883	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 32. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	4.70	a
2	Root-hor	9	4.10	ab
3	Agua	9	3.63	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 33. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la cantidad de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	4.79	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	4.35	a
3	20% de arena	9	3.30	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 34. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	0.886	8	0.111	1.879	0.127 NS
Enraizante	0.042	2	0.021	0.358	0.704 NS
Sustrato	0.287	2	0.144	2.438	0.116 NS
Enraizante x sustrato	0.556	4	0.139	2.360	0.092 NS
Error	1.061	18	0.059		
Total	1.947	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 35. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Root-hor	9	1.37	a
2	Razormín	9	1.30	a
3	Agua	9	1.27	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 36. Diámetro de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.

Tratamiento	Repetición	Evaluaciones mensuales (cm)				
		Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3	Ev. 4	Ev. 5
1	1	1.40	1.42	2.07	2.61	3.25
1	2	1.31	1.64	2.42	3.45	4.43
1	3	1.31	1.61	2.12	3.02	3.90
2	1	1.20	1.65	2.88	3.93	5.26
2	2	1.48	1.62	2.76	3.54	4.48
2	3	1.50	1.95	2.97	4.59	5.67
3	1	1.20	1.48	2.81	4.33	5.17
3	2	1.20	1.65	2.25	3.55	4.49
3	3	1.10	1.50	2.55	3.94	4.12
4	1	1.20	1.33	1.49	2.54	2.95
4	2	1.04	1.10	1.51	2.04	2.37
4	3	1.20	1.38	3.09	3.64	4.31
5	1	1.89	2.64	2.80	3.15	4.45
5	2	2.30	2.07	2.91	4.26	4.73
5	3	1.00	1.01	1.28	2.65	3.58
6	1	1.10	1.01	1.95	2.75	3.71
6	2	1.30	1.41	1.84	2.73	3.28
6	3	1.26	1.30	2.37	3.89	4.59
7	1	1.20	1.53	1.90	2.37	3.12
7	2	1.10	1.33	1.37	2.56	3.08
7	3	1.10	1.30	1.53	2.18	2.69
8	1	1.20	1.49	1.99	2.74	3.70
8	2	1.10	1.34	1.55	2.78	3.28
8	3	1.40	1.43	2.51	3.03	3.95
9	1	1.36	1.50	2.65	3.34	4.27
9	2	1.54	1.55	1.97	3.48	4.25
9	3	1.44	1.48	2.70	3.94	4.02

Cuadro 37. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	1.45	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	1.28	a
3	20% de arena	9	1.21	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 38. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a dos meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	1.097	8	0.137	1.496	0.227 NS
Enraizante	0.152	2	0.076	0.828	0.453 NS
Sustrato	0.442	2	0.221	2.412	0.118 NS
Enraizante x sustrato	0.503	4	0.126	1.372	0.283 NS
Error	1.650	18	0.092		
Total	2.746	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 39. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	1.61	a
2	Root-hor	9	1.47	a
3	Agua	9	1.44	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 40. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	1.69	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	1.43	a
3	20% de arena	9	1.40	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 41. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a tres meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	3.222	8	0.403	1.543	0.211 NS
Enraizante	1.324	2	0.662	2.536	0.107 NS
Sustrato	1.126	2	0.563	2.157	0.145 NS
Enraizante x sustrato	0.771	4	0.193	0.739	0.578 NS
Error	4.700	18	0.261		
Total	7.922	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 42. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	2.54	a
2	Root-hor	9	2.14	a
3	Agua	9	2.02	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 43. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	2.41	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	2.34	a
3	20% de arena	9	1.94	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 44. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cuatro meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	7.333	8	0.917	3.227	0.019 S
Enraizante	2.686	2	1.343	4.728	0.022 S
Sustrato	3.610	2	1.805	6.355	0.008 S
Enraizante x sustrato	1.037	4	0.259	0.913	0.478 NS
Error	5.112	18	0.284		
Total	12.445	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 45. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	3.66	a
2	Root-hor	9	3.07	ab
3	Agua	9	2.94	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 46. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	3.55	a
2	20% de humus	9	3.41	a
3	20% de arena	9	2.71	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 47. ANVA para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a cinco meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	10.776	8	1.347	4.064	0.006 S
Enraizante	4.437	2	2.218	6.692	0.007 S
Sustrato	5.281	2	2.640	7.966	0.003 S
Enraizante x sustrato	1.059	4	0.265	0.799	0.542 NS
Error	5.966	18	0.331		
Total	16.742	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 48. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	4.53	a
2	Root-hor	9	3.77	b
3	Agua	9	3.59	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 49. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	4.34	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	4.21	a
3	20% de arena	9	3.35	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 50. Altura total de hijuelos del bambú durante el periodo de investigación.

