

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Guadua weberbaueri* Pilg. (CALO)

**A PARTIR DE SECCIONES DE RAMA EN RODRÍGUEZ DE
MENDOZA, AMAZONAS, PERÚ”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

KENY FERNANDO CASTRO AGUILAR

LIMA – PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

TESIS FINAL_KENY CASTRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

0 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

1

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

1%

★ **repositorio.unas.edu.pe**

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Guadua weberbaueri* Pilg.
(CALO)**

**A PARTIR DE SECCIONES DE RAMA EN RODRÍGUEZ DE
MENDOZA, AMAZONAS, PERÚ”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

KENY FERNANDO CASTRO AGUILAR

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. José Eloy Cuellar Bautista, Dr.
Presidente

.....
Ing. María de Lourdes Tapia y Figueroa, Mg. Sc.
Miembro

.....
Ing. Sonia Cesarina Palacios Ramos, Mg. Sc.
Miembro

.....
Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano
Asesor

.....
Ing. Maricel Jadith Móstiga Rodríguez, Mg. Sc.
Co Asesora

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a:

Dios

“Por darme vida y salud”

Mis padres

“Edith y Cesar”

Mi hermana

“Lesly Jimena”

Mis abuelos

Mi familia

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

A mi asesor, Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano, por la confianza y disposición a compartir sus conocimientos, sus consejos y recomendaciones en cada etapa de mi investigación hasta el día de la sustentación.

A mi co asesora, Mg. Sc. Maricel Jadith Móstiga Rodríguez, por el apoyo y la confianza depositada para iniciar mi investigación en bambú, por su disposición a compartir sus conocimientos, sugerencias, consejos y recomendaciones desde el inicio del proyecto; así también por compartir sus experiencias de vida y su amistad.

A mis padres, Edith Aguilar y Cesar Castro por siempre apoyarme en todo a pesar de la distancia. A mi hermana, Lesly Castro y mis tíos Gisella Castro y Carlos Castro por darme fuerzas para seguir con mi vida universitaria y con el desarrollo de la tesis.

A la Bach. Fiorella Cotrina, por ser esa persona incondicional y siempre brindarme su apoyo, acompañándome y dándome ánimos a seguir en todos aquellos días de arduo trabajo que al final se convirtieron en gratos momentos de aprendizaje. A la familia Cotrina Palpa, por el cariño y apoyo durante el desarrollo de la tesis hasta el día de la sustentación.

Al profesor Ph D. Héctor Enrique Gonzáles Mora, por su apoyo y consejos. Al profesor y amigo Mg. Sc. Rolando Montenegro por sus aportes y la asesoría respecto al procesamiento de datos y análisis estadístico.

Al Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL) de la UNALM. En especial al profesor Ph D. Carlos Reynel y al Dr. Eduardo Ruíz por la disposición y apoyo en la determinación de la identidad de la especie en estudio.

A los miembros de jurado, Dr. Eloy Cuellar, Mg. Sc. Sonia Palacios y Mg. Sc. Lourdes Tapia por sus correcciones y aportes a mi tesis.

Finalmente, agradezco a todos mis amigos y a las personas que contribuyeron de alguna manera en el desarrollo de mi tesis e incentivaron mi pasión por los bambúes.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Distribución natural de los bambúes neotropicales	4
2.1.1 Distribución natural del bambú en el Perú	4
2.1.2 Identificación de bambúes	6
a. Dificultades en la identificación de bambúes en el Perú.....	6
2.2 El género <i>Guadua</i>	6
2.2.1 Características del género <i>Guadua</i>	7
2.2.2 Especies	7
a. Clima	7
b. Suelo.....	7
2.3 Métodos de propagación en bambúes	8
2.3.1 Propagación sexual.....	8
2.3.2 Propagación vegetativa	9
2.4 Métodos de propagación vegetativa en bambú	10
2.4.1 Rizoma	10
2.4.2 Rizoma con segmento de tallo	11
2.4.3 Segmento de tallo	11
2.4.4 Secciones de rama	12
2.4.5 Chusquines.....	12
2.4.6 In vitro.....	13
2.5 Propagación vegetativa de bambú mediante secciones de rama	13
2.5.1 Factores que condicionan la propagación por secciones de rama	14
a. La edad del material de propagación-Juvenilidad	14
b. Condición sanitaria de la planta madre	14

c. Condición nutricional de la planta madre	15
d. Elección de las secciones en la planta madre	15
e. Época de colecta de las secciones.....	16
f. Temperatura ambiental	17
g. Humedad relativa	17
h. Medio de enraizamiento-sustrato	18
2.5.2 Técnicas de desinfección de sustratos	18
2.5.3 Ambientes y estructuras de propagación	19
a. Invernadero	19
b. Vivero.....	20
2.5.4 Bioestimulantes	20
a. Bioestimulante Promalina	21
b. Aplicación de estimulantes de crecimiento.....	22
2.6 Experiencias de propagación vegetativa por secciones de rama en el género <i>Guadua</i>	23
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Área de estudio.....	27
3.1.1 Rodríguez de Mendoza	27
3.1.2 Hidrografía.....	27
3.1.3 Clima	28
3.1.4 Fisiografía y suelos.....	28
3.1.5 Clasificación ecológica	28
3.1.6 Vegetación	29
3.2 Materiales y equipos	29
3.2.1 Materiales de campo.....	29
3.2.2 Materiales e insumos para la propagación.....	30
3.2.3 Materiales de gabinete.....	30

3.3	Métodos y técnicas.....	30
3.3.1	Identificación de la especie.....	30
3.3.2	Lugar de colecta del material vegetativo	32
3.3.3	Propagación vegetativa por secciones de rama	33
3.3.4	Instalación del propagador.....	34
3.3.5	Recolección y transporte de material vegetativo.....	35
3.3.6	Aplicación de bioestimulante Promalina	36
3.3.7	Sustrato	36
3.3.8	Siembra de secciones de rama.....	37
3.4	Diseño experimental	38
3.4.1	Diseño	38
3.4.2	Factores de evaluación.....	39
3.4.3	Tratamientos del estudio utilizando el diseño completo al azar	39
3.4.4	Variables respuesta.....	40
	a. Supervivencia:.....	40
	b. Número de brotes:	40
	c. Número de raíces:	40
	d. Longitud de raíces promedio:	40
3.5	Análisis Estadístico.....	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1	Identificación botánica de la especie	41
4.2	Caracterización de las secciones de rama.....	42
4.3	Efecto y respuesta a las diferentes dosis de bioestimulante Promalina	43
4.3.1	Supervivencia	43
4.3.2	Pruebas post hoc	45
	a. Número de nudos	45
	b. Dosis de bioestimulante	46

4.3.3 Número de brotes	47
4.3.3 Pruebas post hoc	49
a. Número de nudos	49
4.3.5 Número de raíces.....	50
4.3.6 Pruebas post hoc	52
a. Número de nudos	52
4.3.7 Longitud de raíces promedio	53
4.3.7 Pruebas post hoc	55
a. Número de nudos	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES.....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA	59
VIII. ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Partes a colectar y forma de colecta en bambúes	31
Tabla 2: Tipo de secciones de rama	39
Tabla 3: Dosis de bioestimulante	39
Tabla 4: Tratamientos en estudio.....	39
Tabla 5: Caracterización de las secciones de rama de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	42
Tabla 6: Supervivencia de las secciones de rama de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	43
Tabla 7: Prueba ANOVA y análisis de supuestos.....	45
Tabla 8: Número de brotes de las secciones de rama de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.....	47
Tabla 9: Prueba ANOVA y análisis de supuestos.....	48
Tabla 10: Número de raíces totales en secciones de rama de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg...50	
Tabla 11: Prueba ANOVA y análisis de supuestos	51
Tabla 12: Longitud de raíces totales en secciones de rama de <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg...54	
Tabla 13: Prueba ANOVA y análisis de supuestos	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Distribución natural del bambú en el Perú	5
Figura 2: Colecta botánica del bambú “Calo” (<i>Guadua sp.</i>)	32
Figura 3: Hábitat del bambú “Calo” (<i>Guadua sp.</i>)	33
Figura 5: Instalación de invernadero tipo túnel	34
Figura 6: Obtención de secciones de rama	35
Figura 7: Dosis de bioestimulante Promalina y tratamiento de secciones de rama	36
Figura 8: Acondicionamiento y mezcla de sustrato	37
Figura 10: Siembra de secciones de rama según tratamiento	38
Figura 11: Distribución DCA.....	38
Figura 12: Colecciones botánicas de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	41
Figura 13: Tukey para supervivencia por cantidad de nudos en <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	45
Figura 14: Sequedad en secciones de rama con 3 nudos de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	46
Figura 15: Tukey para supervivencia por dosis de bioestimulante en <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	46
Figura 16: Tukey para número de brotes por nudo en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	49
Figura 17: Número de brotes por nudo en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	50
Figura 18: Tukey para número de raíces por nudo en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	52
Figura 19: Número de raíces en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	53
Figura 20: Tukey para longitud de raíces por nudo en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	55
Figura 21: Método del bernier para medir longitud de raíces en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1: Ficha de toma de datos morfológicos en campo.....	68
ANEXO 2: Ficha de toma de datos morfológicos para el bambú “Calo” (<i>Guadua sp.</i>).....	71
ANEXO 3: Constancia de determinación del bambú <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg., emitida por el especialista, (Herbario forestal Mol-Unalm).....	74
ANEXO 4: Respuesta de determinación del bambú <i>G. weberbaueri</i> Pilg., emitida por el especialista, (Departamento de Botánica y Zoología de la UDG-México)	75
ANEXO 5: Análisis de supuestos y prueba Tukey para supervivencia por número de nudos en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	76
ANEXO 6: Análisis de supuestos y prueba Tukey para supervivencia por dosis de bioestimulante en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.....	77
ANEXO 7: Evaluación del número de brotes en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg., a los 30, 60 y 90 días	78
ANEXO 8: Análisis de supuestos y prueba Tukey para número de brotes por nudo en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	79
ANEXO 9: Número de raíces en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg., a los 90 días.	80
ANEXO 10: Análisis de supuestos y prueba Tukey para número de raíces por nudo en secciones de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	81
ANEXO 11: Longitud promedio de raíces en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg., a los 90 días	82
ANEXO 12: Análisis de supuestos y prueba Tukey para longitud de raíces en secciones de rama de <i>G. weberbaueri</i> Pilg.	83
ANEXO 13: Ficha técnica del bioestimulante Promalina	84
ANEXO 14: Usos del bambú <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	86

RESUMEN

La investigación en métodos de propagación vegetativos efectivos según la especie de bambú, en especial la propagación de las especies nativas, es determinante debido a que se puede disponer de material vegetativo para la reforestación a pequeña, mediana y gran escala, de tal manera que estas actividades no alteren significativamente las poblaciones naturales y consecuentemente la ecología y dinámica de estos ecosistemas; contribuyendo complementariamente en el fortalecimiento de las cadenas de valor locales. Sin embargo, son pocos los estudios desarrollados en la propagación de estas especies, incluyendo a *Guadua weberbaueri* Pilg. conocida localmente como “Calo” la cual tiene múltiples usos locales actuales y otros potenciales; por lo que este estudio tiene como objetivo evaluar la propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* Pilg., a partir del método de “secciones de rama” en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas-Perú. Específicamente se: 1) caracterizó la sección de rama; 2) determinó el efecto del bioestimulante Promalina y 3) evaluó la mejor respuesta a las dosis del bioestimulante. El experimento fue instalado en una cámara de invernadero tipo túnel en condiciones semicontroladas, con diseño completamente al azar DCA y arreglo factorial 3Ax3B. Se realizaron evaluaciones mensuales del número de brotes y después de los 3 meses se evaluó el porcentaje de supervivencia y el enraizamiento (número y longitud de raíces). Se encontró evidencia significativa de que las secciones de rama con uno o dos nudos presentan mejores características para la propagación vegetativa por secciones de rama con 80 y 73,33% de supervivencia, respectivamente. Asimismo, se encontró un efecto positivo en la aplicación del bioestimulante Promalina en la propagación. Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre las respuestas para las dosis ensayadas (2ml; 5ml). Por lo tanto, se debe probar nuevas dosis del bioestimulante Promalina y continuar los estudios de propagación vegetativa en esta especie.

Palabras claves: Bambúes neotropicales, especie nativa, *Guadua weberbaueri*, Promalina, bioestimulante.

ABSTRACT

Research on effective vegetative propagation methods according to the bamboo species, especially the propagation of native species, its determinant because it is possible to have vegetative material for reforestation on a small, medium and large scale, in such a way that these activities do not significantly affect the natural populations and consequently the ecology and dynamics of these ecosystems; contributing in a complementary way to the strengthening of local value chains. However, are few studies developed in the propagation of these species, including to *Guadua weberbaueri* Pilg. known locally as "Calo" which one has multiple uses local current and other potential; therefore, this study aims to evaluate the vegetative propagation of *Guadua weberbaueri* Pilg., from the method of "branch sections" in the Rodríguez de Mendoza province, Amazonas-Perú. Specifically: 1) the branch section was characterized; 2) determined the effect of the biostimulant Promalina and 3) evaluated the best response to biostimulant doses. The experiment was installed in a tunnel-type greenhouse chamber under semi-controlled conditions, with a completely randomized design DCA and a 3Ax3B factorial arrangement. Monthly evaluations of the number of shoots were carried out and after 3 months the percentage of survival and rooting (number and length of roots) were evaluated. Significant evidence was found that branch sections with one or two nodes present better characteristics for vegetative propagation by branch sections with 80 and 73.33% survival, respectively. Likewise, a positive effect was found in the application of the biostimulant Promalina in the propagation. However, there were no significant differences between the responses for the tested doses (2ml; 5ml). Therefore, new doses of the biostimulant Promalina should be tested and studies of vegetative propagation in this species should continue.

Keywords: Native bamboos, native species, *Guadua weberbaueri*, Promalina, biostimulant.

I. INTRODUCCIÓN

El bambú, al igual que la caña de azúcar, el arroz y el trigo; es una gramínea perteneciente a la familia Poaceae (Castaño y Moreno, 2004); la cual representa uno de los más grandes recursos naturales renovables. Algunas de estas especies siendo gramíneas, llegan a tener estructuras de consistencia “leñosa” con características similares a las especies maderables, con tallos o culmos que pueden superar los 25m de altura con ramas y hojas a diferentes niveles. Presentan un sistema radicular que forma redes compactas que en conjunto evitan la erosión, debido a que pueden formar densos “bosques” que contribuyen en el manejo de los recursos hídricos; además, estos pueden producir más oxígeno que la mayoría de los árboles y capturar volúmenes similares de CO₂ (MINAG, 2010). Una vez que las plantas se encuentran establecidas presentan un rápido crecimiento, son fáciles de cultivar y alcanzan la madurez en tiempos relativamente cortos, para posteriormente ser utilizadas (Mercedes, 2006). Es así, que provee una gran variedad de productos forestales de diversos usos que tienen propiedades físico-mecánicas y químicas, equivalentes a las de algunas especies maderables, con la ventaja de su incomparable velocidad de crecimiento, la cual permite que, en sólo de 3 a 5 años, las plantaciones de bambú puedan ser aprovechadas sosteniblemente y a perpetuidad jugando un rol vital en la economía y las cadenas de valor locales (MINAG, 2010).

El Perú es uno de los países con mayor abundancia y diversidad de bambúes en Latinoamérica (Londoño, 2010; Malleux, 2013); abarcando numerosas especies nativas y exóticas, que forman extensos bosques mono dominantes para el género *Guadua*, y que se desarrollan desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm en los valles de la costa, los bosques húmedos de la región andina y amazónica (Judziewicz *et al.* 1999; MINAG, 2010). Es así que las principales especies pertenecientes al género *Guadua* reportadas en el Perú son: *Guadua angustifolia* Kunth, *Guadua aff. angustifolia*, *Guadua glomerata*, *Guadua linnclarkiae*, *Guadua takashiae*, *Guadua sarcocarpa ssp. Purpuracea*, *Guadua sarcocarpa*

ssp. Sarcocarpa, Guadua superba y Guadua weberbaueri Pilger (Londoño y Peterson, 1991; Ortiz, 2017). Siendo la especie introducida *Guadua angustifolia* la más investigada, cultivada y demandada con un uso principal para construcción y otros productos de transformación mecánica y química (INBAR, 2015); mientras que las especies nativas presentan vacíos de información, un uso local y etnobotánico (Reátegui, 2009; Ortiz, 2017). Por ello, la importancia de que estas sean correctamente identificadas y manejadas, permitiendo generar beneficios a la población (Gonzales, 2007), en la industria de la construcción, la producción de pulpa y papel, laminados, artículos para el hogar, envases, manualidades, carbón activado, fibras textiles, etanol celulolítico y eco-plásticos. Así mismo, alimentos a base de brotes tiernos de alto valor nutricional y las hojas fuente de sustancias diversas de valor para la fabricación de cosméticos, fármacos, fertilizantes, entre otros (Mercedes, 2006; MINAG, 2010).

La propagación sexual en bambúes se considera poco práctica debido a que presentan ciclos reproductivos de largos períodos entre una y otra fructificación (periodos que pueden alcanzar décadas); por otro lado, algunas especies generalmente tienen porcentajes no más allá del 50% de germinación y otras presentan altos porcentajes de semillas vanas (Londoño y Clark, 2004; Mercedes, 2006). En ese contexto, se han realizado algunos esfuerzos por parte del Gobierno a través del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), para incorporar estas especies en la economía de algunas regiones, generalmente en la Amazonía, a través de los métodos de propagación del “Chusquin” y “rizoma” enfocados a una sola especie: *Guadua angustifolia* (SERFOR, 2021). Sin embargo, este método de propagación presenta una limitación en cuanto a la poca disponibilidad de material para propagar, y la baja probabilidad de encontrar chusquines en las matas de bambúes nativos existentes en la zona (Arancibia, 2017). Además, estos métodos tradicionales de propagación perjudican potencialmente los guaduales naturales, ya que la extracción de chusquines, rizomas y el corte de culmos causan daños mecánicos que, sumado a las malas prácticas silviculturales, generan contaminación y muerte de individuos y en algunos casos la muerte completa de las matas en los guaduales, afectando así la dinámica de la población. Debido a lo anterior, existe la necesidad de investigar nuevos métodos eficientes de propagación vegetativa en bambú, con técnicas silviculturales adecuadas, como la propagación por secciones de rama, especialmente en las especies nativas, que no requieran de la extracción de rizomas o del corte de culmos para no alterar la dinámica del guadual; lo que permitirá incentivar la

producción a gran escala, reactivar las actividades económicas y contribuir con el desarrollo de las cadenas de valor locales. Este estudio tiene por objetivo evaluar la propagación vegetativa de la especie nativa “Calo” (*Guadua sp.*), a partir de secciones de rama en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas; a través de la caracterización de las secciones de rama para la propagación vegetativa, la determinación del efecto del bioestimulante Promalina en la propagación vegetativa por secciones de rama, y la determinación de la mejor respuesta a diferentes dosis del bioestimulante Promalina en la propagación vegetativa por secciones de rama de *Guadua sp.*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Distribución natural de los bambúes neotropicales

Geográfica y altitudinalmente, la distribución de los bambúes leñosos neotropicales es sustancialmente mayor que la de los bambúes herbáceos. Por lo tanto, están dispersos latitudinalmente desde el nivel del mar hasta los 4300 metros de altitud, y desde los 32° de latitud norte en México y las islas occidentales hasta los 47° de latitud sur en Chile. Son bambúes medianos a grandes, en su mayoría erectos o trepadores, con culmos lignificados que pueden o no formar matas, con sistemas de ramificación enmarañados y rizomas profundos y robustos. La cordillera de los Andes es el centro de la diversidad, albergando el 33% de las especies, con la mayor concentración de especies entre los 2000 y 3000 msnm, con predominio de géneros como *Arthrostylidium*, *Guadua* y *Rhipidocladum*, y menor diversidad por debajo de los 1000 msnm. Su diversidad está asociada a la radiación que alcanza los diferentes valles y laderas escarpadas de cordilleras, montañas y serranías. Sólo las especies de los géneros *Chusquea*, *Neurolepis* y *Aulonemia* se encuentran por encima de los 3000 metros (Londoño, 2006; Añazco, 2013).