Tratamiento	Repetición	Evaluaciones mensuales (cm)				
		Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3	Ev. 4	Ev. 5
1	1	2.00	12.95	19.60	22.68	28.17
1	2	2.45	16.06	17.89	56.25	50.54
1	3	5.90	9.90	14.53	32.22	42.82
2	1	5.00	12.45	16.21	39.15	73.87
2	2	4.10	8.01	11.20	30.93	58.93
2	3	2.50	8.20	23.10	46.29	98.91
3	1	6.80	18.00	32.12	49.74	76.70
3	2	7.20	8.00	17.79	48.40	74.95
3	3	6.00	9.70	14.00	33.33	61.73
4	1	1.80	6.40	10.80	8.07	12.22
4	2	2.10	4.00	14.99	16.21	22.75
4	3	2.20	5.30	23.77	35.74	67.29
5	1	7.20	18.35	10.92	39.51	65.93
5	2	9.30	22.93	34.73	41.37	78.71
5	3	4.90	5.50	14.50	28.67	46.58
6	1	5.20	17.25	25.10	44.50	45.28
6	2	7.20	8.97	15.83	31.38	59.98
6	3	4.00	8.90	16.47	38.50	60.45
7	1	2.50	9.50	8.00	17.37	25.80
7	2	3.00	4.95	12.50	18.89	33.27
7	3	2.00	5.00	14.25	22.49	33.22
8	1	5.30	14.10	10.67	19.26	32.21
8	2	2.60	5.07	12.70	26.51	40.59
8	3	2.80	14.88	29.75	34.96	51.15
9	1	2.80	10.00	15.80	37.33	63.15
9	2	4.10	13.50	18.45	37.25	67.84
9	3	4.00	11.00	15.98	43.25	79.74

Cuadro 51. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato al mes de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	75.732	8	9.466	4.992	0.002 S
Enraizante	14.369	2	7.185	3.789	0.042 S
Sustrato	35.120	2	17.560	9.261	0.002 S
Enraizante x sustrato	26.243	4	6.561	3.460	0.029 S
Error	34.132	18	1.896		
Total	109.864	26			

S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 52. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante al mes de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Root-hor	9	4.88	a
2	Razormín	9	4.66	a
3	Agua	9	3.23	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 53. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato al mes de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	5.26	a
2	20% de humus	9	4.86	a
3	20% de arena	9	2.66	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 54. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los dos meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	244.802	8	30.600	1.446	0.244 NS
Enraizante	13.250	2	6.625	0.313	0.735 NS
Sustrato	83.297	2	41.649	1.969	0.169 NS
Enraizante x sustrato	148.255	4	37.064	1.752	0.183 NS
Error	380.818	18	21.157		
Total	625.620	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 55. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	11.47	a
2	Root-hor	9	10.84	a
3	Agua	9	9.78	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 56. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los dos meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	20% de humus	9	12.16	a
2	10% de arena más 10% de humus	9	11.70	a
3	20% de arena	9	8.23	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 57. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los tres meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	181.975	8	22.747	0.417	0.896 NS
Enraizante	60.920	2	30.460	0.558	0.582 NS
Sustrato	76.012	2	38.006	0.696	0.512 NS
Enraizante x sustrato	45.043	4	11.261	0.206	0.932 NS
Error	983.041	18	54.613		
Total	1165.016	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas.

Cuadro 58. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Root-hor	9	18.57	a
2	Razormín	9	18.49	a
3	Agua	9	15.34	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 59. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los tres meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	19.06	a
2	20% de humus	9	18.20	a
3	20% de arena	9	15.15	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 60. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los cuatro meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	1889.953	8	236.244	2.611	0.043 S
Enraizante	617.947	2	308.973	3.415	0.055 NS
Sustrato	1001.070	2	500.535	5.532	0.013 S
Enraizante x sustrato	270.936	4	67.734	0.749	0.572 NS
Error	1628.552	18	90.475		
Total	3518.504	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 61. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	39.89	a
2	Root-hor	9	31.55	a
3	Agua	9	28.59	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 62. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cuatro meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	40.41	a
2	20% de humus	9	34.07	ab
3	20% de arena	9	25.55	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 63. ANVA para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante y sustrato a los cinco meses de instalado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	7417.378	8	927.172	4.222	0.005 S
Enraizante	1188.232	2	594.116	2.705	0.094 NS
Sustrato	4816.485	2	2408.242	10.965	0.001 S
Enraizante x sustrato	1412.662	4	353.165	1.608	0.215 NS
Error	3953.193	18	219.622		
Total	11370.571	26			

NS: No presenta diferencias estadísticas; S: Presenta diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 64. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del enraizante a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor A	N	Media	Significancia
1	Razormín	9	62.96	a
2	Root-hor	9	51.02	a
3	Agua	9	47.44	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 65. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la altura de hijuelos del bambú por efecto del sustrato a los cinco meses de instalado.