2.1.1 Distribución natural del bambú en el Perú

El género *Guadua* es uno de los principales géneros ampliamente distribuidos en más del 50% de las regiones a lo largo del territorio, seguido por el género *Chusquea*, de acuerdo a la distribución natural de las numerosas especies de bambúes que se encuentran en el Perú (Takahashi, 2010). Además, se han encontrado 4 géneros con unas 15 especies exóticas y 8 géneros con más de 50 especies nativas de bambú; no obstante, es muy posible que aún queden muchas más especies nativas por descubrir (Londoño, 2002).

Londoño (2010) indica que la mayor variedad de especies se encuentra en las zonas de Pasco y Cusco, aunque las regiones de Madre de Dios y Amazonas contienen la mayor cantidad de bambúes (**Figura 1**). Así mismo, Ortíz (2017) señala que en el estudio de caracterización y clave de identificación de bambúes en la Región Nororiental comprendida entre las regiones de San Martín, Amazonas y Cajamarca; la Región Amazonas, para las provincias de Utcubamba y Bagua presenta diversas especies de bambú distribuidas en: 4 especies del género *Chusquea*, 3 especies del género *Guadua*, 1 especie de *Bambusa oldhamii* Munro cf y *Rhipidocladum harmonicum* (Parodi) McClure respectivamente. Del mismo modo, Arancibia (2017) en un estudio preliminar en el valle del Huayabamba, Provincia de Rodríguez de Mendoza, indica que la provincia registra dos especies de bambú pertenecientes al género *Guadua*, los cuales se encuentran distribuidos en los distritos de Huambo y Longar.



Figura 1: Distribución natural del bambú en el Perú

Fuente: Takahashi, (2010)

2.1.2 Identificación de bambúes

a. Dificultades en la identificación de bambúes en el Perú

Ortíz (2017) describe a la identificación de bambúes como un arduo esfuerzo de campo y de laboratorio que implica una serie de factores que, en conjunto, hacen difícil identificar algunas especies de bambúes. Se sabe que los bambúes tienen una fenología específica con ciclos de floración con intervalos de 10, 20, 40 y 120 años, dando lugar a que no todas las colecciones tengan inflorescencias, de ahí la necesidad de determinar las especies a partir de caracteres vegetativos y efectuar colecciones botánicas completas (rizoma, culmo, ramificación, hoja caulinar, follaje e inflorescencia si se encontrase). El método convencional utilizado en las colecciones peruanas de bambúes, que recoge principalmente caracteres reproductivos, dificulta la labor de identificación. El hecho de que los bambúes pertenecen a una categoría taxonómica compleja y los vacíos de recolección en el Perú hacen que este reto sea aún mucho más difícil.

2.2 El género *Guadua*

A excepción de Chile y las islas del Caribe, el género *Guadua* contiene aproximadamente unas 30 especies que se distribuyen entre los 23° de latitud norte en México y los 35° de latitud sur en Argentina. Sin embargo, la especie *Guadua angustifolia* ha sido introducida en islas como Puerto Rico, Cuba, Haití y Trinidad para la región del Caribe. El género *Guadua* se encuentra en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y los 2000 metros sobre el nivel del mar, pero es significativamente más común y diversificado en altitudes por debajo de los 1500 metros. Prospera en una gran variedad de tipos de hábitat, como la selva húmeda tropical, el bosque montano bajo, las sábanas, los cerrados, los bosques de galería y los valles interandinos; sin embargo, puede considerarse un género amazónico, ya que el 45% de sus especies viven en la cuenca Amazónica y la Orinoquia. (Añazco, 2013).

2.2.1 Características del género *Guadua*

El género *Guadua* presenta caracteres que lo diferencian del resto de bambúes, tales como la hoja caulinar en forma triangular con los bordes de la vaina y de la lámina continua o casi continua; banda de pelos blancos y cortos arriba y debajo de la línea nodal; presencia de estomas por el haz y el envés de la lámina foliar; presencia de papilas asociadas con estomas por el haz de la lámina foliar; palea de textura firme con quillas aladas y cuerpo silíceos en forma de silla de montar, angosto y elongados; considerando el carácter de las espinas muy constante, sin embargo, no es un carácter genérico sino específico (Londoño, 2010).

2.2.2 Especies

La Región Amazonas presenta diversas especies de bambú entre las cuales se encuentra tres especies del género *Guadua*, los cuales se distribuyen como *Guadua weberbaueri* Pilger en la provincia de Utcubamba y *Guadua takahashiae* Londoño y *Guadua angustifolia* Kunth en la provincia de Bagua (Ortíz, 2017). Así mismo, Arancibia (2017) en su estudio preliminar en el valle de Huayabamba, Provincia de Rodríguez de Mendoza, encontró dos especies de bambú pertenecientes al género *Guadua*, distribuidas en *Guadua weberbaueri* para el distrito de Huambo y *Guadua angustifolia* para el distrito de Longar.

a. Clima

Las condiciones climáticas entre 24°C y 26°C a lo largo del año, con una temperatura mínima del mes más frío entre 14°C y 20°C, son aquellos requerimientos en el que es más probable que se encuentren especies del género *Guadua* (Mc Michael *et al.*, 2014 citado por Quispe, 2019).

b. Suelo

En suelos con un pH entre 5,5 y 6,0 se encuentran los bosques del género *Guadua*, siendo los suelos con pH medio de 5,8 inclinados ligeramente a ácidos los que presentan un mayor crecimiento. Suelos con pH inferiores a 5,5 y con pH salino no favorece el crecimiento de las plantas. Los mejores suelos para el crecimiento de la *Guadua* son suelos areno-limosos, francos y francos arenosos, así como los suelos fértiles, sueltos, aluviales, provenientes de cenizas volcánica, ricos en materia orgánica, regados por fuentes naturales de agua, bien

drenados, húmedos "pero no inundables". El crecimiento de las plantas no se ve favorecido por los suelos densos y arcillosos. Cuando los suelos tienen capas freáticas profundas, el régimen acuífero puede ser importante para este tipo de plantas. De lo contrario, surgen problemas de oxigenación y los suelos permanecen húmedos, lo que impide el crecimiento normal de las plantas (Fernández, 2012).

2.3 Métodos de propagación en bambúes

Los bambúes pueden reproducirse sexualmente mediante semillas o asexualmente mediante material vegetativo; para ello es importante tener en cuenta los criterios de propagación, puesto que una planta de bambú producida vegetativamente alcanza una altura total al cabo de dos o tres años, mientras que una planta bambú producida a partir de semillas puede tardar de cuatro a ocho años en alcanzar su mayor altura (Mercedes, 2006). Así mismo, debe entenderse que existen dos tipos de bambúes en función de sus hábitos de crecimiento y uno intermedio; los que forman matas en grupos o culmos aglutinados son de tipo paquimorfo o monopodial, los que no forman matas en grupos o culmos aglutinados son de tipo leptomorfo o simpodial, y los que cambian la forma de agruparse se denominan anfipodiales ya que son paquimorfos por un tiempo y leptomorfos en otros (Calderón, 2012).

Por ello, es crucial que en la propagación de bambúes se utilice las técnicas y métodos adecuados, puesto que varían en función de la especie, la variedad y la finalidad del bambú a propagar (Intecap, 2007).

2.3.1 Propagación sexual

Dado que las flores en bambúes sólo se producen en intervalos o ciclos reproductivos extremadamente largos, no es frecuente emplear semillas en su propagación. Sin embargo, la propagación sexual o reproducción por semillas no es un problema siempre que sean viables. Además, sólo el 50% de las semillas de bambúes con floración ocasional llegan a germinar, mientras que la gran mayoría de las semillas resultan ser vanas (Mercedes, 2006).

En bambú, la calidad genética de la semilla es poco segura puesto que su viabilidad es baja y depende en gran medida de cómo esté envasada y de su capacidad de regeneración, que tarda más que la reproducción asexual, sobre todo en las especies gigantes de rizomas

leptomorfos que necesitan un tiempo de 10 años y para los rizomas paquimorfos 9 años desde la germinación de la semilla para producir culmos con dimensiones afines a la especie (Hidalgo, 1974; Mercedes, 2006).

2.3.2 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa es el proceso de producción de nuevos individuos a partir de las partes vegetativas de las plantas; en el cual se utiliza tejidos vegetales que aún tienen capacidad de división y multiplicación celular para crear nuevos tallos y raíces a partir de grupos celulares que se encuentran en diversos órganos (Pérez y Ríos, 2019).

Los bambúes del grupo paquimorfo y leptomorfo suelen propagarse vegetativamente utilizando las numerosas técnicas sugeridas por diversos investigadores. Es así que cualquiera de los siguientes métodos puede ser utilizados para propagar bambúes del grupo paquimorfo: segmentos de tallo, trasplante directo, rizoma y parte del tallo, rizoma solo y por secciones de ramas; asimismo, para los bambúes del grupo leptomorfo los métodos que se pueden utilizar son: trasplante directo, tallos con raíces y rizoma, tallo con raíces y rizoma y por rizoma con raíces (Hidalgo, 1974; Mercedes, 2006).

Hidalgo (1978) y Díaz (2006), mencionan que no todas las técnicas de propagación vegetativa recomendadas para un determinado grupo de bambúes tienen éxito para todas las especies de ese grupo, ya que algunas especies a menudo sólo reaccionan a un tipo de técnica mientras que otras sólo a un grupo limitado. Por otra parte, algunas especies, como la *Bambusa vulgaris*, pueden propagarse utilizando la mayoría de las técnicas mencionadas.

Brennecke (1980) y Ríos (2007) señalan que, de las muchas técnicas y métodos silviculturales para la propagación por fracciones vegetativas en bambú, todas dependen para su éxito de no violar en gran medida algunos principios básicos como:

- Mantener el equilibrio entre la transpiración y el agua absorbida desde el momento en que se toma el material de propagación de la planta madre, ya que un retraso de unos minutos puede a veces desecar la fracción lo suficientemente como para matarla o en gran medida retrasar su establecimiento.

- Las fracciones vegetativas deben ser tomadas en una época del año adecuada.
- La edad que posea el material de propagación-planta madre.
- Las fracciones vegetativas deben ser separadas limpiamente de la planta madre.
- Presentar un buen drenaje en los lechos de propagación.
- Cada tipo de fracción vegetativa tiene un tamaño límite el cual sobrevive en una condición dada.

2.4 Métodos de propagación vegetativa en bambú

Las principales técnicas o métodos de propagación vegetativa para bambúes son el rizoma con segmento de tallo, segmento de tallo e In vitro (Díaz, 2006). Así mismo, en el Manual Técnico de Propagación del Bambú (CIB, 2020) indican a los métodos de chusquines, rizomas y secciones de rama como métodos de propagación para bambú.

2.4.1 Rizoma

El rizoma es considerado un componente fundamental para la propagación del bambú, siendo este una prolongación del culmo que sirve de almacén de nutrientes. Se corta en fracciones de 40 a 50 cm, teniendo cuidado de no dañar las yemas, y luego se planta individualmente; para ello, los rizomas deben tener al menos una yema y de 2 a 3 años de edad, procedentes de plantas sanas preferiblemente jóvenes seleccionadas en la periferia de la mata, ya que no son difíciles de extraer y se previene el riesgo de seleccionar rizomas deteriorados del interior de la mata. Así mismo, el éxito de este tipo de propagación depende de la época de siembra del rizoma, ya que siempre deben hacerse al comienzo de la temporada de lluvias y no en temporada seca (Mercedes, 2006; Lárraga et al., 2011).

Por otro lado, Díaz (2006) indica que este método de propagación vegetativa en bambú presenta desventajas en relación a otros métodos de propagación vegetativa, puesto que se requieren realizar grandes excavaciones para extraer el rizoma completo, causando daños mecánicos a la mata, además de requerir mucha mano de obra lo cual hace que sea costoso.

2.4.2 Rizoma con segmento de tallo

Esta técnica o método de propagación vegetativa consiste en cortar tallos o segmentos de tallos del guadual junto con un fragmento de rizoma, preferiblemente con hojas, y el rizoma con yemas y raíces, el cual presenta actividad para la emisión de brotes, a menudo después de un año de haber sido plantado (Díaz, 2006; Londoño, 2002).

Tanto la viabilidad del rizoma utilizado como la época del año en que se planta influyen en el éxito de este método de propagación; si los rizomas se colectan de plantas jóvenes y sanas y se plantan coincidiendo con el inicio de las lluvias, cabe prever el éxito; en cambio, si se colectan de plantas viejas y se plantan antes de las lluvias, será un fracaso total (Díaz, 2006). No obstante, este método presenta la desventaja de ser antieconómico y generar deforestación producto de las grandes excavaciones en un área determinada, para implementar una nueva plantación en un área diferente; debido a lo anterior es recomendable utilizar otras alternativas de propagación que puedan ser replicadas a gran escala (Hidalgo, 1974; Díaz, 2006).

2.4.3 Segmento de tallo

Esta técnica o método de propagación en bambúes consiste en extraer secciones del tallo de aproximadamente un metro de longitud, de 3 a 4 años de edad y que tengan dos o más nudos con yemas o ramas. Estas secciones se recortan a una longitud de 30 cm, con cuidado de no dañar las yemas y la base de las ramas. Al plantarlos, debe cubrirse al menos un nudo con una capa de tierra de no menos de 10 cm de grosor, tardando alrededor de 60 días en emerger el primer brote, o menos si se tratan hormonas (Hidalgo, 1978; Giraldo y Sabogal, 2007).

Hidalgo (1978) y Londoño (2002) indican que, este método de propagación vegetativa en bambú presenta ciertas variaciones, por lo que es recomendable hacer una siembra horizontal y no una siembra vertical u oblicua; así mismo, estos segmentos deben ser enterrados a 20 cm de profundidad y regados dos veces al día. No obstante, este método de propagación al usar una gran cantidad de material vegetativo, no es viable ni recomendable para una propagación a gran escala (Díaz, 2006).

2.4.4 Secciones de rama

Díaz (2006) explica que este método consiste en utilizar las yemas que emergen de los nudos de las ramas basales o de las ramas laterales; de las ramas inferiores, se seleccionan aquellos nudos con una o más yemas activadas y se cortan en diagonal dejando un fragmento de rama de unos 5 centímetros de longitud junto al nudo; a continuación, estas secciones de rama deben ser sembradas inmediatamente de forma inclinada y procurando tener 1 nudo enterrado en un sustrato contenido en bolsas de polietileno negro, cuya mezcla de materiales fue desinfectado previamente. Una vez sembrado en las bolsas debe ser trasladado al vivero o sitios similares donde debe ser humedecidos constantemente durante 90 días, para posteriormente ser trasplantado definitivamente, cuidando de desinfectar con fungicida y de aplicar el enraizador al suelo o material que va recibir la plántula ya formada. Del mismo modo, Giraldo y Sabogal (2007) indican que en esta técnica de propagación es necesario elegir plantas con buenos rasgos, tras lo cual se seleccionan ramas del tercio basal medio, de las que se extraen fragmentos de rama de 3 o 5 centímetros con una yema axilar latente. Además, deben prepararse de antemano bolsas con el sustrato adecuado, en las que serán sembrados dichos propágulos.

Los factores ambientales y las prácticas silviculturales adecuadas utilizadas durante la propagación por secciones de rama en bambú, son factores muy importantes para el éxito de este método, los cuales permiten obtener altas tasas de supervivencia, lo que favorece la propagación a gran escala (Díaz, 2006).

2.4.5 Chusquines

Los chusquines son pequeñas plántulas o rebrotes que se separan cuidadosamente de la planta madre o del banco de germoplasma y crecen hasta alcanzar una altura de 20 a 30 centímetros, con un único tallo de 0,5 a 2,5 cm de diámetro con pocas hojas, los cuales emergen después de 2 a 3 meses de haber cortado el tallo principal o culmo (Díaz, 2006). Así mismo, Gallardo *et al.* (2008) hacen referencia al termino "chusquines" para describir a plántulas que crecen en la base de los culmos y cuyo origen son yemas adventicias en las raíces y rizomas que emergen después de cosechar el culmo o de que éste sea empujado mecánicamente por el viento.

Dado que cada brote que emerge del rizoma puesto en el vivero puede producir de dos a doce nuevas plántulas en cuatro meses; esta forma de propagación vegetativa es muy recomendable debido a la elevada tasa de supervivencia y desarrollo. Sin embargo, este método es ineficaz, ya que la disponibilidad de material vegetal varía de un lugar a otro (Díaz, 2006; Gallardo *et al.*, 2008).

2.4.6 In vitro

Este método de propagación en condiciones de laboratorio, se basa en la producción de plantas a partir del meristemo apical, que se encuentra en la punta del brote, y los meristemos axilares, que corresponden a las yemas de los tallos y rizomas. De este modo, las unidades de multiplicación "órganos y otras estructuras" se adquieren manera más rápida y en mayor volumen, y al concluir el proceso se pueden producir plantas completas similares entre sí (Díaz, 2006).

La ventaja de este procedimiento es que permite crear cientos de plantas con los mismos rasgos que la planta madre a partir de un único meristema. Sin embargo, se han identificado varios retos para la propagación in vitro de especies de bambú, siendo los más importantes la contaminación microbiana endógena y la necrosis de los explantes. Otro desafío incluye el uso limitado de los protocolos de propagación in vitro creados hasta ahora que permitan la propagación eficaz y repetible de las especies de bambú (Díaz, 2006; Lárraga *et al.*, 2011).

2.5 Propagación vegetativa de bambú mediante secciones de rama

Las secciones de rama son unidades reproductoras que se obtienen separando de la planta madre segmentos de rama que contienen zonas meristemáticas con una o más yemas activas a partir de la parte central, inferior o basal del tallo o culmo; estas secciones de rama obtenidas de la parte superior, media o inferior de los tallos, son inducidas a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales (Baldini, 1992 citado por Gárate, 2010; Takahashi, 2010). Así mismo, Hartmann y Kester (2002) indican que dichas secciones de rama colocadas en condiciones ambientales favorables inducen a que formen raíces y tallos obteniéndose con ello una planta nueva, independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre.

La ventaja de trabajar con secciones provenientes de diferentes partes de una planta, en propagación vegetativa, es que permite desarrollar proyectos de propagación en espacios reducidos, obteniendo mucho material vegetativo de una sola planta, además de ser un método de bajo costo, rápido y sencillo (Ocampo y Valverde, 2000).

2.5.1 Factores que condicionan la propagación por secciones de rama

Cuando el bambú es propagado vegetativamente mediante la técnica o el método de secciones de rama, tanto la especie como el grosor de la pared influyen en el enraizamiento del bambú, ya que los bambúes de pared gruesa presentan mayor producción de brotes y tienen un mejor enraizamiento (Sánchez, 2017). No obstante, Hartmann y Kester (2002) afirman que, si se tienen en cuenta una serie de elementos internos y externos que influyen en el enraizamiento y se mantienen en condiciones ideales, las secciones de rama para estas especies se pueden hacer enraizar. En efecto, la atención que se preste a tales elementos determina si este grupo de especies consigue o no lograr un enraizamiento satisfactorio en las secciones; y entre los principales elementos se encuentran la edad de la planta madre o juvenilidad, condición sanitaria del material, condición nutricional de la planta madre o estado fisiológico, elección de la sección en la planta madre o tipos de estacas, época de recolección de las secciones, temperatura ambiental, humedad relativa y sustrato de enraizamiento.

a. La edad del material de propagación-Juvenilidad

Osuna *et al.* (2017) señalan que la viabilidad en la propagación vegetativa por medio de cualquier técnica está ligada con el carácter juvenil del material a propagar; cuanto más joven sea el espécimen, más rápida y fácil será su propagación. Así mismo, Soto (2004) indica que, en la propagación vegetativa por secciones de rama, la edad de la planta madre tiene un impacto significativo en la capacidad de las secciones para desarrollar raíces, independientemente de la especie.