Mérito	Factor B	N	Media	Significancia
1	10% de arena más 10% de humus	9	65.54	a
2	20% de humus	9	60.76	a
3	20% de arena	9	35.12	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística entre niveles del factor.

Cuadro 66. Volumen radicular y biomasa del bambú durante el periodo de investigación.

Tratamiento	Repetición	Vol. radicular (cm³)	Peso fresco (g)	Biomasa (g)
1	1	3.75	6.50	1.75
1	2	8.25	19.00	5.00
1	3	33.25	98.50	28.50
2	1	5.75	6.50	1.50
2	2	12.75	25.25	7.00
2	3	21.75	90.50	27.50
3	1	23.75	84.75	23.25
3	2	30.50	111.25	29.75
3	3	23.25	89.50	24.00
4	1	21.50	54.50	14.25
4	2	11.75	15.25	6.25
4	3	23.00	74.50	22.50
5	1	23.25	67.00	16.25
5	2	34.00	72.50	18.25
5	3	1.50	4.00	0.75
6	1	23.25	60.75	16.00
6	2	13.75	44.75	11.25
6	3	25.25	98.75	27.00
7	1	17.50	56.25	14.25
7	2	15.50	57.75	14.00
7	3	26.00	92.25	26.50
8	1	10.00	22.00	6.00
8	2	13.75	44.25	10.50
8	3	21.50	77.75	18.50
9	1	31.25	110.00	28.25
9	2	44.25	174.25	46.00
9	3	6.00	16.00	4.50

Cuadro 67. Presupuesto incurrido en el tratamiento 1.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario y ganadero				39.6
	Arena	m ³	0.18	20	3.6
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				8.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Razormín	litro	0.02	140	2.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				16.59
Costo total del T₁ (Soles)					348.39

Cuadro 68. Presupuesto incurrido en el tratamiento 2.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario y ganadero				58.22
	Humus	Saco	2.22	10	22.22
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				8.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Razormín	litro	0.02	140	2.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				17.52
Costo total del T₂ (Soles)					367.94

Cuadro 69. Presupuesto incurrido en el tratamiento 3.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				48.91
	Arena	m ³	0.09	20	1.8
	Humus	Saco	1.11	10	11.11
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				8.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Razormín	litro	0.02	140	2.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				17.06
Costo total del T₃ (Soles)					358.17

Cuadro 70. Presupuesto incurrido en el tratamiento 4.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				39.6
	Arena	m ³	0.18	20	3.6
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				7.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Root-hor	litro	0.02	90	1.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				16.54
Costo total del T₄ (Soles)					347.34

Cuadro 71. Presupuesto incurrido en el tratamiento 5.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				58.22
	Humus	Saco	2.22	10	22.22
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				7.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Root-hor	litro	0.02	90	1.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				17.47
Costo total del T₅ (Soles)					366.89

Cuadro 72. Presupuesto incurrido en el tratamiento 6.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				48.91
	Arena	m ³	0.09	20	1.8
	Humus	Saco	1.11	10	11.11
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				3.33
	Baldes	Unid.	0.33	6	2
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				7.76
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
	Root-hor	litro	0.02	90	1.80
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				17.01
Costo total del T₆ (Soles)					357.12

Cuadro 73. Presupuesto incurrido en el tratamiento 7.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				39.6
	Arena	m ³	0.18	20	3.6
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				1.33
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				5.96
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				16.35
Costo total del T₇ (Soles)					343.35

Cuadro 74. Presupuesto incurrido en el tratamiento 8.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				58.22
	Humus	Saco	2.22	10	22.22
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				1.33
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				5.96
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				17.28
Costo total del T₈ (Soles)					362.90

Cuadro 75. Presupuesto incurrido en el tratamiento 9.