Las secciones tomadas de plantas jóvenes o de sectores más juveniles presentan mayor capacidad para desarrollar raíces; fenómeno que podría explicarse por el hecho de que, a medida que las plantas envejecen, empiezan a formarse y a aparecer más inhibidores de enraizamiento (Hartmann y Kester, 2002).

b. Condición sanitaria de la planta madre

La salud de las plantas madre o plantas donantes y las yemas presentes es extremadamente importante, dado que puede estar asociado con la relación carbono/nitrógeno, que es crucial para la iniciación de las raíces. Además, la recolección de yemas de plantas enfermas altera el proceso de formación de raíces, expandiendo el problema cuando las plantas son trasplantadas en campo definitivo. Es así que, las yemas pueden tratarse ocasionalmente con insecticidas o pesticidas combinados con esterilizantes como el hipoclorito (Hartmann y Kester, 2002; Rojas et al., 2004).

c. Condición nutricional de la planta madre

De los tres principales componentes nutricionales en la planta madre (N P K), el nitrógeno es más importante, ya que tiene influencia para el bambú en el desarrollo y crecimiento de tallos, ramas, hojas y rizomas; el potasio es necesario para el crecimiento de la raíz y el fósforo es muy utilizado por las plantas para la producción de flores, pero esto es de poca importancia en el bambú ya que la frecuencia de floración es esporádica y longeva (Giraldo y Sabogal, 2007). Así mismo, Gutiérrez (1995) y Román (2014) indican que, la iniciación de raíces en las secciones vegetativas presenta un requerimiento energético, y considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes, la degradación de carbohidratos como el almidón, se constituye probablemente en la única fuente de energía que, junto a los compuestos nitrogenados e hidratos de carbono, de alguna forma controlan y modifican la iniciación y el desarrollo del sistema radicular.

d. Elección de las secciones en la planta madre

La elección de las secciones de la rama en la planta madre es crucial porque las variaciones en el enraizamiento basadas en la ubicación de la sección pueden ser el resultado de una distribución desigual de hormonas y reservas de nutrientes en las distintas partes de la planta. En consecuencia, a lo largo de una rama pueden existir gradientes de agua, hormonas, nutrientes e inhibidores del enraizamiento, así como cambios en el diámetro, la longitud del entrenudo y el grado de lignificación (Mesén, 1998; Cotrina, 2017).

Hartmann y Kester (2002) Condicionan la elección de secciones de rama en la planta madre en función de la cantidad de carbohidratos presentes. Esto se debe a que las ramas pueden revelar la cantidad de carbohidratos presentes; las ramas indeseables con poca cantidad de carbohidratos son blandas y flexibles, mientras que las ramas con altos niveles de carbohidratos son macizas y rígidas, rompiéndose atronándose antes de doblarse. Sin embargo, este estado ideal no debe confundirse con la rigidez provocada por la maduración de los tejidos, que se produce por el engrosamiento y la lignificación de las paredes celulares. Por ende, se deben seleccionar ramas laterales en las que haya disminuido el crecimiento rápido y se hayan acumulado carbohidratos, en lugar de seleccionar de ramas terminales suculentas. Además, deben descartarse siempre los entrenudos basales lignificados que presentan mayores dificultades para la iniciación de raíces, al igual que el entrenudo apical, que es excesivamente suculento y propenso a marchitarse (Mesén, 1998; Cotrina, 2017).

e. Época de colecta de las secciones

Las secciones deben ser tomadas en una época adecuada del año, ya que con frecuencia los efectos de la temporada son simplemente una reflexión de la respuesta de las secciones a las condiciones ambientales de las diversas épocas del año (Hartmann y Kester, 2002). Esto se debe a que, según la estación del año, el contenido endógeno de las auxinas que inducen las raíces adventicias varía. Es así que es más elevado en primavera, tras el reposo invernal, cuando los brotes crecen activamente; en general, es la época del año en el que las secciones vegetativas enraízan más fácilmente (Sisaro y Hagiwara, 2016).

Las secciones vegetativas, tanto de especies de hoja ancha como de hoja angosta, que tienen uno o más periodos de crecimiento a lo largo del año, pueden adquirirse en diferentes momentos asociados a dichos periodos. Sin embargo, las secciones de plantas de hoja angosta que se recogen entre los periodos que abarcan de finales de otoño y finales de invierno presentan mejores resultados de enraizamiento (Hartmann y Kester, 2002).

f. Temperatura ambiental

La temperatura del ambiente tiene un importante papel regulador en el metabolismo de las plantas e influye en el enraizamiento para la propagación vegetativa a través de secciones vegetativas. Es así que, temperaturas de aire excesivamente altas tienden a favorecer el desarrollo de yemas antes de la formación de raíces y a aumentar la pérdida de agua a través de las hojas, factores perjudiciales para la propagación vegetativa. Por el contrario, las bajas temperaturas ralentizan los procesos fotosintéticos y, en consecuencia, reducen el metabolismo de las secciones vegetativas, retrasando el enraizamiento e incluso haciendo que las condiciones sean inadecuadas para la inducción, el desarrollo y el crecimiento de las raíces (Hartmann y Kester, 2002; Xavier *et al.*, 2009).

La temperatura ambiental óptima para favorecer el enraizamiento de las secciones vegetativas varía según la especie, de las condiciones climáticas del lugar, del periodo de propagación y del grado de lignificación de los mismos (Hartmann y Kester, 2002). Así mismo, Hartmann *et al.* (2002) indican que temperaturas diurnas entre 21°C a 26°C y temperaturas nocturnas entre 15°C y 21°C son ideales para ayudar al proceso de enraizamiento en las secciones vegetativas de la mayoría de las especies.

g. Humedad relativa

Un ambiente de alta humedad relativa dentro de un propagador tiene efectos positivos en las secciones vegetativas, dado que el mantenimiento de la turgencia es crucial en las semanas iniciales de crecimiento, cuando las secciones vegetativas carecen de raíces que puedan compensar las pérdidas significativas de agua a través de la transpiración (Mesén, 1998; Cotrina, 2017). Del mismo modo, Norberto *et al.* (2001) indican que una de las principales causas de mortalidad en las secciones vegetativas antes del desarrollo de las raíces es la pérdida de agua, puesto que las células de los tejidos en las secciones deben estar turgentes para que se pueda desarrollar la división celular. Es así que, existe una probabilidad significativa de que se pierda agua a través de las hojas o de los brotes emergentes. Además, este problema se agrava aún más cuando se trata de especies que tardan mucho en el desarrollo de raíces.

Para lograr un adecuado enraizamiento de las secciones vegetativas, es necesario establecer condiciones de propagador adecuadas para lograr los tres principales factores de ignición, como una adecuada sombra para lograr la reducción de la actividad fotosintética, una humedad relativa alta “>80-90%” y buen manejo del estrés hídrico (Badilla y Murillo, 2005).

h. Medio de enraizamiento-sustrato

Se denomina sustrato a cualquier sustancia sólida distinta del suelo, ya sea fabricada o natural, orgánica o mineral, pura o combinada, que actúa como anclaje del sistema radicular y sirve así de soporte a la planta (Abad, 1991; Oliva et al., 2014). Así mismo, Gutiérrez (2003) indica que un buen sustrato combina una fuerte aireación con una alta capacidad de retención de agua, un buen drenaje y está libre de contaminantes. Además, el sustrato tiene un impacto significativo en la eficacia para el desarrollo de las raíces, y debe considerarse como componente integral de cualquier sistema de propagación.

Ciertas especies, cuando se establecen en arena, generan raíces largas, no ramificadas y quebradizas; pero, cuando se establecen en una mezcla de sustrato adecuada, crean raíces bien ramificadas, finas y flexibles, que resultan idóneas para retirar y replantar (Hartmann y Kester, 2002). De manera similar, Ansorena (1995) y Lárraga et al. (2011) sugieren que se deben considerar sustratos basados en materiales fácilmente disponibles y con características físicas aceptables como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad para obtener plantas de calidad bajo condiciones controladas o semicontroladas. Además, estas características pueden variar considerablemente de un lugar a otro, lo que puede afectar a la mezcla final.

2.5.2 Técnicas de desinfección de sustratos

Gárate (2010), indica que el sustrato puede contener organismos patógenos perjudiciales para la propagación vegetativa por secciones vegetativas, por ello propone la aplicación de ciertas técnicas de desinfección, las cuales explica a continuación:

- Desinfección por vapor: el sustrato es desinfectado en una caldera aproximadamente por 2 horas constantes al vapor de agua.

- Desinfección por solarización: el sustrato es desinfectado sometiéndose a calor, por acción directa del sol.
- Desinfección por sustancias químicas: el sustrato es desinfectado con una sustancia química, antes de ser llevado al ambiente de propagación, con el objetivo de controlar patógenos como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, y *Pythium*; agentes infecciosos que son perjudiciales para las secciones vegetativas.

2.5.3 Ambientes y estructuras de propagación

Hartmann *et al.* (2002) señalan que, la propagación por secciones vegetativas puede producirse en una variedad de estructuras intrincadas, como invernaderos muy avanzados tecnológicamente, polipropagadores o cámaras de subirrigación, plataformas cubiertas, cajas y frascos. Además, destacan que el aspecto crucial de estos sistemas de propagación, que ayudan al desarrollo de raíces, es su capacidad para:

- Preservar un entorno con poca demanda de evaporación para reducir la pérdida de agua mediante la reducción de la transpiración en las secciones y evitar el déficit hídrico de los tejidos.
- Mantener la temperatura a un nivel razonable para evitar el estrés térmico en las hojas y permitir la regeneración del metabolismo necesario en la base de las secciones.
- Mantener unos niveles de luz adecuados, para favorecer la fotosíntesis y la síntesis de carbohidratos para el mantenimiento de las secciones.

a. Invernadero

Un invernadero es un recinto cerrado por una estructura de madera o metal, cubierto de vidrio o plástico, que contiene un cultivo realizado en condiciones controladas o semicontroladas. Como el proceso de cultivo se encuentra en desarrollo, los invernaderos se utilizan siempre con mayor frecuencia como medio de protección contra las catástrofes climáticas o para aumentar la producción cuantitativa y cualitativa (Romano, 2000). Del mismo modo, Gárate (2010) afirma que los invernaderos son estructuras o cámaras que

ofrecen niveles regulados de temperatura, humedad relativa y luz para el crecimiento de las plantas. Estas condiciones suelen estar vinculadas a sistemas esporádicos de nebulización. Su aplicación es más adecuada para la multiplicación de plantas a gran escala, pero pueden construirse pequeñas y económicas estructuras de madera, como sistemas de subirrigación, para crear entornos comparables a los mencionados anteriormente.

b. Vivero

Jimenez (1994) y Oliva *et al.* (2014) Describen a un vivero como un lugar para la producción de plantas donde se les da toda la atención necesaria para ser trasladadas al sitio de plantación final; la inversión financiera es mínima en términos de preparación del sitio, fertilización y mantenimiento; además, el viverista puede ejercer un mejor control durante el tiempo de producción de las plantas. Los viveros se clasifican tradicionalmente según su permanencia y magnitud en viveros permanentes y viveros temporales. No obstante, existe otra clasificación de viveros basada en la intencionalidad de la producción, como viveros comerciales, viveros de investigación, viveros de producción específica y viveros de interés social. Los cuales explica a continuación:

- Viveros permanentes: También conocidos como viveros fijos, son aquellos que producen cuantiosas cantidades de plantas al año y necesitan una infraestructura adecuada.

- Viveros temporales: También denominados viveros volantes, son viveros pequeños de una sola temporada que se instalan en el mismo lugar de la plantación.

- Viveros forestales comerciales: Su actividad principal es la venta de plántones forestales.

- Viveros forestales investigación: Forman parte de un experimento, cuya producción está destinada a ensayos.

- Viveros forestales de producción específica: Proporcionan materiales para proyectos o programas especializados.

2.5.4 Bioestimulantes

Según Du Jardin (2015), los bioestimulantes pueden ser cualquier sustancia o microorganismo que, añadido a las secciones de rama, mejoran su capacidad de absorción y asimilación de nutrientes, aumenta su resistencia a estrés biótico o abiótico. En consecuencia, mejora cualquiera de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia. Del mismo modo, Alcántara et al. (2019) indican que son sustancias artificiales u hormonas vegetales que, producidas en pequeñas cantidades en el interior de una planta, favorecen, dificultan o modifican cualquier función fisiológica que se produzca en su interior.

Entre otras cosas, los bioestimulantes pueden clasificarse en función de su composición molecular, su acción a nivel de la planta y sus propiedades estimulantes o inhibitoras del crecimiento. Así, las auxinas, giberelinas y citoquininas pertenecen a la categoría de estimulantes del crecimiento, mientras que el etileno y el ácido abscísico pertenecen al grupo de inhibidores del crecimiento (Alcántara et al., 2019).

a. Bioestimulante Promalina

El bioestimulante Promalina es un regulador de crecimiento vegetativo compuesto por giberelina 1,8% y citoquinina 1,8% que estimula la división y elongación celular, promueve el desarrollo y crecimiento radicular, mejorando así la calidad en la producción del material vegetativo (Ancco, 2013).

Vigo (2018) indica que el bioestimulante Promalina a diferencia de otros productos similares y productos enraizantes, presenta antecedentes positivos para el desarrollo y crecimiento tanto para cultivos de arroz y caña de azúcar en la Región Amazonas, especies que al igual que el bambú pertenecen a la familia Poaceae. Así mismo, en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia*, mediante brotes de secciones de rama aplicando el bioestimulante Promalina, se obtuvo como resultados un 68,06% de prendimiento y un 62,11% de formación de raíz a los 45 y 90 días respectivamente.

b. Aplicación de estimulantes de crecimiento

Hartmann *et al.* (2002) enfatizan que los objetivos de la aplicación de estimulantes del crecimiento a las secciones son aumentar las tasas de enraizamiento, acelerar la iniciación de las raíces y mejorar la calidad del sistema radicular desarrollado. Así mismo, Mesen (1998) y Cotrina (2017) indican que existen 3 métodos de aplicación de estimulantes en secciones de rama, los cuales son explicados a continuación:

- Mezclas en polvo: Se pueden comprar mezclas preparadas comercialmente, o se pueden hacer mezclas utilizando talco neutro a la concentración necesaria. Una de sus ventajas es su sencillez y rapidez de uso; basta con introducir las bases humedecidas de las secciones en el polvo, sacudir el exceso y, a continuación, colocar rápidamente las secciones en el medio de propagación. No obstante, este enfoque presenta inconvenientes, como el elevado coste de los preparados comerciales y el reto que supone tratar muchas secciones a la vez, así como la dificultad de obtener la aplicación uniforme necesaria, por ejemplo, para realizar comparaciones de dosificación a nivel experimental.

- El método de inmersión rápida: Consiste en poner las bases de las secciones en una solución concentrada durante un breve espacio de tiempo antes de ser introducidas en el medio de propagación.

- El método de remojo: Consiste en colocar las secciones en el medio de propagación después de remojarlas durante un promedio de dos a veinticuatro horas en soluciones acuosas diluidas. Dado que estos compuestos son insolubles en agua, es necesario diluir el producto con una pequeña cantidad de alcohol antes de añadirlo al agua cuando se utiliza este método.

2.6 Experiencias de propagación vegetativa por secciones de rama en el género *Guadua*

Gallardo *et al.* (2008) llevaron a cabo una investigación en Cuba, con el fin de evaluar la brotación de yemas en especies de *Guadua angustifolia* bajo condiciones de vivero utilizando estacas tomadas de ramas de plantas adultas y tallos de chusquines en desarrollo. Las estacas se remojaron en una solución de enraizamiento que contenía 12 mg/L de ácido Naftalenacético (NAA), 12 mg/L de ácido indolacético (IAA) y 12 mg/L de ácido indolbutírico (IBA) después fueron colocadas en un sustrato compuesto por 80% de humus y 20% de zeolita. Al aplicar la propagación en estacas con diámetro mayor a 1 cm para la semana 2, obtuvieron los mayores porcentajes de brotación, siendo significativamente mayores que en las otras semanas de cultivo. Evaluaron la influencia del diámetro de las estacas en la brotación de las yemas, comparando estacas con diámetros mayores y menores de un centímetro, consiguiendo un 53,2% de brotación, yemas de mayor tamaño y diámetro de base. Los mayores incrementos en el desarrollo de las yemas para todos los tratamientos se produjeron en las semanas 3, 4 y 5.

Larraga *et al.* (2011) llevaron a cabo un estudio en México, para evaluar la propagación de tres especies de bambú (*Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii* y *Bambusa vulgaris*), utilizaron tres tipos de sustrato y tres métodos de propagación diferentes (chusquines, varetas de secciones de ramas laterales con dos nudos y segmentos nodales). Observándose que las técnicas de "varetas" y segmentos nodales producían 0,3 y 0,1 hijuelos por planta, respectivamente, mientras que el método de "chusquines" producía 1,3 hijuelos por planta. *Guadua angustifolia* presento los mejores resultados en cuanto a producción de hijuelos, número de hojas y longitud de las raíces. En cuanto a raíces, altura, diámetro y supervivencia, *Bambusa vulgaris* fue la especie que presento mejores resultados. En cuanto al tipo de sustrato, el ACE (atocle, cachaza y estiércol de caprino) fue el más eficaz para la supervivencia de los propágulos de bambú cuando se propagaron por vareta y chusquines.

Trillo (2014) realizó una investigación de 6 meses en la finca Bio Selva en Satipo, bajo circunstancias de vivero. Para ello utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de cuatro especies de bambú por tres métodos de propagación y tres repeticiones para evaluar el método de propagación por ramas primarias, secundarias y segmentos para la multiplicación de las siguientes especies: *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia* Kunth, y *Guadua aff. angustifolia* Kunth. Las especies con

mayores rendimientos fueron *B. vulgaris* y *D. asper*, con 86,11% y 34,26%, respectivamente; *G. angustifolia* ocupó el segundo lugar con 21,30%, mientras que *G. aff. angustifolia* ocupó el último lugar con 0,0%. La propagación por segmentos de ramas presenta el rendimiento más bajo (17,36%), mientras que la propagación por ramas primarias y secundarias produce los rendimientos más altos (50 y 38,89%). Las características morfológicas revelan que *G. angustifolia* tiene 1,47 unidades de hijuelos por varas primarias.

Arancibia (2017) en su estudio bajo condiciones de invernadero en el INDES-CES, Provincia Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas. Planteó evaluar la propagación vegetativa de dos especies nativas de bambú (*Guadua weberbaueri* y *Guadua lynnclarkiae*) tomando como especie de referencia a la especie *Guadua angustifolia*, para ello empleó dos factores de evaluación; número de nudos en la estaca y aplicación de la sustancia hormonal, con el fin de determinar si estos tienen efecto sobre la efectividad del enraizamiento; además del cofactor diámetro de estacas. Las variables respuestas evaluadas fueron supervivencia, porcentaje de brotación, número de brotes y enraizamiento, obteniendo un porcentaje bajo de brotación y enraizamiento para el ensayo preliminar, sin embargo, en el ensayo definitivo el porcentaje de brotación se incrementó en todas las especies y solo en la especie referencia, *Guadua angustifolia*, enraizamiento de 3 %. El factor hormonal no tuvo efecto favorable en la mayoría de las variables evaluadas, y para el factor número de nudos, las estacas con un nudo favorecieron la brotación inferior y el número de brotes inferior por estaca. El diámetro de estaca tuvo significancia en todas las variables para la especie *Guadua weberbaueri*.

Cotrina (2017) en su estudio realizado bajo condiciones de vivero, evaluó el efecto de los factores: método de propagación por chusquines (CH) y ramas laterales (RL), con diámetros ($>0,1 \leq 0,50$ cm, $\geq 0,51 \leq 1$ cm) y aplicación del enraizador (Root-Hor) en la especie *Guadua angustifolia kunth*; con la finalidad de evaluar su prendimiento, altura de brotes, número de brotes, número de entrenudos, diámetro de entrenudos, sobrevivencia y presencia de raíces. Dicha evaluación se realizó en dos viveros (Valera y Suyubamba) en la provincia de Bongará, región Amazonas. Los tratamientos se establecieron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones; las variables respuesta fueron evaluadas al final del experimento. Para las variables en estudio, con la aplicación del enraizante Root-Hor para chusquines de *Guadua angustifolia Kunth*. Cuyo diámetro fue $\geq 0,51$ y ≤ 1 cm, se obtuvo un 74,07 % de prendimiento en el vivero de Valera, y un 81,48 %

correspondiente al vivero de Suyubamba. En lo concerniente a la propagación por ramas laterales, se obtuvo mayor resultado usando diámetros $\geq 0,51$ y ≤ 1 cm; 25,93 % de prendimiento para el vivero de Valera y 29,63 % para el vivero de Suyubamba respectivamente.

Sánchez (2017) en su estudio de propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo, evaluó la capacidad de enraizamiento con dos tipos de fitohormonas: Ácido indolbutírico y Ácido Naftalenacético, el porcentaje de supervivencia, número de brotes y número de raíces; además de los costos de propagación bajo vivero por el método de segmentos de ramas. Para ello utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo bifactorial (Dos enraizadores y tres especies de bambú, con testigo en cada una de las especies), con 10 repeticiones, encontrando que la más alta supervivencia relacionada 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 naftalenacético 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.

Vigo (2018) en su estudio realizado en la Provincia de Bongará, Región Amazonas; planteó evaluar el efecto de bioestimulantes en la propagación de bambú *Guadua angustifolia* bajo condiciones de invernadero, para ello se utilizó un DBCA, con arreglo factorial (3A x 3B x 2C) con 18 tratamientos y tres repeticiones conformadas por cuatro unidades de observación (rebrotos). Obteniendo que el diámetro adecuado para la generación de brotes es $\geq 6,1$ $\leq 8,5$ mm; así mismo en base a este diámetro para los rebrotos y utilizando Promalina, logró un mayor porcentaje de formación de raíz a los 60 y 90 días evaluados.

Ramírez (2019) en su estudio realizado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)-Tingo María, planteó evaluar el efecto del ácido indolbutírico (AIB) en brotes de esquejes de bambú (*Guadua angustifolia kunth*) en condiciones de invernadero, para ello utilizó un diseño completo al azar (DCA) 3A x 3B, en combinación de a) Tipo de esqueje y

b) Dosis de ácido indolbutírico (AIB). Con nueve tratamientos, cinco repeticiones; la combinación (base, medio y ápice) con tres nudos de 30cm de largo y (0,0mg/L, 1,0mg/L y 2,0 mg/L), evaluados en 90 días. Los resultados indican que, al determinar la sobrevivencia de brotes de yemas de bambú el tipo de esqueje rama basal obtuvo 66,67% de sobrevivencia de yemas de bambú, en cuanto a la dosis con 2,0mg/L se obtuvo 75,56% de sobrevivencia de yemas de bambú. El cual concluye que los tipos de ramas medio y basal obtuvieron mejores resultados, aplicando 1,0mg/L y 2,0mg/L de dosis de ácido indolbutírico, que influyen en el desarrollo de la propagación vegetativa en condiciones de cámara de invernadero.

III. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La Provincia de Rodríguez de Mendoza está representada por una fisiografía diversa y microclimas marcados, que hacen de esta, un potencial para el desarrollo de una diversidad de bambúes nativos. Por ello, la importancia de un reconocimiento preliminar de la zona y el estudio de los bambúes nativos que se puedan encontrar en la misma.

3.1.1 Rodríguez de Mendoza

La provincia de Rodríguez de Mendoza está ubicada en el sureste del departamento de Amazonas, en la Amazonía peruana, situada entre los paralelos 5° 59' 50" y 6° 49' 10" de latitud Sur y los meridianos 77° 0' 40" y 77° 39' 40" de longitud Oeste. Limita por el norte, este y sur con el departamento de San Martín, y por el oeste con la provincia de Chachapoyas; abarca una superficie aproximada de 3714,24 km² (Rojas *et al.*, 2019). Así mismo, está se divide en doce distritos: Chirimoto, Cochamal, Huambo, Limabamba, Longar, Mariscal Benavides, Milpuc, Omia, San Nicolás, Santa Rosa, Totorá y Vista Alegre; con una gradiente altitudinal de 1378 msnm en Omia y 1774 msnm en Santa Rosa (Gobierno Regional Amazonas, 2012).

3.1.2 Hidrografía

El río más importante para la provincia es el río Leyva, alimentado por las microcuencas de San Antonio en el distrito de Mariscal Benavides, Dipa en el distrito de Huambo, Shocol en los distritos de Santa Rosa, Totorá, Milpuc, Chirimoto y Limabamba y Ayña en el distrito de Longar (Municipalidad Distrital de Limabamba, 2018). Posee una superficie de 509,49km² y una longitud de 56,48Km de cauce principal desembocando en el río Guambo, tributario del río Huayabamba, perteneciente a la cuenca del Atlántico (Barboza *et al.*, 2018).

3.1.3 Clima

Rodríguez de Mendoza se caracteriza por poseer un clima Semi Cálido y Húmedo, con presencia de lluvias a lo largo del año, ya que está se encuentra expuesta a los vientos húmedos procedentes de la cuenca amazónica; presenta una precipitación total promedio anual de 1644,2mm, y temperaturas máximas promedios mensuales que varían entre los 20°C y los 25°C, mínimas alrededor de los 15°C. Los únicos meses con una menor presencia de lluvias son los meses comprendidos entre otoño e invierno (SENAMHI, S.f.).

3.1.4 Fisiografía y suelos

Vargas (2010) indica que el relieve de la provincia está constituido predominantemente por montañas bajas y colinas altas, terrazas altas y medias con suelos plano-ondulado y tierras aluviales donde encontramos suelos planos o suavemente ondulados. Así mismo, según el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP (2017) los relieves de montañas de laderas con pendientes muy empinadas a extremadamente empinadas, posee suelos que varían desde muy superficiales a superficiales. En las laderas de pendiente moderadamente empinadas a empinadas los suelos son moderadamente profundos y poco evolucionados (Suelos aptos para protección, producción forestal y en pequeñas proporciones para pastos). En los relieves plano-ondulados se encuentran suelos profundos y bastante evolucionados, con contenido alto de materia orgánica en la superficie y de reacción extremada a muy fuertemente ácida (Suelos aptos para cultivos permanentes y producción forestal).

3.1.5 Clasificación ecológica

La provincia de Rodríguez de Mendoza presenta 4 formaciones ecológicas basadas en el sistema de clasificación ecológica zonas de vida de Holdridge: bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PT), bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT), bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) y bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) (INRENA, 1995 citado por IIAP,2007).

3.1.6 Vegetación

La provincia Rodríguez de Mendoza, cuenta con dos áreas de conservación importantes para el valle de Huayabamba y la región Amazonas. El área de conservación regional Vista Alegre-Omia con una extensión de 48,944.51 hectáreas, que alberga más de 587 especies de flora, en las que se encuentran 7 nuevas especies para la ciencia, 47 especies de orquídeas, 41 especies endémicas y numerosas plantas medicinales que son usadas por los pobladores locales (MINAM, 2018).

El área de conservación municipal cuenca del río Huamanpata con una extensión aproximada de 22,681 hectáreas, presenta hacia el sector noroccidental una mayor extensión de bosques de montañas con árboles ramificados, con abundancia de epifitos (líquenes), musgos, helechos, orquídeas, bromeliáceas y otras. Hacia el sector norte destacan los bosques con palmeras de *Ceroxylon*, cuyo dosel sobrepasa los 25 metros de alto, estípites gruesos y robustos con diámetros ≥ 30 centímetros, con bandas gris blanquecinas asociados con árboles de portes bajos y medianos con troncos retorcidos, dosel semicerrado ha cerrado, de 15 a 20 metros de alto. En el sector sureste destacan las comunidades altoandinas en mosaicos de bosquecillos, matorrales, herbazales y pajonales húmedos o “jalca” con fisonomía semejante a la puna andina intercaladas con parches cespitosos y pantanosos; Los árboles alcanzan entre 5 a 15 metros de alto entre enmarañados de bejucos y arbustos de hasta 4 metros de alto (IIAP, 2007).

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materiales de campo

- Tijera telescópica
- Tijera de podar de mano
- Guantes
- GPS
- Baldes de Plástico
- Libreta de campo
- Lápiz
- Borrador

- Cámara fotográfica
- Alcohol

3.2.2 Materiales e insumos para la propagación

- Sustrato (tierra de chacra, arena de río y turba)
- Bioestimulante Promalina
- Bolsas de polipropileno negra
- Malla Raschel 50%
- Plástico para invernadero
- Cinta métrica 25m
- Regadera
- Baldes de plástico
- Pala cuchara
- Fungicida (control fitosanitario)
- Probeta graduada de Plástico
- Vernier electrónico

3.2.3 Materiales de gabinete

- Laptop
- Memoria USB

3.3 Métodos y técnicas

3.3.1 Identificación de la especie

Las especies de bambúes nativos en la Región Nor Oriental, representan un recurso forestal de gran potencial, que se limita a un uso local y etnobotánico, debido a la falta de información y estudios en las especies (Reátegui, 2009). Por ello, la importancia de que estas sean correctamente identificadas y manejadas, de tal forma que permitan generar beneficios sociales y económicos en la población.

En ese contexto, para la identificación de la especie nativa de bambú *Guadua sp.*, conocida bajo el nombre local de “Calo”, se realizó la colecta botánica en la mata seleccionada (**Tabla 1; Figura 2**) según la metodología recomendada por Soderstrom y Young (1983) y Londoño (2010); además, se utilizó la ficha de recolección de datos morfológicos necesarios a tomar en campo según el Manual Técnico de Identificación del Bambú en la región Nor Oriental y Selva Central del Perú (CIB, 2020) a la cual se le adicióno información complementaria, con el propósito de facilitar la identificación de la especie (**Anexo 1**). Los especímenes colectados fueron ingresados al Herbario Forestal de la facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para ser revisados por el especialista y determinar la identidad de la especie. Cabe señalar que inicialmente durante la fase de campo y debido a la imposibilidad en ese entonces de transportar e ingresar material botánico en forma física debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19, se recurrió al registro de los caracteres morfológicos vegetativos a través de material fotográfico, información que fu enviada a los especialistas del herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, así como a los del Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara-México.

Tabla 1: Partes a coleccionar y forma de colecta en bambúes

Partes a coleccionar	Forma de Colecta
Culmo	Se colecciona un segmento con un mínimo de dos nudos, partido o no longitudinalmente, este material se seca al aire.
Hojas Caulinares	Se colecciona un mínimo de dos por cada muestra de herbario, cuyo fin es mostrar ambas superficies del material. Se colecciona las del tercio medio del culmo por ser las más representativas en tamaño y forma; si la vaina es persistente se corta en la base donde está adherida al culmo.
Ramas	Se colecciona dos complementos representativos de un culmo maduro; se corta el segmento de culmo aproximadamente cinco centímetros arriba y abajo del nudo y se recorta las ramas hasta unos cinco centímetros. Se trata de incluir el primer nudo y se seca al aire removiendo todas las vainas.
Follaje	Se colecciona ramas con hojas en estado joven y adulto.
Inflorescencia	Se colecciona ramas con flores en todos los estados de desarrollo.
Rizomas	Se colecciona una sección de aproximadamente 50 centímetros de longitud, dejando un segmento de culmo de 15 centímetros por encima del suelo.

Fuente: Soderstrom y Young (1983); Londoño (2010)



a) Culmo, b) Hoja caulinar, c) Rama, d) Rizoma, e) Follaje

Figura 2: Colecta botánica del bambú “Calo” (*Guadua sp.*)

3.3.2 Lugar de colecta del material vegetativo

La colecta del material vegetativo de la especie *Guadua sp.*, conocida bajo el nombre local de “Calo”, se realizó en un predio privado ubicado en la localidad de Convento, Caserío Chaupimonte, Distrito San Nicolás, Provincia Rodríguez de Mendoza (6° 25' 16.8" S 77° 30' 0.8" W) a una altitud de 1627, 68 msnm.

La vegetación circundante al lugar de colecta del bambú “Calo” (*Guadua sp.*) está representada por un hábitat con diversas especies vegetales aisladas junto a la mata de bambú, distribuidas entre árboles de “Cedro” *Cedrela odorata*, “Ishpingo” *Amburana cearensis*, “Morochó” *Myrsine oligophylla* Zahlbr. “Guaba” *Inga edulis*, “Guayaba” *Psidium guajava* y especies como “Café” *Coffea arabica*, “Plátano” *Musa Paradisiaca*, enredaderas, helechos, pastos, entre otras (**Figura 3**).



Figura 3: Hábitat del bambú “Calo” (*Guadua sp.*)

3.3.3 Propagación vegetativa por secciones de rama

El método de propagación vegetativa por secciones de rama en bambú, es un método que no requiere de la extracción de rizomas o del corte de culmos (**Figura 4**), lo que conlleva a que no haya ningún tipo de alteración en la dinámica de la población, principalmente en mata s donde no existe abundancia de culmos (Díaz, 2006). Por ello, se realizó este método de propagación en el bambú “Calo” (*Guadua sp.*) a fin de evaluar y verificar el efecto de los factores “tipo de secciones de rama y dosis de bioestimulante”, en las variables respuesta planteadas.

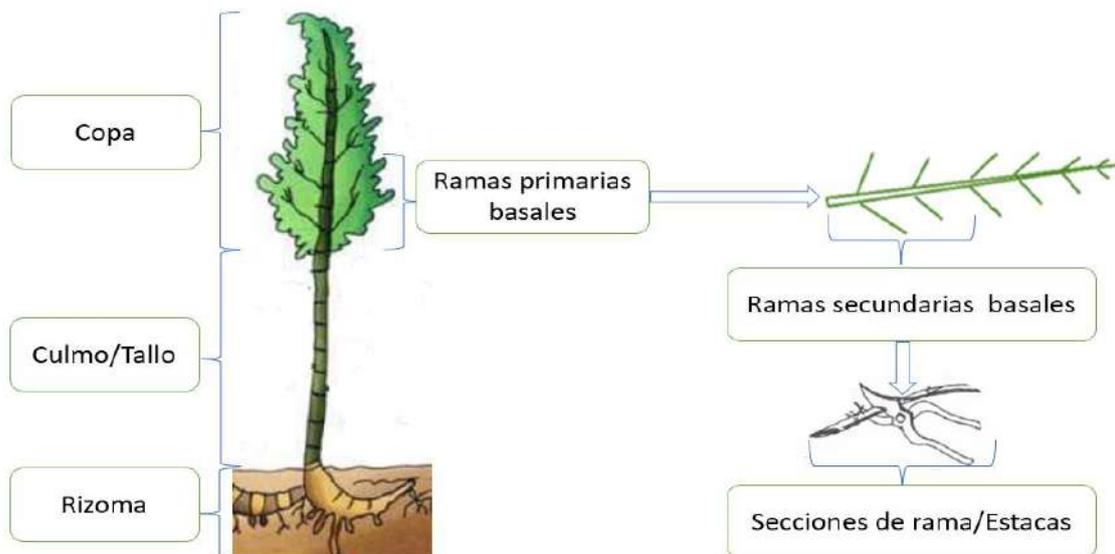


Figura 4: Obtención de las secciones de rama

Fuente: Modificado del Manual Técnico de Propagación del Bambú (CIB, 2020)

3.3.4 Instalación del propagador

La instalación de la cámara de invernadero tipo túnel, en la cual se realizó las pruebas del estudio, estuvo situado cerca de un afluente de agua y con orientación de norte a sur, en un predio privado en la localidad de Convento, Caserío Chaupimonte, Distrito San Nicolás, Provincia Rodríguez de Mendoza (18 M 223409 E, 9289913 N) a una altitud de 1604,25 msnm. El cual constó del acondicionamiento de terreno y la construcción de una estructura tipo túnel de 6 m de largo x 3 m de ancho y 1.7 m de alto, con piezas de madera y bambú, cubierto de plástico para invernadero de calibre 10 y malla Raschel 50%, el cual permitió generar sombra y una humedad relativa alta y constante para evitar el secado de las secciones de rama (**Figura 5**).



a) Nivelación y marcado de terreno, b) Estructura, c) Instalación de plástico transparente, d) Instalación de malla rachell.

Figura 5: Instalación de invernadero tipo túnel

3.3.5 Recolección y transporte de material vegetativo

Una vez que se realizó el reconocimiento del área de estudio y se estableció el lugar de colecta, se procedió a la recolección del material vegetativo de “Calo” (*Guadua sp.*), de aquellas plantas circundantes a la mata del guadual y que presentaban un carácter juvenil de 3 a 4 años aproximadamente, cuya viabilidad de propagación es más rápida, según indican (Osuna *et al.*, 2017). Del mismo modo, las secciones de rama que se seleccionaron fueron recolectadas de las ramas secundarias basales con un diámetro $\geq 0,51$ y ≤ 1 cm y cortadas de forma diagonal aproximadamente 5cm por encima y/o debajo de los nudos que contenían una o más yemas activas, según lo indicado por (Díaz, 2006; Cotrina, 2017).

La recolección de dicho material vegetativo se realizó en horas de la mañana, ya que como indican Hartmann y Kester (2000) es el momento en el que el material vegetativo está turgente. Así mismo, el transporte del material vegetativo al lugar de siembra se realizó en baldes con agua para evitar el marchitamiento y la pérdida de yemas activas presente en los nudos de las secciones (**Figura 6**).