Código	Rubros	Unid.	Cant.	CU	CT (s/)
2.1.1 8.2 1	Personal obrero eventual				133.33
	Nivelación del terreno	Jornal	0.22	30	6.67
	Acondicionamiento de camas	Jornal	0.11	30	3.33
	Preparación del sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Llenado de sustrato	Jornal	0.06	30	1.67
	Aplicación de tratamiento	Jornal	0.06	30	1.67
	Sembrado	Jornal	0.06	30	1.67
	Control de malezas	Jornal	0.56	30	16.67
	Riego	Jornal	2.22	30	66.67
	Aplicación de fungicidas	Jornal	1.11	30	33.33
2.3.1 5.2 1	Agropecuario, ganadero				48.91
	Arena	m ³	0.09	20	1.8
	Humus	Saco	1.11	10	11.11
	Tierra agrícola	m ³	0.72	50	36
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas				63.45
	Madera aserrada	pt	9.9	1.8	17.82
	Postes de madera	Unid.	1.33	30	40
	Malla raschel	m2	0.0075	750	5.625
2.3.1 7.1 1	Enseres				1.33
	Regadera	Unid.	0.074	18	1.33
2.3.1 99.1 1	Herramientas				47.78
	Machete	Unid.	0.11	10	1.11
	Lima triangular	Unid.	0.11	10	1.11
	Pala cuchara	Unid.	0.11	35	3.89
	Azadón	Unid.	0.11	15	1.67
	Carretilla	Unid.	0.11	200	22.22
	Mochila de fumigar	Alquiler	1.778	10	17.78
2.3.1 10.1 4	Fertilizantes, insecticidas, fungicidas				5.96
	Benzomil	kg	0.02	35	0.62
	Bayfolan	litro	0.18	30	5.33
2.3.2 1.2 1	Pasajes y gastos de transporte				35.56
	Pasajes	Pasaje	4.44	8	35.56
	Imprevistos (10 %)				16.82
Costo total del T₉ (Soles)					353.13



Figura 15. Estructura de los bancos de propagación.



Figura 16. Riego saturado a los sustratos en los bancos de propagación.



Figura 17. Chusquines de guadua acondicionados para el transporte desde lugares muy lejos.



Figura 18. Poda de raíces de los chusquines de guadua.

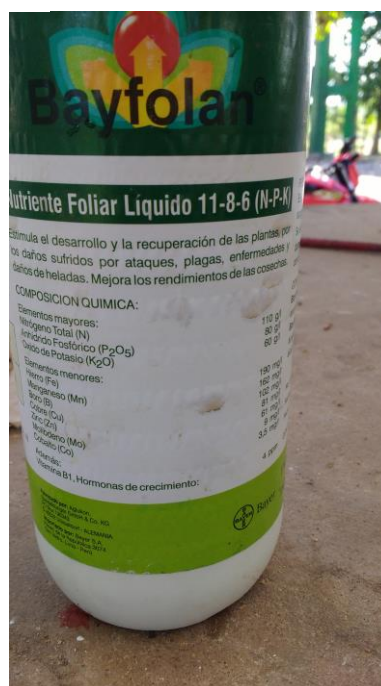


Figura 19. Fungicida Benzomil (izquierda) y fertilizante foliar Bayfolan (derecha) utilizados como parte del manejo de los chusquines.



Figura 20. Enraizante Root-hor (izquierda) y Razormín (derecha) aplicados a los chusquines de bambú.



Figura 21. Aplicación de enraizantes a los chusquines de guadua.



Figura 22. Instalación de guadua en los bancos de propagación.



Figura 23. Hijuelos y medición del diámetro al mes de instalado el chusquín.



Figura 24. Extracción de plantas de guadua con todo sistema radicular.



Figura 25. Planta de guadua con el vástago y el sistema radicular.



Figura 26. Acondicionado de muestras de guadua para la obtención de biomasa.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



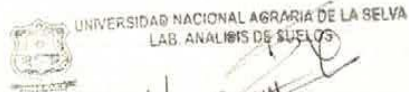
ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: AGUIRRE TORRES LUZMILA ROSARIO			PROCEDENCIA:				AUCAYACU																
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.
		REFERENCIA	%	%	%	1:1	%	%	ppm	ppm													
1	S0047	TIERRA AGRICOLA	46	25	29	Franco	5.03	2.49	0.11	9.40	46.43	---	3.96	1.03	--	--	2.50	0.50	7.99	62.43	37.57	31.31	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 0567976

FECHA : 15/02/2019



Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



Figura 27. Análisis de la muestra de tierra agrícola utilizado como sustrato.