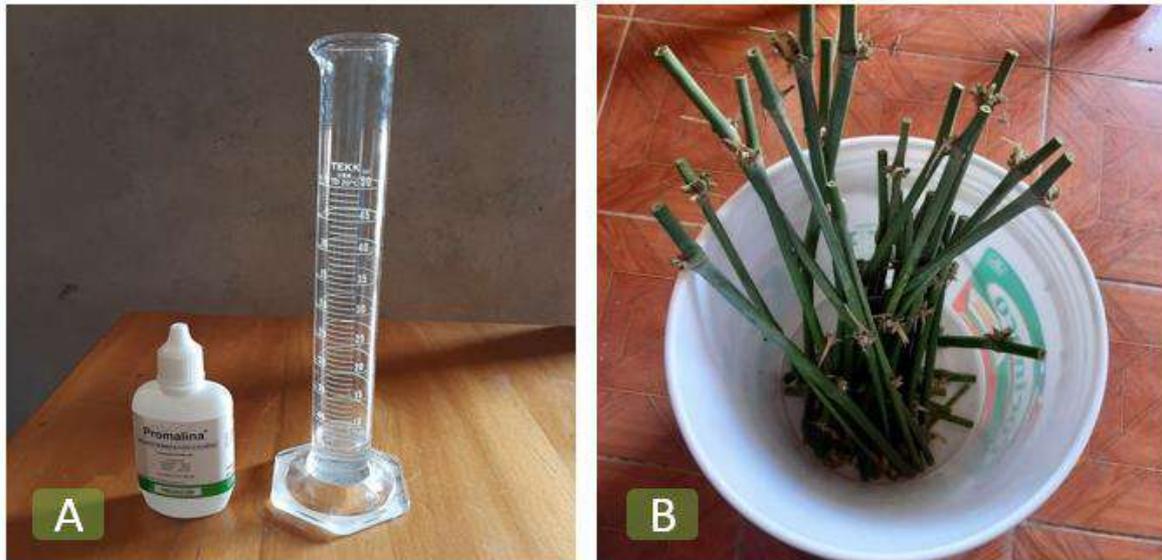


a) Colecta, b) transporte, c) Acondicionamiento

Figura 6: Obtención de secciones de rama

3.3.6 Aplicación de bioestimulante Promalina

Las secciones de rama según el tratamiento a aplicar fueron sumergidas en el producto bioestimulante Promalina compuesto por Citoquinina 1.8 % + Giberelina 1.8%, el cual fue disuelto en 1 L de agua, por un tiempo de 10 minutos (**Figura 7**), según la metodología indicada por (Vigo, 2018).



a) Dosis de bioestimulante, b) Tratamiento

Figura 7: Dosis de bioestimulante Promalina y tratamiento de secciones de rama

3.3.7 Sustrato

El sustrato que se usó para la siembra de las secciones de rama, fue una mezcla de materiales disponibles y de fácil acceso en la zona, según lo indicado por (Ansorena, 1995; Lárraga *et al.*, 2011). En consecuencia, dicho sustrato estuvo compuesto por arena de río, tierra de chacra y turba de bagazo en una proporción (1:2:3), desinfectado con el método de solarización (Figura 8) y embolsado en bolsas de polipropileno como indica (Gárate, 2010).



a) Acondicionamiento, b) Mezcla, c) Desinfección

Figura 8: Acondicionamiento y mezcla de sustrato

3.3.8 Siembra de secciones de rama

Las secciones de rama fueron sembradas de forma inclinada en bolsas de polipropileno con sustrato, procurando tener 1 nudo enterrado (**Figura 9; Figura 10**) y regadas constantemente para mantener el equilibrio de humedad en dicho sustrato, según lo indicado por (Díaz, 2006). Así mismo, dichas secciones fueron sembradas a finales del invierno e inicio de la primavera, estacionalidad en la que según Hartman y Kester (2002) las especies siempreverdes de hoja angosta presentan mejores características para la propagación; además, según Xavier (2009) es la época donde se presentan las mejores condiciones de temperaturas para la propagación en condiciones semicontroladas.

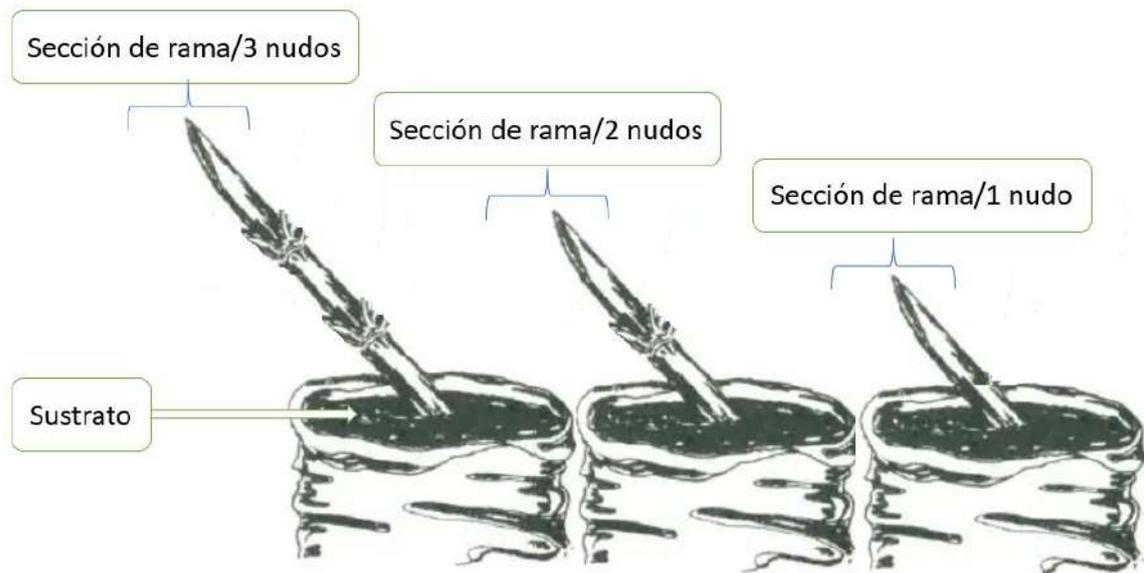


Figura 9: Siembra de secciones de rama en sustrato

Fuente: Modificado de (Díaz, 2006)



a) Control de diámetro, b) Yemas activas

Figura 10: Siembra de secciones de rama según tratamiento

3.4 Diseño experimental

3.4.1 Diseño

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 3Ax3B, siendo los factores: Tipo de secciones de rama (Tres niveles: 1 nudo, 2 nudos, 3 nudos) y de dosis de bioestimulante Promalina (Tres niveles: 0ml/l, 2ml/l, 5ml/l), con 15 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 135 unidades experimentales (**Figura 11**).

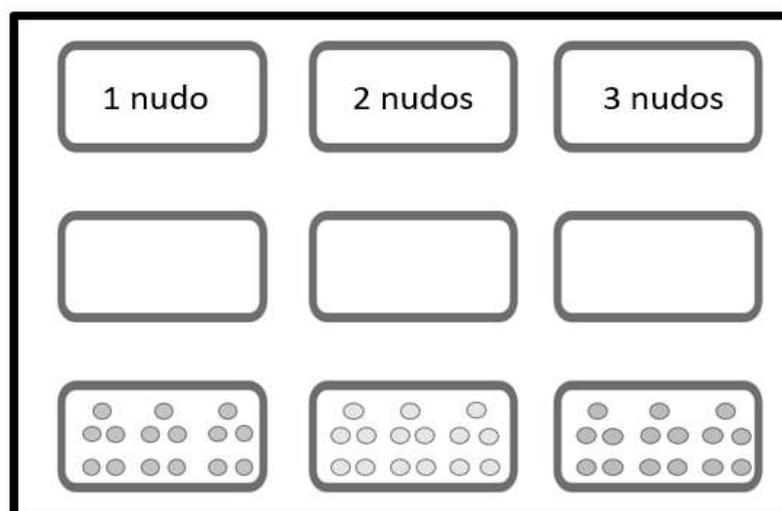


Figura 11: Distribución DCA

3.4.2 Factores de evaluación

Los factores de evaluación para la propagación vegetativa de “Calo” (*Guadua sp.*) según el tipo de secciones de rama y dosis de bioestimulante se detalla en las **Tabla 2** y **Tabla 3**.

Tabla 2: Tipo de secciones de rama

Factor A	Tipo de secciones de rama
a1	Sección de rama con 1 nudo
a2	Sección de rama con 2 nudos
a3	Sección de rama con 3 nudos

Tabla 3: Dosis de bioestimulante

Factor B	Dosis de bioestimulante Promalina
b ₁	0 ml/L
b ₂	2 ml/L
b ₃	4 ml/L

3.4.3 Tratamientos del estudio utilizando el diseño completo al azar

Los tratamientos fueron considerados en base a los tipos de secciones de rama y la dosis de bioestimulante Promalina utilizados, los cuales se presentan en la **Tabla 4**.

Tabla 4: Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a _{1x} b ₁ (testigo)	Sección de rama con 1 nudo + Sin bioestimulante
T2	a _{1x} b ₂	Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de bioestimulante
T3	a _{1x} b ₃	Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de bioestimulante
T4	a _{2x} b ₁ (testigo)	Sección de rama con 2 nudos + Sin bioestimulante
T5	a _{2x} b ₂	Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de bioestimulante
T6	a _{2x} b ₃	Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de bioestimulante
T7	a _{3x} b ₁ (testigo)	Sección de rama con 3 nudos + Sin bioestimulante
T8	a _{3x} b ₂	Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de bioestimulante
T9	a _{3x} b ₃	Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de bioestimulante

3.4.4 Variables respuesta

Las variables respuesta evaluadas para los tratamientos en estudio a lo largo del experimento fueron:

a. Supervivencia:

Se evaluó el porcentaje de supervivencia de las secciones de rama para cada tratamiento a los 90 días de duración del experimento.

b. Número de brotes:

En cada sección de rama se contó el número de brotes formados a los 30, 60 y 90 días de duración del experimento.

c. Número de raíces:

En cada sección de rama se contó el número de raíces formadas a los 90 días de duración del experimento.

d. Longitud de raíces promedio:

En cada sección de rama se midió con un vernier la longitud de cada raíz formada y se halló el promedio de cada sección al final del experimento.

3.5 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de la propagación vegetativa de “Calo” (*Guadua sp.*) se empleó el programa estadístico R (R Core Team, 2022) y el paquete ‘agricolae’ (Mendiburu, 2021). Para ello, se hizo un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia de 0,05 para evaluar el comportamiento de la supervivencia, el número y longitud de raíces y el número de brotes. Así mismo, se evaluó el cumplimiento de supuestos de normalidad y heterocedasticidad para corroborar el uso de pruebas paramétricas. De forma complementaria, en los casos de significancia, se realizó comparaciones múltiples mediante el análisis post hoc de la prueba Tukey con el fin de determinar el tratamiento con mejores resultados para la especie.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación botánica de la especie

La identificación de la especie *Guadua sp.*, conocida bajo el nombre local de “Calo”, se basó en la evaluación de datos morfológicos colectados en la ficha de campo (**Anexo 2**), la colecta de caracteres vegetativos a través de material fotográfico y la colecta de especímenes que fueron revisados por los especialistas Reynel (2022) y Ruiz (2022), quienes confirmaron la identidad de la especie como *Guadua weberbaueri* Pilg., (**Anexo 3** y **Anexo 4**).

Colecciones efectuadas: PERÚ. Amazonas; Provincia Rodríguez de Mendoza, Distrito San Nicolás, Caserío Chaupimonte, Localidad Convento, 18M 223433 E, 928954 N, 1627.68 msnm, 09 septiembre 2022, Castro KC – 01; KC - 02 (MOL).



a) Culmo, b) Hoja caulinar, c) Rama, d) Follaje, e) Rizoma

Figura 12: Colecciones botánicas de *G. weberbaueri* Pilg.

4.2 Caracterización de las secciones de rama

Las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., utilizadas para la propagación presentan un color característico verde blanquecino, con 1 a 2 espinas ubicadas por debajo de la yema, línea nodal solitaria con pubescencia blanquecina y canto supranodal pronunciado, entrenudos con longitud de 10 a 15 cm y con superficie lisa, sección transversal sulcado y hueco, diámetro de 0,7 a 1 cm y espesor de pared de 0,3 a 0,4 cm, ramificación intravaginal con rama central dominante y dos laterales (**Tabla 5**).

Tabla 5: Caracterización de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.

Secciones de rama			1 nudo	2 nudos	3 nudos	
Longitud	10cm		x			
	20-25cm			x		
	30-40cm				x	
Diámetro	0,7 - 1 cm		x	x	x	
Yemas activas	1		x			
	2			x		
	3				x	
Espesor de pared	0,3-0,4cm		x	x	x	
Espinas	1 a 2 espinas por debajo de la yema		x	x	x	
Características generales	Línea nodal	Solitaria	x	x	x	
	Nudo	Pubescencia	De color blanquecina por arriba y debajo de la línea nodal	x	x	x
		Forma	Línea recta con lados paralelos	x	x	x
		Arquitectura	Línea inclinada debajo de la yema	x	x	x
	Canto supranodal	Pronunciado	x	x	x	
	Entrenudo	Longitud	10-15 cm	x	x	x
Color		Verde blanquecino	x	x	x	
Superficie		Lisa	x	x	x	
Sección transversal		Sulcado	x	x	x	
Estado		Hueco	x	x	x	
Ramificación	Intravaginal	Rama dominante y 2 laterales, con 1 o 2 espinas	x	x	x	

4.3 Efecto y respuesta a las diferentes dosis de bioestimulante Promalina

4.3.1 Supervivencia

En la **Tabla 6** se muestra el porcentaje de supervivencia de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., para cada tratamiento a los 90 días del experimento; presentando mayor supervivencia para los tratamientos T6 y T3 con 80,00 y 73,33% respectivamente, y un menor porcentaje de supervivencia para los tratamientos T1 y T7 con 40,00 y 33,33% respectivamente. Así mismo, las secciones de rama con un nudo y dos nudos son las que presentan un mayor porcentaje de supervivencia, a diferencia de las secciones de rama con tres nudos.

Tabla 6: Supervivencia de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.

Tratamientos	% Supervivencia
T1: Sección de rama con 1 nudo + Sin bioestimulante (testigo)	40,00
T2: Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de bioestimulante	66,67
T3: Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de bioestimulante	73,33
T4: Sección de rama con 2 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	53,33
T5: Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	73,33
T6: Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	80,00
T7: Sección de rama con 3 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	33,33
T8: Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	53,33
T9: Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	46,67

Los resultados obtenidos, fueron mayores a los presentados por Arancibia (2017) quien al evaluar la propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* mediante secciones de rama con 1 nudo y 2 nudos tratadas con un producto enraizante Root Hor, obtuvo una supervivencia del 20% y 17% respectivamente; y un 27% y 10% para secciones de rama con 1 nudo y 2 nudos sin aplicación de producto enraizante respectivamente. Esto puede deberse a que en el presente estudio se usó al bioestimulante Promalina como regulador de crecimiento, el cual está compuesto por giberelina 1,8% y citoquinina 1,8%, promoviendo la división celular, el desarrollo y crecimiento radicular, mejorando así la calidad en la producción del material vegetativo (Ancco, 2013). Así mismo, Vigo (2018) indica que el bioestimulante Promalina a diferencia de otros productos similares y productos enraizantes, presenta antecedentes positivos para el crecimiento, tanto en cultivos de arroz como para caña de azúcar en la Región Amazonas. Así mismo, en su estudio de propagación vegetativa obtuvo

un prendimiento de 68,06% para *Guadua angustifolia*. Indicadores que según Du Jardín (2015) podrían referenciar a que el bioestimulante Promalina presenta funciones beneficiosas en la familia Poaceae y para el género *Guadua* al cual pertenece el bambú *Guadua weberbaueri* Pilg.

Por otro lado, Giraldo y Sabogal (2007) indican que las secciones de rama al haber sido extraídas de ramas con presencia de yemas activas y de plantas madre con las mejores características dentro de la mata, podrían haber influenciado en la obtención de altos porcentajes de supervivencia a los 90 días. Así mismo, Díaz (2006) menciona que el éxito de este método de propagación en bambú depende mayormente de las condiciones ambientales y de las técnicas silviculturales adecuadas durante su ejecución, el cual permite obtener porcentajes altos de supervivencia que favorecen la propagación a gran escala.

Por último, cabe mencionar que la escasez de estudios preliminares en propagación vegetativa mediante secciones de rama para la especie *Guadua weberbaueri* Pilg., dificulta la comparación y el contraste de los resultados obtenidos con otros autores. Por ello la importancia de este estudio para generar información preliminar sobre propagación vegetativa por secciones de rama en la especie. Así mismo, los resultados de los estudios en propagación vegetativa para el género *Guadua*, en especies como *Guadua angustifolia* Kunth, *Guadua* aff. *angustifolia*, *Guadua lynncarkiae*, entre otras., no podrían compararse, debido a que son especies domesticadas no endémicas, a diferencia de la especie de bambú *Guadua weberbaueri* Pilg., tratada en el estudio (Ortíz, 2017; Arancibia, 2017). Debido a que repercutiría para el contraste de resultados encontrados por otros autores para dichas especies.

De los resultados del ANOVA y del análisis de supuestos (**Tabla 7**), se aprecia que no se presenta problemas de normalidad u homocedasticidad. Así mismo, con un nivel de confianza del 95%, los factores dosis de bioestimulante y número de nudos tienen un efecto significativo sobre la media de supervivencia. Por otro lado, se observa que no existe efecto de interacción de los factores dosis de bioestimulante y número de nudos.

Tabla 7: Prueba ANOVA y análisis de supuestos

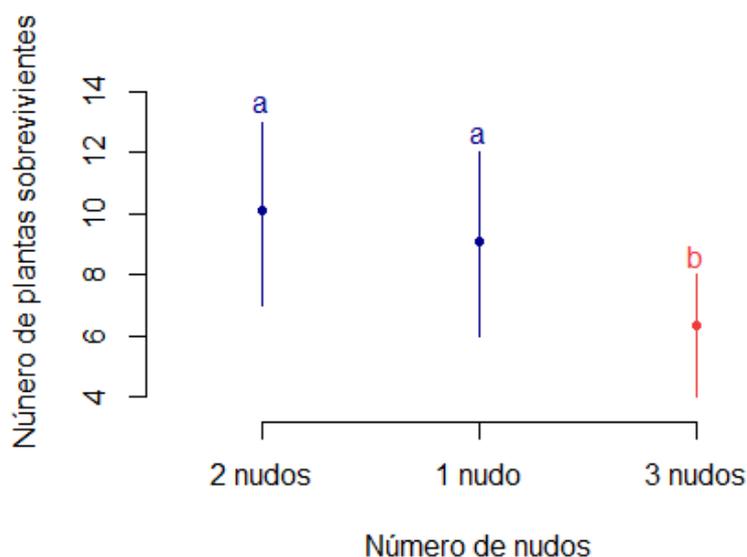
Variable	Fuente de variación	ANOVA		Normalidad		Homocedasticidad	
		F	p-valor	W	p-valor	Chi	p-valor
Supervivencia	Bioestimulante	22,08	1,2x10 ⁻⁴	***			
	Nudos	18,59	2,26x10 ⁻⁵	***	0,97	0,64	1,00x10 ⁻⁴
	bioestimulante: nudos	1,04	0,37				

NOTA: Significancia de Código 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 '' 1

4.3.2 Pruebas post hoc

a. Número de nudos

De acuerdo a la prueba de Tukey (**Anexo 5**), con un 95% de confianza, se determina que no existen diferencias significativas en la supervivencia para las secciones de rama con 1 o 2 nudos. Así mismo, al usar secciones de rama con 3 nudos, en promedio, la supervivencia es menor (**Figura 13**).



NOTA: medias con una letra en común son estadísticamente iguales para la prueba Tukey a un 95% de probabilidad.

Figura 13: Tukey para supervivencia por cantidad de nudos en *G. weberbaueri* Pilg.

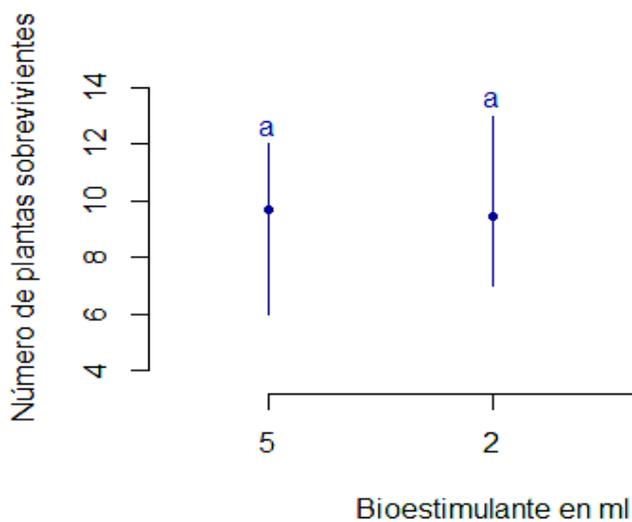


A: Signos de sequedad en las puntas, B: Sequedad generalizada en yemas de segundo y tercer nudo

Figura 14: Sequedad en secciones de rama con 3 nudos de *G. weberbaueri* Pilg.

b. Dosis de bioestimulante

De acuerdo a la prueba de Tukey (**Anexo 6**), con un 95% de confianza, se observa que no existen diferencias significativas en la supervivencia cuando se emplean 2 o 5 ml de bioestimulante Promalina. Así mismo se observa que, al no usar dicho regulador de crecimiento, en promedio, la supervivencia es menor (**Figura 15**).



NOTA: medias con una letra en común son estadísticamente iguales para la prueba Tukey a un 95% de probabilidad.

Figura 15: Tukey para supervivencia por dosis de bioestimulante en *G. weberbaueri* Pilg.

Las diferentes dosis del bioestimulante Promalina en las secciones de rama de la especie *Guadua weberbaueri* Pilg., presentó efectos positivos para la variable supervivencia a los 90 días de duración del estudio. Esto puede deberse, según lo indicado por Du Jardin (2015) a que un bioestimulante es capaz de mejorar la eficacia de absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico en las secciones de rama. Así mismo, Alcantara *et al.* (2019) mencionan que al ser sintetizadas en el interior de estas y en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna forma su proceso fisiológico.

4.3.3 Número de brotes

En la **Tabla 8** se muestra el número de brotes de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., para cada tratamiento a los 30, 60 y 90 días de evaluación a lo largo del estudio; presentando mayor número de brotes para los tratamientos T6 y T5 con 49 y 38 brotes respectivamente, y un menor número de brotes para los tratamientos T1 y T7 con 11 y 17 brotes respectivamente. Así mismo, las secciones de rama con dos nudos y tres nudos son las que presentan un mayor número de brotes totales, en relación a las secciones de rama con un nudo (**Anexo 7**).

Tabla 8: Número de brotes de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.

Tratamientos	Número de brotes		
	30 días	60 días	90 días
T1: Sección de rama con 1 nudo + Sin bioestimulante (testigo)	6	8	11
T2: Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de bioestimulante	8	12	18
T3: Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de bioestimulante	8	10	22
T4: Sección de rama con 2 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	12	15	21
T5: Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	14	26	38
T6: Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	12	35	49
T7: Sección de rama con 3 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	10	12	17
T8: Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	12	19	26
T9: Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	10	16	23

Arancibia (2017) en su evaluación de número de brotes en secciones de rama de *Guadua weberbaueri* con 1 nudo y 2 nudos tratadas con un producto enraizante Root hor, obtuvo un porcentaje de brotación del 7% y 60% respectivamente; así mismo, un 27% y 70% para secciones de rama con 1 nudo y 2 nudos sin aplicación de producto enraizante respectivamente. Estos resultados difieren del presente estudio, ya que para cada tratamiento con el bioestimulante Promalina, las secciones de rama presentan un mayor número de brotes que las secciones de rama sin la aplicación de bioestimulante para la especie *Guadua weberbaueri* Pilg. Esto puede deberse, según Giraldo y Sabogal (2007) a que de los tres principales componentes nutricionales de reserva en la sección de rama (N P K), el nitrógeno es más importante, ya que tiene inferencia directa en el desarrollo y crecimiento de ramas y hojas. Así mismo, Londoño (2002) indica que, para el método de propagación por secciones de rama, la eficiencia en la emisión de brotes depende del grosor de la pared de las secciones y está a su vez varía para cada especie.

De los resultados del ANOVA y del análisis de supuestos (**Tabla 9**), se aprecia que no se presenta problemas de normalidad u homocedasticidad. Así mismo, con un nivel de confianza del 95%, el factor número de nudos tienen un efecto significativo sobre la media de número de brotes. Por otro lado, se observa que no existe efecto de interacción de los factores dosis de bioestimulante y cantidad de nudos.

Tabla 9: Prueba ANOVA y análisis de supuestos

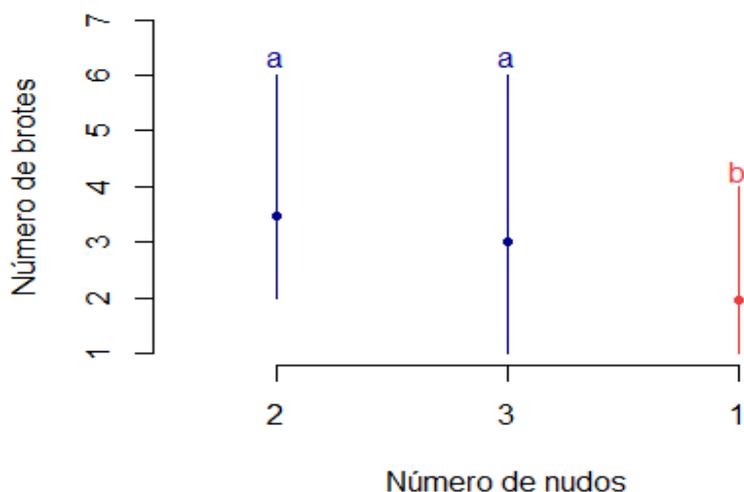
Variable	Fuente de variación	ANOVA		Normalidad		Homocedasticidad	
		F	p-valor	W	p-valor	Chi	p-valor
Número de brotes	bioestimulante	2,05	0,14				
	Nudos	14,24	6,5x10 ⁻⁶ ***	0,98	0,12	0,61	0,13
	bioestimulante: nudos	1,15	0,34				

NOTA: Significancia de Código 0 '****' 0,001 '**' 0,01'*' 0,05 '! ' 0,1 ' ' 1

4.3.4 Pruebas post hoc

a. Número de nudos

De acuerdo a la prueba de Tukey (**Anexo 8**), con un 95% de confianza, se observa que no existen diferencias significativas en el número de brotes cuando se usan secciones de rama con 2 o 3 nudos. Así mismo, se observa que, al usar secciones de rama con 1 nudo, en promedio, el número de brotes es menor (**Figura 16**).



NOTA: medias con una letra en común son estadísticamente iguales para la prueba Tukey a un 95% de probabilidad.

Figura 16: Tukey para número de brotes por nudo en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

El efecto de una media superior en las secciones de rama con 2 nudos y 3 nudos, respecto a las secciones con 1 nudo para la variable número de brotes, puede deberse a que en las evaluaciones se observó, que las secciones con 2 y 3 nudos al presentar un mayor número de yemas activas, y estas al empezar a desarrollarse y sintetizar los tres nutrientes principales (N P K) difieren de las secciones con 1 nudo y una yema activa en la proporción de síntesis de estos componentes nutricionales (Giraldo y Sabogal, 2007), en consecuencia en el desarrollo del número de brotes por yema para estas secciones (**Figura 17**).



A: Secciones con 1 nudo, B: Secciones con 2 nudos, C: Secciones con 3 nudos

Figura 17: Número de brotes por nudo en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg.

4.3.5 Número de raíces

En la **Tabla 10** se muestra el número de raíces totales en las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., para cada tratamiento a los 90 días de evaluación del estudio; presentando mayor número de raíces para los tratamientos T6 y T5 con 143 y 117 raíces respectivamente, y un menor número de raíces para los tratamientos T1 y T7 con 35 y 40 raíces respectivamente. Así mismo, las secciones de rama con dos nudos y un nudo son las que presentan un mayor número de raíces totales, a diferencia de las secciones de rama con tres nudos (**Anexo 9**).

Tabla 10: Número de raíces totales en secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.

Tratamientos	Número de raíces a 90 días
T1: Sección de rama con 1 nudo + Sin bioestimulante (testigo)	35
T2: Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de bioestimulante	73
T3: Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de bioestimulante	84
T4: Sección de rama con 2 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	96
T5: Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	117
T6: Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	143
T7: Sección de rama con 3 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	40
T8: Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	62
T9: Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	48

Los resultados obtenidos, fueron mayores a los presentados por Arancibia (2017) quien al evaluar la propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* mediante secciones de rama con 1 nudo y 2 nudos tratadas con un producto enraizante y sembradas en un sustrato compuesto por tierra de chacra, arena y humus de lombriz en proporción 2:1:1, obtuvo un nulo enraizamiento en las secciones. Esto puede deberse, según Ansorena (1995) y Lárraga *et al.* (2011) a que el sustrato a usar en condiciones controladas o semicontroladas, debe de estar compuesto por materiales disponibles en la zona y cumplir ciertas características físicas aceptables como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad que inciden significativamente para su mezcla final. Además, Gutiérrez (2003) indica que este tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Es así, que las yemas activas presentes en las secciones de rama al desarrollarse y sintetizar sus principales componentes nutricionales (N P K) y al encontrar un sustrato compuesto por materiales disponibles de la zona: arena de río, tierra de chacra y turba de bagazo en una proporción 1:2:3, probablemente ayudaron a que el fósforo genere un buen desarrollo del sistema radicular de las secciones de rama para el presente estudio, realizado en la localidad de convento, Caserío Chaupimonte, Distrito de San Nicolás en la Provincia Rodríguez de Mendoza.

De los resultados de la prueba ANOVA y el análisis de supuestos (**Tabla 11**), se aprecia que no se presenta problemas de normalidad u homocedasticidad. Así mismo, a un nivel de confianza del 95% existe efecto significativo para el factor cantidad de nudos. Por otro lado, se observa que no existe efecto de interacción de los factores bioestimulante y cantidad de nudos.

Tabla 11: Prueba ANOVA y análisis de supuestos

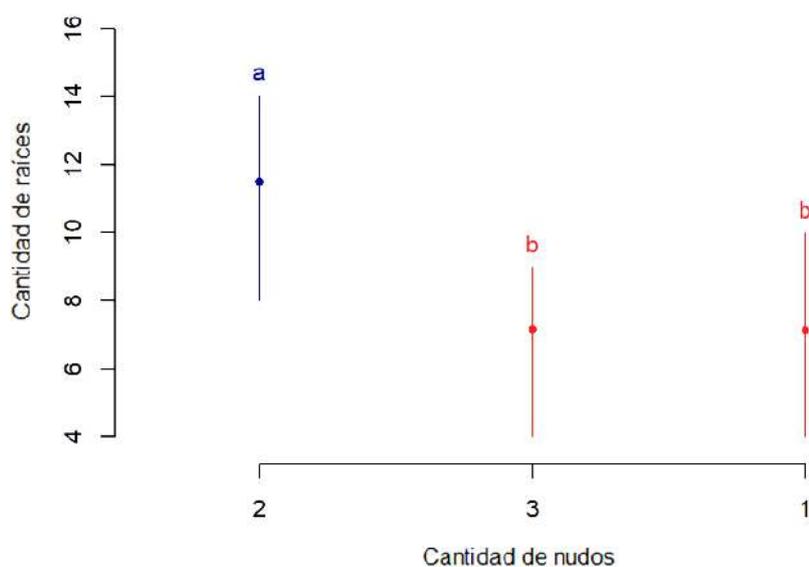
Variable	Fuente de variación	ANOVA		Normalidad		Homocedasticidad	
		F	p-valor	W	p-valor	Chi	p-valor
Número de raíces	bioestimulante	1,01	0,37				
	Nudos	64,92	2x10 ⁻¹⁶ ***	0,97	0,09	0,57	0,45
	bioestimulante: nudos	2,3	0,07				

NOTA: Significancia de Código 0 '****' 0,001 '**' 0,01'*' 0,05 '!' 0,1 '' 1

4.3.6 Pruebas post hoc

a. Número de nudos

De acuerdo a la prueba de Tukey (**Anexo 10**), con un 95% de confianza, se observa que no existen diferencias significativas para el número de raíces cuando se usan secciones de rama con 1 o 3 nudos. Así mismo, se observa que, al usar secciones con 2 nudos, en promedio, el número de raíces es mayor (**Figura 18**).



NOTA: medias con una letra en común son estadísticamente iguales para la prueba Tukey a un 95% de probabilidad.

Figura 18: Tukey para número de raíces por nudo en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

El efecto de una media superior en las secciones con 2 nudos, respecto a las secciones con 1 y 3 nudos para la variable número de raíces, puede deberse a que en las evaluaciones se observó, que las yemas de las secciones con 2 nudos al empezar a desarrollarse, estas podrían sintetizar los tres nutrientes principales (N P K) en mayor proporción en comparación con las secciones de 1 y 3 nudos, debido a que las secciones con un nudo solo presentan una yema activa y las secciones con tres nudos al estar sometidas a mayor competencia de nutrientes, sequedad de puntas y pérdida de yemas activas por lo general en el tercer y segundo nudo, podrían interferir en el desarrollo del sistema radicular de las mismas (**Figura 19**). Así mismo, Gutiérrez (1995) y Román (2014) indican que la iniciación de raíces en las secciones vegetativas presenta un requerimiento energético, y considerando que las

sustancias lipídicas normalmente no son abundantes, la degradación de carbohidratos como el almidón, se constituye probablemente en la única fuente de energía que, junto a los compuestos nitrogenados e hidratos de carbono, de alguna forma controlan y modifican la iniciación y el desarrollo del sistema radicular.



A: Secciones con 1 nudo, B: Secciones con 2 nudos, C: Secciones con 3 nudos

Figura 19: Número de raíces en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg.

4.3.7 Longitud de raíces promedio

En la **Tabla 12** se muestra la longitud promedio de raíces en las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., para cada tratamiento a los 90 días de evaluación del estudio; presentando mayor longitud de raíces para los tratamientos T6 y T5 con 218,88mm y 215,53mm respectivamente, y una menor longitud de raíces para los tratamientos T7 y T9 con 147,34mm y 148,18mm respectivamente. Así mismo, las secciones de rama con dos nudos y un nudo son las que presentan una mayor longitud de raíces totales, a diferencia de las secciones de rama con tres nudos (**Anexo 11**).

Tabla 12: Longitud de raíces totales en secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.

Tratamientos	Longitud de raíces promedio (mm)
T1: Sección de rama con 1 nudo + Sin bioestimulante (testigo)	203,23
T2: Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de bioestimulante	212,61
T3: Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de bioestimulante	207,37
T4: Sección de rama con 2 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	213,10
T5: Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	215,53
T6: Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	218,88
T7: Sección de rama con 3 nudos + Sin bioestimulante (testigo)	147,34
T8: Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de bioestimulante	149,98
T9: Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de bioestimulante	148,18

Los resultados obtenidos, para la variable longitud de raíces promedio fueron mayores a los presentados por Arancibia (2017) quien al evaluar la propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* mediante secciones de rama con 1 nudo y 2 nudos tratadas con un producto enraizante y sembradas en un sustrato compuesto por tierra de chacra, arena y humus de lombriz en proporción 2:1:1, obtuvo una nula longitud promedio de raíces. Esto puede deberse, según Díaz (2006) a que en este estudio las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., fueron sembradas de forma inclinada y procurando tener 1 nudo enterrado en las bolsas de polipropileno con sustrato compuesto por materiales disponibles en la zona como arena de río, tierra de chacra y turba de bagazo en una proporción 1:2:3, las cuales fueron regadas constantemente para mantener el equilibrio de humedad en las mismas. Así mismo, Hartmann y Kester (2002) indican que una mezcla adecuada de sustrato desarrolla raíces bien ramificadas, delgadas y flexibles, dándoles características apropiadas para ser extraídas y volverlas a plantar.

De los resultados de la prueba ANOVA y el análisis de supuestos (**Tabla 13**), se aprecia que no se presenta problemas de normalidad u homocedasticidad; cabe señalar que para el cumplimiento de supuestos en el análisis de longitud de raíces fue necesario cambiar la variable respuesta a base cuadrática. Así mismo, a un nivel de confianza del 95% existe efecto significativo para el factor número de nudos. Por otro lado, se observa que no existe efecto de interacción de los factores dosis de bioestimulante y número de nudos.

Tabla 13: Prueba ANOVA y análisis de supuestos

Variable	Fuente de variación	ANOVA		Normalidad		Homocedasticidad	
		F	p-valor	W	p-valor	Chi	p-valor
Longitud de raíces ²	bioestimulante	1,86	0,17				
	Nudos	70,23	2,24x10 ⁻¹² ***	0,98	0,19	0,66	0,41
	bioestimulante: nudos	0,07	0,79				

NOTA: Significancia de Código 0 '****' 0,001 '**' 0,01'*' 0,05 '! ' 0,1 '' 1

4.3.7 Pruebas post hoc

a. Número de nudos

De acuerdo a la prueba de Tukey (**Anexo 12**), con un 95% de confianza, se observa que la longitud de raíces después de los 90 días, en promedio, es superior cuando se usa secciones con 2 nudos. Así mismo, las secciones con 1 nudo, presentan mejores resultados que las secciones con 3 nudos (**Figura 20**).

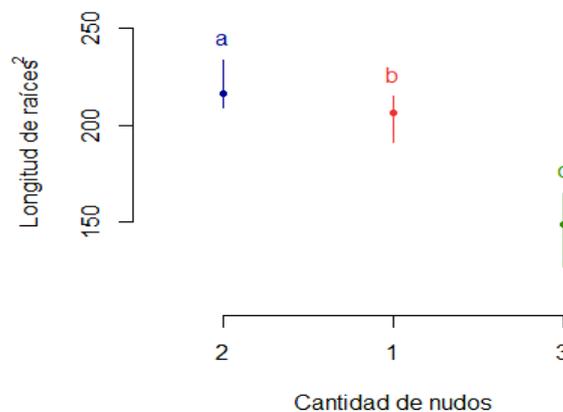


Figura 20: Tukey para longitud de raíces por nudo en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

El efecto de una media superior en secciones con 2 nudos, respecto a las secciones con 1 nudo y estas a su vez en relación a las secciones con 3 nudos (Figura 20), puede deberse al desarrollo de las yemas activas presentes en los nudos de las secciones y a la síntesis de los nutrientes principales (N P K); no obstante, la diferencia con las secciones de 3 nudos podría deberse a que en las evaluaciones se observó que estas presentan sequedad de puntas y pérdida de yemas activas por lo general en el tercer y segundo nudo. Según Norberto *et al.* (2001) este efecto se debe a la pérdida de agua en las secciones vegetativas antes de la formación de raíces, y son la principal causa de muerte de yemas, puesto que para iniciar la división celular es necesario que las células del tejido estén turgentes. Así mismo, Sánchez (2017) indica que la eficiencia de enraizamiento en la propagación vegetativa de bambú depende en gran medida del grosor de la pared de la misma. Es así, que Arancibia (2017) en su evaluación de propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* mediante secciones de rama con un nudo y dos nudos tratadas con un producto enraizante, reporta una nula longitud de raíces, indicando a que podría deberse a un espesor de pared de 0,5cm a 0,8cm; sin embargo, estas difieren del presente estudio al encontrar un espesor de pared de 0,3cm a 0,4cm para las secciones de rama en la especie *Guadua weberbaueri* Pilg., (**Figura 21**).



Figura 21: Método del bernier para medir longitud de raíces en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg.

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados y el análisis estadístico, se concluye que las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., con 1 o 2 nudos presentan las mejores características para la propagación vegetativa con una supervivencia del 33,33% y 53,33% respectivamente, las cuales se incrementan al aplicarles el bioestimulante Promalina alcanzando porcentajes del 80,00% y 73,33% para cada caso.
2. Se ha encontrado que los resultados para los tratamientos con diferentes dosis del bioestimulante Promalina (2ml; 5ml), presenta un efecto positivo en la supervivencia de las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg.
3. No existe diferencia significativa en la respuesta de las diferentes dosis del bioestimulante Promalina (2ml; 5ml) en la variable supervivencia para las secciones de rama de *Guadua weberbaueri* Pilg., tratadas en el estudio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para futuros estudios de identificación y propagación vegetativa mediante secciones de rama en especies nativas de bambú, se recomienda complementar la metodología de identificación botánica empleada en esta investigación, con el método de marcadores moleculares propuesto por Quispe (2019).
2. Se requieren estudios complementarios de propagación vegetativa mediante secciones de rama en la especie *Guadua weberbaueri* Pilg., utilizando diferentes dosis de bioestimulante Promalina, diferentes a las utilizadas en este estudio, que permitan tener una visión más amplia del efecto de este bioestimulante en la propagación vegetativa de esta especie.
3. Se requieren estudios complementarios que permitan, obtener resultados en las fases posteriores al estudio realizado, entre ellas: establecimiento de plantaciones en diferentes condiciones de suelo, fisiografía, agua, distanciamientos, entre otros.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, M. (1991). Los sustratos hortícolas. II Congreso Nacional de Fertirrigación. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. España. 1-1 5p.

Alcantara, J; Acero, J; Alcántara, J; Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Colombia. NOVA. 17 (32). 109-129p.

Ancco, R. (2013). Comparativo de rendimiento de cinco cultivares de tomate y tres dosis del bioestimulante Promalina en el C.E.A. III “Los Pichones”. Tesis Ing. Agrónomo. Tacna; PE; Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 76p.

Ansorena, J. (1995). Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20(208). 217-218p.

Añazco, M. (2013). Estudio de vulnerabilidad de Bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa de Ecuador y norte del Perú. Unión Europea-Red Internacional de Bambú y Ratán. Quito, EC. 135p.

Arancibia, A. (2017). Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la Selva Nororiental. Tesis Ing. Forestal. Lima; PE; UNALM. 93p.

Badilla, Y; Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. Costa Rica. Kurú: Revista Forestal. 2 (6). 6p.

Barboza, E; Salas, R; Mendoza, M; Oliva, M; Corroto, F. (2018). Uso actual del suelo y calidad hidrogeomorfológica del río San Antonio: alternativas para la restauración fluvial en el Norte de Perú. Revista de Investigaciones Altoandinas. 2(20). 203-214p.

Brennecke, K. (1980). Propagation of bamboo by vegetative fractions (1). J. American Bamboo Society. 1(1). 12-15p.

Calderón, N. (2012). Evaluación del desarrollo de plántulas de bambú a partir de brotes procedentes de yemas primarias y secundarias de las especies *Gigantochloa apus* y *G. verticillata*, Patulul, Suchitepequez. Tesis Ing. Agrónoma con Énfasis en Cultivos Tropicales. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 63p

Castaño, F; Moreno, R. (2004). Guadua para todos: cultivo y aprovechamiento. Bogotá, CO, panamericana Formas e Impresos S.A. 188p.

CIB (Círculo de Investigación para el Desarrollo de la Cadena de Valor del Bambú para el Desarrollo Científico Tecnológico). (2020). Manual Técnico de Identificación del Bambú en la región Nor Oriental y Selva Central del Perú. Printed in Perú. 1era. Ed. Lima, PE, UNALM. 87p.

CIB (Círculo de Investigación para el Desarrollo de la Cadena de Valor del Bambú para el Desarrollo Científico Tecnológico). (2020). Manual Técnico de Propagación del Bambú. Printed in Perú. 1era. Ed. Lima, PE, UNALM, 55p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (S.f.). Guía climática turística. Q&P Impresores. Lima, PE, Ministerio del Ambiente. 215p.

Cotrina, D. (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; PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 134p.

Díaz, F. (2006). Pequeño manual del Bambú. Venezuela. Ciudadela del Fénix Parque Eco turístico. 252p.

Du Jardin, P. (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. Rev. Scientia Horticulturae, 196: 3-14p.

Fernández, J. (2012). SIERRA EXPORTADORA. Perspectivas para la industrialización de bambú en las regiones de la Sierra del Perú. 58p.

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. La Habana; CB. Cultivos Tropicales. 1(29). 17-22p.

Gárate, M. (2010). Técnicas de propagación por estacas. Tesis Ing. Agrónomo. Ucayali; PE. Universidad Nacional de Ucayali. 157p.

Giraldo, H; Sabogal, A. (2007). Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo. Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q. Tercera edición. Colombia. 192 p.

Gobierno Regional Amazonas. (2012). Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Amazonas, PE. Untitled. 97p.

Gonzales, PG. (2007). Características y usos del bambú. Lima, PE. Acción Agraria. 40 p.

Gutiérrez, A. (2003). Propagación del burío (*Heliocarpus appendiculatus Turcz*) por semillas, estacas y acodos. Tesis Mg. Sc. Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, CATIE. Turrialba, CR. 85p.

Gutiérrez, B. (1995). Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Santiago, Chile. Ciencia e Investigación Forestal. 9 (2). 261-277p.

Hartmann, H; Kester, D. (2002). Plant propagation. Principles and practices. Sexta reimpresión. México. Compañía Editorial Continental. 760 p.

Hartmann, H; Kester, D; Davies, F; Geneve, R. (2002). Plant propagation. Principles and practices. 7th ed. New Jersey. Prentice Hall. 880p.

Hidalgo, O. (1974). Bambú, su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería y artesanía. Estudios Técnicos Colombianos. 318p.

Hidalgo, O. (1978). Nuevas técnicas de Construcción con Bambú. Estudios Técnicos Colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 336p.

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, PE). (2007). Amazonas hacia la búsqueda del desarrollo sostenible. Proyecto: propuesta de zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas. 199p.

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, PE). (2017). Amazonas hacia la búsqueda del desarrollo sostenible. Proyecto: propuesta de zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas. 204p.

INBAR (International Network for Bamboo and Rattan). (2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (*Guadua angustifolia*) en Perú. Quito, Ecuador.

INTECAP (Instituto técnico de capacitación y productividad). (2007). Manual Técnico. Cultivo del bambú. Edición 01. Guatemala. 5-7p.

Jimenez, F. (1994). Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. HOJAS DIVULGADORAS. N°6. Madrid-España. 36p

Judziewicz, E; Clark, L; Londoño, X; Stern, M. (1999). American bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. Universidad de Wisconsin-Madison. Washington, Estados Unidos. 398p.

Lárraga, N; Gutiérrez N; López H; Pedraza M; Vargas J; Santos G; Santos U. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de bambú. Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. México. 7(2). 205-218p.

Londoño, X. (2002). Distribución, Morfología, Taxonomía, Anatomía, Silvicultura y Usos de los Bambúes del Nuevo Mundo. Maestría en Construcción-Módulo Guadua. Bogotá, CO. Universidad Nacional de Colombia. 23p.

Londoño, X. (2006). Botánica y diversidad genética de la *Guadua* y otros bambúes de América. III Simposio Latinoamericano de bambú. Bambú, comunidad y desarrollo. Guayaquil, Ecuador

Londoño, X. (2010). Identificación taxonómica de los bambús de la región Noroccidental del Perú. Lima, PE. Ministerio de Agricultura, PD/428/6 Rev. 2(F).

Londoño, X; Peterson, P. (1991). *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae) a New Species os Amazonian Bamboo with Fleshy Fruit. Systematic Botany 16(4): 630-638p.

Londoño, X; Clark, L. (2004). Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. En III Congreso Colombiano de Botánica, Popayán, 7 al 12 de noviembre de 2004.

Malleux, J. (2013). Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región noroccidental del Perú. Inventario de bosques de bambú en el ámbito del proyecto PD428/Rev.2 (F). Lima, PE. PerúBambu; ITTO. 37p.

Mendiburu, F. (2021). *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.3-0. Consultado 10 sept. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

Mercedes, J. (2006). Guía Técnica Cultivo del Bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 38p.

Mesén, Francisco. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. Turrialba-Costa Rica.36p.

MINAG (Ministerio de Agricultura). (2010). Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020. WebLabs. 2da. Ed. Lima, PE, 36p.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2018). Decreto Supremo que establece el Área de Conservación Regional Vista Alegre-Omia. SINIA. 6p.

Municipalidad Distrital de Limabamba. (2018). “Mejoramiento y rehabilitación del Camino Vecinal: Limabamba-Loja-Shallca-Sancapilla-Curiyaquillo-Curiyacu, Pindicucho-Pallca-Shocol-Vista Alegre, Distrito de Limabamba, Provincia de Rodríguez de Mendoza-Región Amazonas”. 152p.

Norberto, P; Chalfun, N; Pasqual, M; Veiga, R; Pereira, G; Mota, J. (2001). Efeito da época de estaquia e do IBA no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*. v. 25, n.3, 533-541p.

Ocampo, R; Valverde, R. (2000). Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. TRAMIL. San José, Costa Rica. 148p.

Oliva, M; Vacalla, F; Pérez, D; Tuco, A. (2014). Manual: Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas; PE. 20p.

Ortíz, K. (2017). Caracterización y clave de identificación de bambúes en la Región Nor-Oriental (San Martín, Amazonas y Cajamarca). Tesis Ing. Forestal. Lima; PE; UNALM. 170p.

Osuna, H; Osuna, A; Fierro, A. (2017). Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 91p.

Pérez, D; Ríos, P. (2019). Influencia del diámetro de esquejes para la propagación vegetativa de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Tesis Ing. Agrónomo. Chanchamayo; PE. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 58p.

Quispe, L. (2019). Caracterización molecular de *Guadua spp.* procedente de la selva central del Perú, utilizando marcadores ISSR. Tesis Ing. Forestal. Lima; PE; UNALM. 131p.

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. Consultado 10 sept. 2022. <https://www.R-project.org/>.

Ramírez, R. (2019). Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia Kunth*) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María. Tesis Ing. Forestal. Tingo María; PE; UNAS. 89p.

Reátegui, N. (2009). Caracterización y clave de identificación de bambúes en el ámbito Chanchamayo, departamento de Junín, Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima; PE; UNALM. 181p.

Ríos, C. (2007). Los bambúes (I parte): generalidades y propagación. Centro Agrícola. 34(1). 89-91p.

Rodas, O. (1988). Evaluación de cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de bambú, en San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 66p.

Rojas, S; García, J; Alarcón, M. (2004). Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Produmedios. Colombia. 56p.

Román, G. (2014). Efecto de la hormona AIB en el enraizamiento de estacas juveniles de *Croton lechler Muell.* Arg. Tesis Ing. Forestal. Lima; PE; UNALM. 109p.

Romano, T. (2000). Medios de protección para la hortoflorofruticultura y el viverismo. 3era. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 288p.

Sánchez, A. (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, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 67p.

SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). (2021). Manual de manejo integral del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth). Experiencias en la región Amazonas. Lima, PE, 100p.

Sisaro D, Hagiwara JC. (2016). Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Ediciones INTA. Buenos Aires; ARG. 12p.

Soderstrom, T.; Young, S. (1983). Una guía para recolectar bambúes. Anales del Jardín Botánico de Missouri 70(1): 128-136p.

Soto, P. (2004). Reproducción vegetativa por estacas en *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli) y *Luma apiculata* (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas. Tesis Ing. Forestal. Valdivia; CH. Universidad Austral de Chile. 64p.

Takahashi, J. (2010). Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región noroccidental del Perú PD 428/06. PERUBAMBÚ. Rev. 2. 36p.

Trillo, Y. 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; PE. Universidad Nacional del Centro del Perú. 77p.

Vargas, J. (2010). Clima, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas, convenio entre el IIAP y el Gobierno Regional de Amazonas. Iquitos; PE. 27p.

Vigo, W. (2018). Efecto de bioestimulantes naturales y sintéticos en la propagación de Bambú (*Guadua angustifolia*) en condiciones de vivero, Bongará-Amazonas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. 50p.

Xavier, A; Wendling, I.; Silva, R. (2009). Silvicultura clonal: principios e técnicas. Viçosa, MG: editora UFV. Brasil. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 272 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de toma de datos morfológicos en campo

Fecha:

Localidad: / Caserío: / Distrito:

Provincia: / Región:

Coordenadas UTM:

Altitud (msnm):

Características del hábitat:

Nombre científico:

Nombre común:

Usos a nivel local:

Colector:

Código de la muestra:

1. Culmo

a) Altura (m):

b) DAP (cm):

c) Hábito: () erecto formando matas () erecto y difuso () erecto y arqueado en el ápice () decumbente () escandente () trepador

d) Espaciamiento: () culmos muy juntos formando grupo / diámetro: / número de culmos incluidos: () separados () muy separados

e) Densidad de culmos / m²:

Nudo

a) Línea nodal: () solitaria () en sucesión continua

b) Forma: () en línea recta con lados paralelos () línea nodal con ensanchamiento

- c) Arquitectura: () línea nodal horizontal simple () línea inclinada debajo de la yema () línea nodal con cresta () línea nodal con faja
- d) Superficie: () lisa () con pubescencia () línea pubescente superior más angosta que la inferior () con primordios de raíces o espinas

Entrenudo

- a) Color:
- b) Superficie: () pubescencia () lisa () glabra en la parte superior y escabrosa en la parte inferior () glauca
- c) Forma de sección transversal: () redondo () sulcado
- d) Estado: () sólido () hueco
- e) Contenido interno: () líquido () vacío () polvillo en paredes internas
- f) Longitud:

2. Hojas caulinares

- a) Duración sobre el culmo: () persistente () caduco () tardíamente deciduo “cae cuando el culmo madura”
- b) Variabilidad a lo largo del culmo: () de la misma forma en todo el culmo () delgado y largo en la parte superior del culmo y ancho y corto en la base del culmo () más pequeñas hacia la parte superior del culmo
- c) Color cuando joven:
- d) Patrón cuando joven: () moteado () rayado
- e) Color cuando adulto:
- f) Patrón cuando adulto: () moteado () rayado
- g) Superficie: () glauca () pubescente () sin pubescencia
- h) Textura: () dura () suave

Lámina

- a) Posición: () erecta () reflexa () horizontal
- b) Duración sobre la vaina: () permanente () caduca

3. Ramas

- a) Localización en el culmo: () parte superior () a lo largo de todo el culmo () presencia de ramas basales
- b) Hábito: () ramas principales largas y con lianas () ramas superiores con ángulo hacia arriba () ramas inferiores reflexas
- c) Desarrollo: () intravaginal () extravaginal () intra y extravaginal () infravaginal
- d) Número de ramas:
- e) Disposición: () ramas solitarias () 2 ramas subyúgales () 3 a más ramas subyúgales () 1 rama dominante con más ramas desde el nudo () 1 rama dominante “ a vece remante como yema” con pequeñas ramas auxiliares por debajo o alrededor () arreglo ápside sin una rama central
- f) Origen con relación al nudo: () en la línea nodal () sobre la línea nodal () de un proceso especializado
- g) Posición con respecto al nudo: () apretadas () horizontales () ángulo hacia arriba () ángulo hacia abajo
- h) Modificaciones: () espinas

4. Hojas

- a) Condición de la hoja después de cortada: () marchitamiento o enrollamiento inmediato () se mantienen frescas
- b) Hábito: () rígidas () flexuosa () erecta () colgante
- c) Color: () verde en sus dos superficies () más clara en una superficie que en otra () jaspeada
- d) Forma: () más ancha que larga () más larga que ancha
- e) Tamaño: largo (cm): / ancho (cm):

5. Inflorescencia

.....
.....

FUENTE: *Modificado del Manual Técnico de Identificación del Bambú en la región Nor Oriental y Selva Central del Perú (CIB, 2020)*

ANEXO 2: Ficha de toma de datos morfológicos para el bambú “Calo” (*Guadua sp.*)

Fecha: 09-09-2022

Localidad: Convento / Caserío: Chaupimonte / Distrito: San Nicolas

Provincia: Rodríguez de Mendoza / Región: Amazonas

Coordenadas UTM: 18M 223433 E; 928954 N

Altitud (msnm): 1627.68

Características del hábitat: Matas de bambú entre árboles de Guaba, Guayaba, Café, Plátano, enredaderas, pastos entre otros.

Nombre científico:

Nombre común: “Calo”

Usos a nivel local: Canastas, redes de pescar, envases para dulces y palitos de anticucho

Colector: Keny Castro

Código de la muestra: KC-01; KC-02

6. Culmo

f) Altura (m): 15

g) DAP (cm): 5-8

h) Hábito: () erecto formando matas () erecto y difuso (x) erecto y arqueado en el ápice () decumbente () escandente () trepador

i) Espaciamiento: () culmos muy juntos formando grupo / diámetro: / número de culmos incluidos: (x) separados () muy separados

j) Densidad de culmos / m²: 8

Nudo

e) Línea nodal: (x) solitaria () en sucesión continua

f) Forma: (x) en línea recta con lados paralelos () línea nodal con ensanchamiento

g) Arquitectura: () línea nodal horizontal simple (x) línea inclinada debajo de la yema () línea nodal con cresta () línea nodal con faja

h) Superficie: () lisa (x) con pubescencia () línea pubescente superior más angosta que la inferior () con primordios de raíces o espinas

Entrenudo

- g) Color: Verde
- h) Superficie: () pubescencia (x) lisa () glabra en la parte superior y escabrosa en la parte inferior () glauca
- i) Forma de sección transversal: () redondo (x) sulcado
- j) Estado: () sólido (x) hueco
- k) Contenido interno: () líquido (x) vacío () polvillo en paredes internas
- l) Longitud: De 15 a 20 Cm en los primeros cuatro y luego de 20 a 40 Cm hacia el ápice

7. Hojas caulinares

- i) Duración sobre el culmo: () persistente (x) caduco () tardíamente deciduo “cae cuando el culmo madura”
- j) Variabilidad a lo largo del culmo: () de la misma forma en todo el culmo (x) delgado y largo en la parte superior del culmo y ancho y corto en la base del culmo () más pequeñas hacia la parte superior del culmo
- k) Color cuando joven:
- l) Patrón cuando joven: () moteado () rayado
- m) Color cuando adulto: Marrón
- n) Patrón cuando adulto: () moteado (x) rayado
- o) Superficie: () glauca (x) pubescente () sin pubescencia
- p) Textura: (x) dura () suave

Lámina

- c) Posición: (x) erecta () reflexa () horizontal
- d) Duración sobre la vaina: () permanente () caduca

8. Ramas

- i) Localización en el culmo: (x) parte superior () a lo largo de todo el culmo () presencia de ramas basales
- j) Habito: () ramas principales largas y con lianas (x) ramas superiores con ángulo hacia arriba () ramas inferiores reflexas
- k) Desarrollo: (x) intravaginal () extravaginal () intra y extravaginal () infravaginal

- l) Número de ramas: 20 a 25
- m) Disposición: () ramas solitarias () 2 ramas subyúgales () 3 a más ramas subyúgales (x) 1 rama dominante con más ramas desde el nudo () 1 rama dominante “ a vece remante como yema” con pequeñas ramas auxiliares por debajo o alrededor () arreglo ápside sin una rama central
- n) Origen con relación al nudo: () en la línea nodal (x) sobre la línea nodal () de un proceso especializado
- o) Posición con respecto al nudo: () apretadas () horizontales (x) ángulo hacia arriba () ángulo hacia abajo
- p) Modificaciones: (x) espinas

9. Hojas

- f) Condición de la hoja después de cortada: (x) marchitamiento o enrollamiento inmediato () se mantienen frescas
- g) Hábito: (x) rígidas () flexuosa () erecta () colgante
- h) Color: () verde en sus dos superficies (x) más clara en una superficie que en otra () jaspeada
- i) Forma: () más ancha que larga (x) más larga que ancha
- j) Tamaño: largo (cm): 14 a 16 / ancho (cm): 1 a 1.5

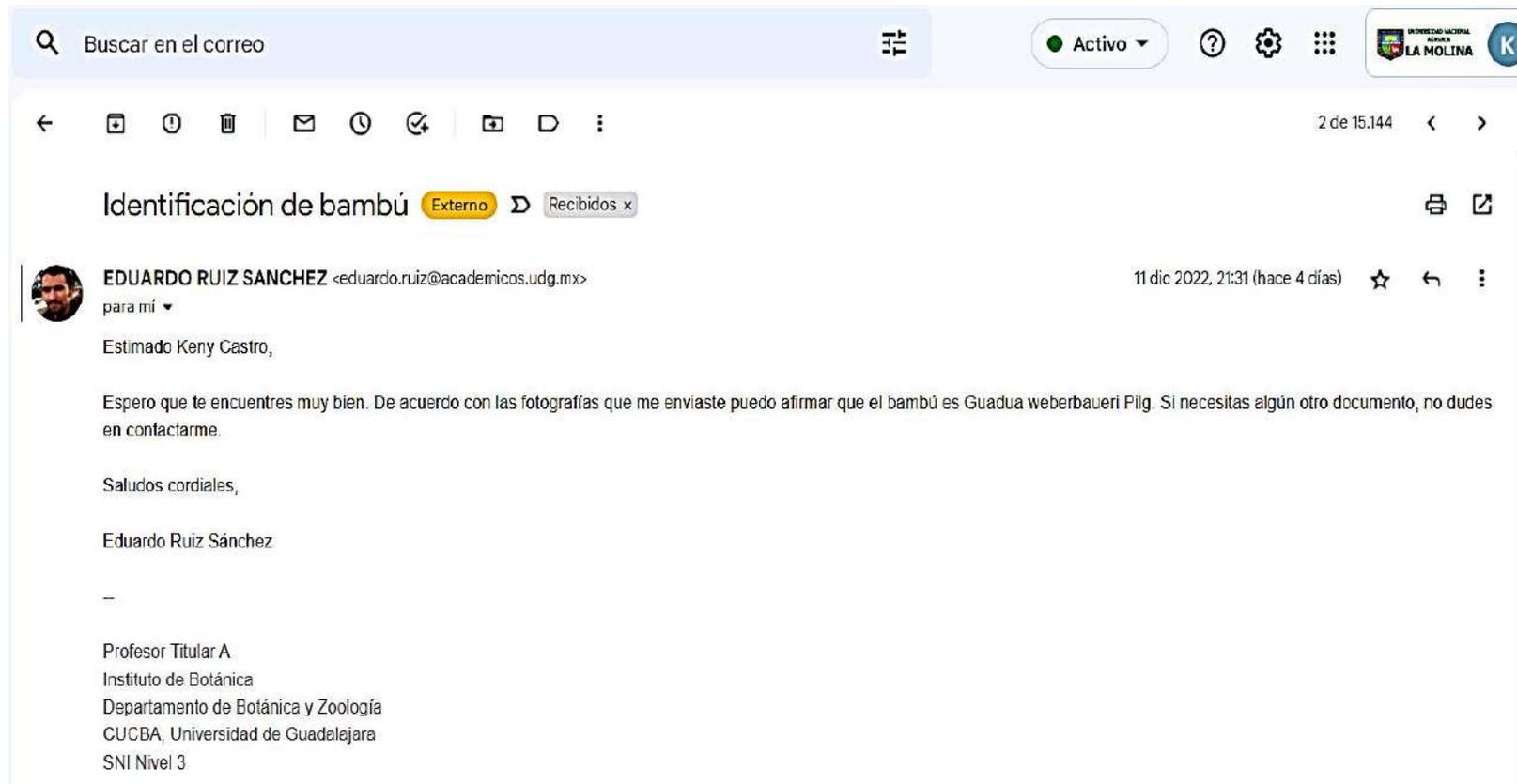
10. Inflorescencia

No registra.....

ANEXO 3: Constancia de determinación del bambú *Guadua weberbaueri* Pilg., emitida por el especialista, (Herbario forestal Mol-Unalm)

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO</p> <p><i>"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"</i></p>		
<h3>CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA</h3>			
<p>A solicitud del señor Keny Fernando Castro Aguilar, egresado de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se proporciona la identidad de los especímenes indicados.</p>			
<p>La información proporcionada por el depositante sobre las muestras es:</p>			
Proyecto de Tesis	: "Propagación vegetativa de Calo <i>Guadua spp.</i> A partir de secciones de rama en Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú".		
Zona de colección	: Localidad: Convento; Caserío: Chaupimonte; Distrito: San Nicolás		
Provincia	: Rodríguez de Mendoza		
Departamento	: Amazonas		
Colector	: Keny Castro Aguilar		
Nº COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
KC-01	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	"Calo"	POACEAE
KC-02	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	"Calo"	POACEAE
<p>Determinado por:</p>			
			
<p>Carlos Reynel Rodríguez Ph. D. Profesor Principal, Dpto. Académico de Manejo Forestal Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL).</p>			
<p>La Molina, 11 de Octubre del 2022</p>			
<hr/> <p><small>↑ Av. La Molina s/n La Molina - Lima, Perú Telf: (511) 614 7145 / (511) 614 7800 anexo 244 cel: 51 941 750564 herbario.f@lamolina.edu.pe www.lamolina.edu.pe/facultad_forestales</small></p>			

ANEXO 4: Respuesta de determinación del bambú *G. weberbaueri* Pilg., emitida por el especialista, (Departamento de Botánica y Zoología de la UDG-México)



ANEXO 5: Análisis de supuestos y prueba Tukey para supervivencia por número de nudos en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

Supervivencia

1. Modelo

$$\text{Sobrevivientes} \sim \beta_0 \text{Bioestimulante(ml)} + \beta_1 \text{Nudos} + \beta_2 \text{Bioestimulantes} * \text{Nudos}$$

1.1. Supuestos

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma_k^2)$$

1.1.1 Normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: ri "Al 95% confianza el error se distribuye de manera normal"

W = 0.97158, p-value = 0.6441

H0: σ^2 es constante

Ha: σ^2 no es constante

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted.values "Al 95% confianza se observa que la varianza es constante"

Chisquare = 0.0001009597, Df = 1, p = 0.99198

1.2 Pruebas Post Hoc

1.2.1 Prueba Tukey para número de nudos

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Ha: Al menos un μ es distinto a los demás

	cantidad	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75		Cantidad	groups
1 nudo	9.111111	2.027588	9	6	12	8	9	11	2 nudos	10.111111	a
2 nudos	10.111111	1.900292	9	7	13	9	10	11	1 nudo	9.111111	a
3 nudos	6.333333	1.658312	9	4	8	5	7	8	3 nudos	6.333333	b

ANEXO 6: Análisis de supuestos y prueba Tukey para supervivencia por dosis de bioestimulante en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

Supervivencia

1. Modelo

$$\text{Sobrevivientes} \sim \beta_0 \text{Bioestimulante(ml)} + \beta_1 \text{Nudos} + \beta_2 \text{Bioestimulantes} * \text{Nudos}$$

1.1. Supuestos

$$\epsilon \sim N(0, \sigma_k^2)$$

1.1.1 Normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: ri “Al 95% confianza el error se distribuye de manera normal”

W = 0.97158, p-value = 0.6441

H0: σ^2 es constante

Ha: σ^2 no es constante

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted.values “Al 95% confianza se observa que la varianza es constante”

Chisquare = 0.0001009597, Df = 1, p = 0.99198

1.2 Pruebas Post Hoc

1.2.1 Prueba Tukey para cantidad de bioestimulante(ml)

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_5$

Ha: Al menos un μ es distinto a los demás

	cantidad	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Cantidad	groups	
0 ml	6.444444	1.810463	9	4	9	5	7	8	5 ml	9.666667	a
2 ml	9.444444	1.943651	9	7	13	8	9	11	2 ml	9.444444	a
5 ml	9.666667	2.179449	9	6	12	8	10	11	0 ml	6.444444	b

ANEXO 7: Evaluación del número de brotes en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg., a los 30, 60 y 90 días

Tratamientos / Supervivencia	Número de brotes																																												
	30 días															60 días															90 días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1 Sección de rama con 1 nudo + Sin Bioestimulante (testigo)	2	1	1	1	1										2	1	1	1	1	2									2	1	2	1	2	3											
T2 Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de Bioestimulante	1	1	1	2	2	1									2	1	1	2	3	1	2							2	2	1	2	3	1	2	2	1	2								
T3 Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de Bioestimulante	2	1	1	2	1	1									2	1	1	2	1	1	1	1						3	2	1	4	2	2	3	2	1	1	1							
T4 Sección de rama con 2 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	2	2	1	2	1	2	2								2	2	1	3	2	2	2	1						3	3	2	3	2	2	3	3										
T5 Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	2	2	1	1	2	1	2	2	1						3	4	2	1	4	2	2	3	2	2	1			5	6	3	2	5	3	4	3	2	3	2							
T6 Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1					3	3	2	3	4	4	2	3	2	4	3	2		3	6	4	5	6	5	3	4	2	4	3	4						
T7 Sección de rama con 3 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	3	2	2	3											3	2	2	3	1	1								4	3	2	4	1	3												
T8 Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	2	3	2	3	1	1									2	3	3	4	2	1	3	1						2	3	3	5	2	3	6	2										
T9 Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	1	2	1	1	3	2									1	2	3	2	3	4	1							3	3	4	2	3	5	3											

ANEXO 8: Análisis de supuestos y prueba Tukey para número de brotes por nudo en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

Número de brotes

1. Modelo

$$\text{Cantidad de brotes} \sim \beta_0 \text{Bioestimulante(ml)} + \beta_1 \text{Nudos} + \beta_2 \text{Bioestimulantes} * \text{Nudos}$$

1.1 Supuestos

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma_k^2)$$

1.1.1 Normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: ri

“ Al 95% confianza el error se distribuye de manera normal”

W = 0.97517, p- value = 0.1262

H0: σ^2 es constante

Ha: σ^2 no es constante

Non- constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted.values

“ Al 95% confianza se observa que la varianza es constante”

Chisquare = 6.121353, Df = 1, p = 0.013356

1.2 Pruebas Post Hoc

1.2.1 Prueba Tukey para número de nudos

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Ha: Al menos un μ es distinto a los demás

	cantidad	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75		Cantidad	groups
1 nudo	1.962963	0.8077262	27	1	4	1	2	2	2 nudos	3.483871	a
2 nudos	3.483871	1.2615062	31	2	6	3	3	4	3 nudos	3.000000	a
3 nudos	3.000000	1.3038405	21	1	6	2	3	4	1 nudo	1.962963	b

ANEXO 9: Número de raíces en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg., a los 90 días

Tratamientos \ Supervivencia 90 días	Número de raíces 90 días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1 Sección de rama con 1 nudo + Sin Bioestimulante (testigo)	6	4	6	5	6	8									
T2 Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de Bioestimulante	8	6	4	8	10	6	9	8	6	8					
T3 Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de Bioestimulante	9	8	6	10	8	6	9	6	6	8	8				
T4 Sección de rama con 2 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	14	12	10	14	13	10	12	11							
T5 Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	12	14	9	8	13	10	12	12	9	10	8				
T6 Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	11	14	12	13	14	12	10	10	9	14	12	12			
T7 Sección de rama con 3 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	8	6	8	9	4	5									
T8 Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	6	8	8	9	8	7	9	7							
T9 Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	4	6	8	8	6	9	7								

ANEXO 10: Análisis de supuestos y prueba Tukey para número de raíces por nudo en secciones de *G. weberbaueri* Pilg.

Número de raíces

1. Modelo

$Cantidad\ de\ raíces \sim \beta_0 Bioestimulante(ml) + \beta_1 Nudos + \beta_2 Bioestimulantes * nudos$

1.1. Supuestos

$\epsilon \sim N(0, \sigma_k^2)$

1.1.1 Normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: ri "Al 95% confianza el error se distribuye de manera normal"

W = 0.97318, p-value = 0.09443

H0: σ^2 es constante

Ha: σ^2 no es constante

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted. values "Al 95% confianza se observa que la variancia es constante"

Chisquare = 0.5661713, Df = 1, p = 0.45178

1.2 Pruebas post hoc

1.2.1. Prueba de Tukey para cantidad de nudos

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Ha: Al menos un μ es distinto a los demás

	cantidad	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75		cantidad	groups
1 nudo	7.111111	1.648620	27	4	10	6	8	8	2 nudos	11.483871	a
2 nudos	11.483871	1.859587	31	8	14	10	12	13	3 nudos	7.142857	b
3 nudos	7.142857	1.558387	21	4	9	6	8	8	1 nudo	7.111111	b

ANEXO 11: Longitud promedio de raíces en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg., a los 90 días

Tratamientos \ Supervivencia 90 días	Longitud de raíces promedio 90 días (mm)															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1 Sección de rama con 1 nudo + Sin Bioestimulante (testigo)	190.93	201.48	206.15	205.48	206.20	209.11										203.225
T2 Sección de rama con 1 nudo + 2 ml/L de Bioestimulante	210.15	205.31	201.10	207.42	245.10	204.16	236.21	210.14	201.62	204.85						212.606
T3 Sección de rama con 1 nudo + 5 ml/L de Bioestimulante	208.84	204.25	206.11	215.26	209.45	207.20	205.64	204.87	204.23	208.10	207.14					207.372
T4 Sección de rama con 2 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	215.32	210.28	214.65	218.11	209.27	217.16	208.87	211.13								213.099
T5 Sección de rama con 2 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	218.2	230.51	210.91	209.54	215.68	220.12	217.56	218.36	209.63	210.47	209.84					215.529
T6 Sección de rama con 2 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	215.31	233.48	221.14	218.2	230.65	216.12	209.68	210.14	208.79	233.54	214.2	215.31				218.880
T7 Sección de rama con 3 nudos + Sin Bioestimulante (testigo)	145.80	150.21	142.33	160.24	138.96	146.51										147.342
T8 Sección de rama con 3 nudos + 2 ml/L de Bioestimulante	152.30	161.21	156.1	132.59	145.84	135.31	158.75	157.73								149.979
T9 Sección de rama con 3 nudos + 5 ml/L de Bioestimulante	139.58	144.65	164.32	140.43	126.96	164.48	156.81									148.176

ANEXO 12: Análisis de supuestos y prueba Tukey para longitud de raíces en secciones de rama de *G. weberbaueri* Pilg.

Longitud de raíces

1. Modelo

$$\text{Longitud de raíces} \sim \beta_0 \text{Bioestimulante}(ml) + \beta_1 \text{Nudos} + \beta_2 \text{Bioestimulantes} \cdot \text{nudos}$$

1.1. Supuestos

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

1.1.1 Normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: ri "Al 95% confianza el error se distribuye de manera normal"

W = 0.97806, p-value = 0.1911

H0: σ^2 es constante

Ha: σ^2 no es constante

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted. values "Al 95% confianza se observa que la variancia es constante"

Chisquare = 0.6623387, Df = 1, p = 0.41574

1.2 Pruebas post hoc

1.2.1. Prueba de Tukey para cantidad de nudos

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Ha: Al menos un μ es distinto a los demás

	cantidad	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75		cantidad	groups
1 nudo	206.1667	4.577877	27	190.93	215.26	204.55	206.15	208.47	2 nudos	11.483871	a
2 nudos	216.1990	7.225371	31	208.79	233.54	210.21	215.31	218.20	3 nudos	7.142857	b
3 nudos	148.6243	10.809976	21	126.96	164.48	140.43	146.51	157.73	1 nudo	7.111111	b

ANEXO 13: Ficha técnica del bioestimulante Promalina

Promalina®

Citoquinina 18.9 g/L + Giberelina 18.9 g/L



Formulación	: Concentrado Soluble (SL).
Modo de Acción	: Citoquinina: Estimula la división celular, revierte la dominancia apical, interviene en el crecimiento de las yemas y el desarrollo del fruto, demora en la senescencia de las hojas y estimula el crecimiento radicular. Giberelinas: Estimula el alargamiento de las células y de los vástagos, estimula el crecimiento y la floración, también el crecimiento del embrión de la plántula.
Toxicidad	: Ligeramente tóxico.
Grupo Químico	: Hormona.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Promalina es un regulador de crecimiento que estimula la división celular, promueve el inicio y desarrollo del botoneo, y el crecimiento radicular, mejorando la calidad de la producción e incrementando las cosechas en algodón, tomate, papa, arroz, páprika, ají y marigold.

Indicaciones de Uso

Aplicar durante las primeras horas de la mañana cuando las condiciones climáticas aseguren buena absorción del producto: humedad relativa elevada y tiempo fresco.

El ingreso al área tratada puede hacerse 4 horas posteriores a la aplicación.

Es compatible con la mayoría de plaguicidas y abonos foliares de uso común; sin embargo, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad antes de las aplicaciones. Tiene buena fitocompatibilidad con los cultivos recomendados.

Primeros Auxilios

Si ocurre contacto con los ojos o la piel, se debe lavar con abundante cantidad de agua. Si la irritación persiste u ocurren signos de toxicidad, buscar atención médica.

Indicaciones para el médico: El tratamiento es sintomático.

Antídoto: No se ha determinado antídoto específico.

Promalina®
Citoquinina 18.9 g/L + Giberelina 18.9 g/L



Recomendaciones de Uso

CULTIVOS	MOMENTO DE APLICACIÓN	DOSIS			PC* (días)	LMR** (ppm)
		%	ml/200 L	L/ha		
Algodón	Al inicio de floración y/o fructificación. Aplicación fraccionada (85 - 125 ml) en ambos momentos de aplicación. Aplicación total (125 - 250 ml) en cualquiera de los momentos indicados.	-	-	0.125 - 0.25	N.a.	N.a.
Pimentón	1ºaplic: al inicio de la primera floración. 2ºaplic: al cuajado de la primera floración. 3ºaplic: en la maduración de la primera floración.	0.03	60	0.125 por aplicación		
Fresa	Inicio de floración: 1ºaplic: a los 30 días del trasplante. 2ºaplic: 30 días después de la primera. 3ºaplic: 30 días después de la segunda.	0.03	60	0.125 por aplicación		
Pepino	1ºaplic: inicio de floración. 2ºaplic: 15 días después de la primera aplicación. 3ºaplic: después de la primera cosecha.	0.03	60	0.125 por aplicación		
Papa	Variedad precoz: Inicio de tuberización.	0.03	60	0.125		
	Variedad tardía: Fraccionada. 1ºaplic: inicio de tuberización. 2ºaplic: 15 días después de la primera.			0.125		
Tomate	1ºaplic: inicio de floración. 2ºaplic: 15 a 20 días después de la primera.	0.03 - 0.045	60 - 90	0.125 - 0.180		
Arroz	Inicio de maollamiento.	0.01	30	0.06		
Ají	1ºaplic: al inicio de la primera floración. 2ºaplic: al cuajado de la primera floración. 3ºaplic: en la maduración de la primera floración.	0.03	60	0.125 por aplicación		
Marigold	Inicio de botoneo.	0.06	120	0.25		
Manzano	Desde el momento de plena floración hasta el comienzo de la caída de pétalos.	0.12	250	-		

*PC=Periodo de carencia (días)
**LMR=Límite Máximo de Residuos (ppm)
N.a.: No aplicable

Envases : Frasco x 30 ml
Frasco x 125 ml
Frasco x 500 ml

Número de Registro : PBUA N° 048-SENASA

ANEXO 14: Usos del bambú *Guadua weberbaueri* Pilg.

- Cestería
- Estructuras de secadores solares para café
- Estructuras para pescar
- Envases para dulces
- Palitos para anticuchos
- Cercas de corrales

